

s'ha d'arrodonir a un decimal. Les emissions específiques oficials de CO₂ s'han d'expressar arrodonint-les amb precisió d'una unitat en grams per quilòmetre (g/km).

La llista ha d'obeir al format següent:

Tipus de combustible	Classificació	Model	Emissions de CO ₂	Consum de combustible
Benzina.	1			
	2			
	—			
Gasoil.	1			
	2			
	—			

5. Incloure el text següent en relació amb la disponibilitat de la guia de consum de combustible i emissions de CO₂: «En tots els punts de venda es pot obtenir gratuïtament una guia sobre el consum de combustible i les emissions de CO₂ on consten les dades de tots els models d'automòbils de turisme nous.»

6. Incloure el text següent: «El consum de combustible i les emissions de CO₂ no sols depenen del rendiment del vehicle; també hi influeixen el comportament al volant i altres factors no tècnics. El CO₂ és el principal gas d'efecte hivernacle responsable de l'escalfament del planeta.»

7. Actualitzar-la totalment almenys cada sis mesos. En l'interval entre dues actualitzacions, els vehicles nous s'han d'afegir al final de la llista.

ANNEX IV

Subministrament de dades de consum de combustible i d'emissions de CO₂ als impresos de promoció

Els impresos de promoció han d'incloure les dades del consum oficial de combustible i de les emissions específiques oficials de CO₂ dels vehicles als quals es refereixin. Aquesta informació ha de respondre, com a mínim, als següents requisits:

1. Ser fàcil de llegir i almenys tan visible com la informació principal que es recull als impresos de promoció.

2. Ser fàcilment comprensible, fins i tot després d'una lectura superficial.

3. S'han de subministrar les dades relatives al consum oficial de combustible de tots els models del vehicle a què es refereixin els impresos de promoció. Si s'especifica més d'un model, es poden incloure les dades del consum oficial de combustible de tots els models especificats o l'interval entre el valor de consum de combustible més elevat i el menys elevat. El consum de combustible s'ha d'expressar en litres per cada 100 quilòmetres (l/100 km). Totes les dades numèriques s'han d'expressar amb precisió d'un decimal.

Si els impresos de promoció esmenten únicament la marca i no fan referència a cap model concret no cal subministrar dades sobre el consum de combustible.

MINISTERI DE FOMENT

15887 REIAL DECRET 642/2002, de 5 de juliol, pel qual s'aprova la «Instrucció per al projecte i l'execució de forjats unidireccionals de formigó estructural realitzats amb elements prefabricats (EFHE)». («BOE» 187, de 6-8-2002.)

La «Instrucció per al projecte i l'execució de forjats unidireccionals de formigó armat o pretensat (EF-96)» va ser aprovada pel Reial decret 2608/1996, de 20 de desembre.

La Comissió Permanent del Formigó, de caràcter interministerial, creada pel Decret 2987/1968, de 20 de setembre, i reestructurada pel Reial decret 1177/1992, de 2 d'octubre, ha considerat que és necessari revisar la Instrucció esmentada, i això amb una doble finalitat: d'una banda, per adequar-la al que prescriu la Instrucció de formigó estructural, aprovada pel Reial decret 2661/1998, d'11 de desembre, i, de l'altra, per actualitzar-la en relació amb les noves tecnologies constructives i l'experiència adquirida en el període de vigència de l'EF-96.

En virtut d'això, a iniciativa de la Comissió Permanent del Formigó, complerts els tràmits que estableixen la Llei 50/1997, del Govern, i el Reial decret 1337/1999, de 31 de juliol, pel qual es regula la tramesa d'informació en matèria de normes i reglamentacions tècniques i reglaments relatius als serveis de la societat de la informació, i la Directiva 98/34/CE, del Parlament Europeu i del Consell, de 22 de juny, modificada per la Directiva 98/48/CE, del Parlament Europeu i del Consell, de 20 de juliol, a proposta del ministre de Foment i amb la deliberació prèvia del Consell de Ministres en la reunió del dia 5 de juliol de 2002,

DISPOSO:

Article 1. *Aprovació de la «Instrucció per al projecte i l'execució de forjats unidireccionals de formigó estructural realitzats amb elements prefabricats (EFHE)».*

S'aprova la «Instrucció per al projecte i l'execució de forjats unidireccionals de formigó estructural realitzats amb elements prefabricats (EFHE)», que figura com a annex d'aquest Reial decret.

Article 2. *Àmbit d'aplicació.*

L'àmbit d'aplicació d'aquesta Instrucció comprèn amb caràcter obligatori totes les obres, públiques o privades, en què s'executin tipus de forjats inclosos a l'annex d'aquest Reial decret.

Disposició addicional única. *Prevenició de riscos laborals.*

Pel que fa als aspectes de prevenició de riscos laborals que s'hagin de tenir en compte en el projecte i l'execució de forjats unidireccionals de formigó estructural realitzats amb elements prefabricats, cal atènyer-se al que disposa la normativa específica sobre la matèria i, en particular, al que estableix el Reial decret 1627/1997, de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.

Disposició transitòria única. *Aplicació a projectes i obres.*

Els projectes per als quals, en l'àmbit de les administracions públiques, s'hagi iniciat la tramitació per a

la seva redacció o contractació i els visats pels col·legis professionals abans de la data d'entrada en vigor d'aquest Reial decret, es poden regir per la Instrucció sobre forjats vigent en el moment de l'inici de la tramitació o de visat, sempre que les obres s'iniciïn abans d'un any des de la dita entrada en vigor. Si les obres no s'iniciïn en aquest termini, els projectes han de ser modificats d'acord amb els preceptes de la Instrucció que s'aprova per aquest Reial decret.

Disposició derogatòria única. *Clàusula derogatòria.*

A l'entrada en vigor d'aquest Reial decret, queda derogat el Reial decret 2608/1996, de 20 de desembre, pel qual s'aprova la «Instrucció per al projecte i l'execució de forjats unidireccionals de formigó armat o pretesat (EF-96)».

Disposició final primera. *Facultat de desplegament.*

Es faculta el ministre de Foment per dictar les disposicions necessàries per al desplegament i l'aplicació del que disposa aquest Reial decret.

Disposició final segona. *Entrada en vigor.*

Aquest Reial decret entra en vigor al cap de sis mesos de la publicació en el «Butlletí Oficial de l'Estat».

Madrid, 5 de juliol de 2002.

JUAN CARLOS R.

El ministre de Foment,
FRANCISCO ÁLVAREZ-CASCOS FERNÁNDEZ

ANNEX

CAPÍTOL I

Introducció

Article 1. *Camp d'aplicació i consideracions prèvies*

Aquesta Instrucció és aplicable als forjats unidireccionals, constituïts per elements superficials plans amb nervis sotmesos a flexió essencialment en una direcció, que compleixin les condicions següents:

En forjats de biguetes:

- a) el cantell total no passa de 50 cm;
- b) la llum de cada tram no passa de 10 m;
- c) la separació entre eixos de nervis no passa de 100 cm.

En forjats de lloses alveolades pretesades:

- a) el cantell de la llosa prefabricada no passa de 50 cm;
- b) la llum de cada tram no passa de 20 m;
- c) l'amplada dels elements resistents no supera els 140 cm per a lloses sense armadura de repartiment, ni 250 cm per a les que disposen d'aquesta armadura.

Aquesta Instrucció comprèn els forjats realitzats amb elements constituïts per biguetes armades o pretesades, lloses alveolades pretesades, prefabricats en una instal·lació industrial fixa exterior a l'obra, que suporten càrregues habituals en el camp de l'edificació. Quan hi ha càrregues estàtiques uniformes i puntuals i càrregues dinàmiques que passen de les indicades en la normativa vigent sobre accions a l'edificació, és necessari un estudi complementari en el qual es verifiqui el compliment dels requisits que estableix la Instrucció de formigó estructural EHE, en endavant Instrucció EHE.

Els forjats constituïts per elements (biguetes o lloses) executats a l'obra, així com els forjats constituïts per altres elements prefabricats diferents dels anteriors no estan inclosos en aquesta Instrucció i, per tant, s'han de projectar i construir d'acord amb la Instrucció EHE.

Aquesta Instrucció suposa que el projecte, la construcció i el control dels forjats que constitueixen el seu camp d'aplicació són duts a terme per tècnics i operaris amb els coneixements necessaris i l'experiència suficient. A més, les estructures esmentades s'han de destinar a l'ús per al qual han estat construïdes i han de ser conservades de manera adequada.

L'autor del projecte i la direcció facultativa estan obligats a conèixer i tenir en compte les prescripcions d'aquesta Instrucció, però, en ús de les seves atribucions, sota la seva responsabilitat personal i prèvia justificació que no es redueixen els nivells de prestacions, poden emprar sistemes de càlcul, disposicions constructives, etc., diferents.

En l'àmbit d'aquesta Instrucció només es poden emprar productes de construcció legalment comercialitzats en països que siguin membres de la Unió Europea o bé que siguin part en l'Acord sobre l'Espai Econòmic Europeu, i estan subjectes al que preveu el Reial decret 1630/1992, de 29 de desembre (modificat pel Reial decret 1328/1995, de 28 de juliol), pel qual es dicten disposicions per a la circulació lliure de productes de construcció, en aplicació de la Directiva 89/106/CEE i, en particular, quant als procediments especials de reconeixement, els productes estan subjectes al que disposa l'article 9 del Reial decret esmentat.

Aquesta Instrucció exigeix que els productes de construcció i els elements prefabricats inclosos en el seu àmbit satisfacin un conjunt d'especificacions tècniques que s'estableixen, en general, per referència a instruccions, reglaments, normes UNE-EN o UNE, etc. La finalitat d'aquesta exigència és garantir la idoneïtat dels productes per a l'ús al qual es destinen.

Aquests productes i elements prefabricats s'han de subministrar a les obres acompanyats, com a mínim, de la documentació que estableix aquesta Instrucció, i que ha de ser modificada a mesura que sigui operativa l'obligatorietat del marcatge CE per als productes i els elements esmentats.

Article 2. *Definicions*

2.1 Elements constitutius d'un forjat

- Bigueta: element longitudinal resistent, prefabricat en una instal·lació fixa exterior a l'obra, dissenyat per suportar càrregues produïdes en forjats de pisos o de cobertes. Poden ser armades o pretesades.

- Bigueta autoresistent: bigueta capaç de resistir per si sola, en un forjat, sense sotaponts intermedis i sense la col·laboració del formigó abocat a l'obra, la totalitat dels esforços a què ha d'estar sotmès el forjat.
- Llosa alveolada pretesada: element superficial pla de formigó pretesat, prefabricat en una instal·lació fixa exterior a l'obra, alleugerit mitjançant alvèols longitudinals i dissenyat per suportar càrregues produïdes en forjats. Les juntes laterals estan especialment dissenyades perquè, una vegada omplertes de formigó, puguin transmetre esforços tallants a les lloses adjacents.
- Peça d'entrebigat: element prefabricat de ceràmica, formigó, poliestirè expandit o altres materials idonis, amb funció d'alleugeriment o col·laborant, destinat a formar part, junt amb les biguetes, la llosa superior formigonada a l'obra i les armadures d'obra, del conjunt resistent d'un forjat.
- Llosa superior de formigó: element format per formigó abocat a l'obra i armadures, destinat a repartir les diferents càrregues aplicades sobre el forjat i altres funcions addicionals que li són requerides (acció diafragma, travada i lligada, resistència mitjançant la formació de secció composta, etc.).

2.2 Forjat de biguetes

Sistema constructiu constituït per:

- a) biguetes prefabricades de formigó o formigó i ceràmica, armades o pretesades,
- b) peces d'entrebigat la funció de les quals pot ser d'alleugeriment o també col·laborant en la resistència,
- c) armadures d'obra, longitudinals, transversals i de repartiment, col·locades prèviament al formigonatge, i
- d) formigó abocat a l'obra per a reblliment de nervis i formació de la llosa superior del forjat.

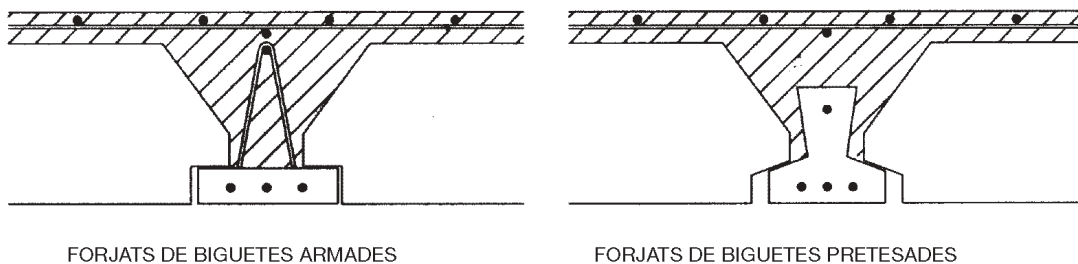


Figura 2.2 Tipus usuals de forjats de biguetes

2.3 Forjat de lloses alveolades pretesades

Sistema constructiu constituït per:

- a) lloses alveolades prefabricades de formigó pretesat,
- b) armadura col·locada a l'obra, si s'escau, i
- c) formigó abocat a l'obra per a reblliment de juntes laterals entre lloses i formació de la llosa superior. Excepte quan hi hagi accions laterals importants, es pot prescindir de la llosa superior formigonada a l'obra sempre que es justifiqui adequadament el compliment dels estats límit últims i de servei.

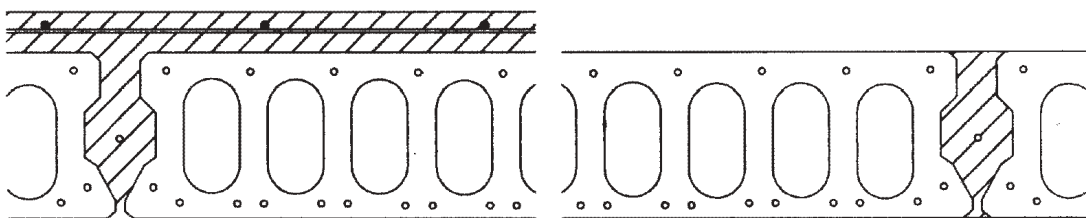


Figura 2.3 Tipus usuals de forjats de lloses alveolades pretesades

Article 3. Documents de projecte i execució

Els diferents documents que en conjunt constitueixen un avantprojecte, estudi o projecte d'execució de qualsevol classe han d'estar definits de tal manera que un altre facultatiu competent diferent de l'autor els pugui interpretar i pugui dirigir l'obra d'acord amb aquells documents.

3.1 Documentació del forjat per a la seva execució

Amb independència del contingut del projecte d'execució, abans de l'execució de l'obra s'ha de disposar, almenys, la informació següent.

A la memòria:

- a) les accions considerades en el càlcul, especificant com a mínim les sobrecàrregues previstes del forjat i la càrrega total,
- b) els coeficients parcials de seguretat adoptats i els nivells de control establerts,
- c) les característiques del formigó abocat a l'obra i de les armadures d'acer,
- d) les sol·licitacions més desfavorables en cada tipus de nervi del forjat,
- e) la indicació expressa, si s'escau, dels elements components d'un sistema de forjat que estiguin en possessió d'un distintiu oficialment reconegut, i
- f) si s'escau, la necessitat d'exigència dels certificats de garantia de la capacitat de resistència a esforç tallant o a esforç rasant del forjat, signats per una persona física, i als quals es fa referència a 14.2.1 i 14.3, respectivament. En el cas d'elements resistents prefabricats en possessió d'un distintiu oficialment reconegut, els certificats de garantia als quals fa referència aquest punt es poden substituir per una acreditació escrita en vigor d'estar en possessió del distintiu.

Als plànols:

- g) els plànols d'execució del forjat, signats o, si s'escau, conformats, per la direcció facultativa. Si els plànols del forjat són realitzats pel projectista o per la direcció facultativa, com a projectista, han de dur la signatura corresponent. Si l'autor del projecte no és cap dels anteriors (consultor, prefabricador, etc.), els plànols han de dur la signatura de la persona física que els hagi realitzat i han de mostrar el vistiplau de la direcció facultativa,
- h) el cantell total del forjat i el gruix de la llosa superior formigonada a l'obra,
- i) les dimensions i la situació dels buits per al pas d'instal·lacions si tenen transcendència estructural, indicant la forma de resoldre'ls,
- j) el tipus d'element que s'ha de col·locar a cada zona, indicant, si escau, el gruix de la llosa superior formigonada a l'obra. En el cas de forjats de biguetes també s'han d'indicar les separacions entre elements, la forma, les dimensions i el material de les peces d'entrebigat,
- k) la longitud, la posició i els diàmetres de les armadures que s'han de col·locar a l'obra,
- l) els apuntaments necessaris en cada crugia i, si s'escau, la separació màxima entre sotaponts, i
- m) els detalls dels enllaços del forjat amb l'estructura principal i de les zones massissades.

3.2 Documentació final d'obra

La documentació final d'obra ha d'incloure un apartat referent al forjat amb la informació següent:

- a) Còpia de les fitxes de característiques tècniques del forjat utilitzat, en les quals figuri el segell de l'autorització d'ús concedida,
- b) Plànols actualitzats dels forjats realment executats, en els quals es reflecteixin les modificacions introduïdes durant l'execució, si n'hi ha,
- c) Si les peces d'entrebigat són ceràmiques, resultats de l'assaig de dilatació potencial emès com a màxim sis mesos abans de la data d'ús, en un laboratori acreditat,
- d) Si les peces d'entrebigat són de poliestirè, certificat del seu comportament de reacció al foc,
- e) Certificat acreditatiu d'estar en possessió d'un distintiu oficialment reconegut o, si no, justificació documental signada per una persona física del control intern de fabricació dels elements resistents del forjat, biguetes i/o lloses, aportada pel fabricant i que ha de contenir com a mínim:
 - 1) Resultats del control intern del formigó de l'últim mes.
 - 2) Resultats del control intern del producte acabat (flexió i esforç tallant) dels últims sis mesos.
- f) Resultats del control de recepció,
- g) Resultats del control d'execució del forjat realitzat, i
- h) Certificat, emès pel fabricant i signat per una persona física, dels elements constituents del forjat, indicant si s'escau la conformitat del que s'ha subministrat amb l'autorització d'ús.

Article 4. Exigències administratives

El fabricant d'elements prefabricats amb funció resistent per a forjats ha de tenir l'autorització d'ús per als seus sistemes, concedida per l'autoritat competent, d'acord amb les disposicions específiques sobre la matèria, sobre una fitxa de característiques tècniques, que conté dades rellevants per al càlcul, l'execució i el control del forjat.

CAPÍTOL II

Bases de càlcul i anàlisi estructural**Article 5. Requisits essencials i bases de càlcul**

Un forjat ha de ser projectat i construït perquè, amb una seguretat acceptable, sigui capaç de suportar tant les accions que el puguin sol·licitar durant la construcció i la vida de servei, com l'agressivitat de l'ambient.

Tot forjat ha de complir el requisit essencial de resistència mecànica i estabilitat. A més, ha de complir els requisits de seguretat en cas d'incendi, higiene, salut i medi ambient, seguretat d'ús, protecció davant el soroll i aïllament tèrmic que li siguin aplicables, si s'escau.

5.1 Criteris de seguretat i situacions de projecte

La seguretat d'una estructura davant un risc pot ser expressada en termes de probabilitat global de fallada, que està lligada a un determinat índex de fiabilitat.

En aquesta Instrucció s'assegura la fiabilitat requerida adoptant el mètode dels estats límit. Aquest mètode permet tenir en compte de manera senzilla el caràcter aleatori de les variables de sol·licitació, de resistència i dimensionals que intervenen en el càlcul. El valor de càlcul d'una variable s'obté a partir del seu principal valor representatiu, ponderant-lo mitjançant el seu corresponent coeficient parcial de seguretat.

Els coeficients parcials de seguretat no tenen en compte la influència de possibles errors humans grossers. Per prevenir aquestes fallades s'han d'utilitzar mecanismes adequats de gestió de la qualitat que incloguin les activitats relacionades amb el projecte, l'execució, l'ús i la conservació de l'estructura.

Les situacions de projecte que s'han de considerar són les que s'indiquen tot seguit:

- situacions permanents, que corresponen a les condicions d'ús normal del forjat,
- situacions transitòries, com ara les que es produeixen durant la construcció o reparació del forjat, i
- situacions accidentals, que corresponen a condicions excepcionals aplicables al forjat.

5.2 El mètode dels estats límit

Per calcular un forjat s'ha d'emprar el mètode dels estats límit. Als efectes d'aquesta Instrucció, els estats límit es defineixen, es classifiquen i es comproven de conformitat amb el que estableix l'apartat 8.1. de la Instrucció EHE.

5.3 Bases de càlcul orientades a la durabilitat dels forjats

Abans de començar el projecte s'ha d'identificar el tipus d'ambient que defineixi l'agressivitat a la qual estarà sotmès cada un dels elements que constitueixen el forjat, d'acord amb el que estableix l'apartat 8.2 de la Instrucció EHE. S'han d'analitzar independentment les classes d'exposició corresponents als elements prefabricats i, si s'escau, a la llosa superior de formigó abocat a l'obra.

El tipus d'ambient es defineix per la combinació de:

- una classe general d'exposició davant la corrosió d'armadures, d'acord amb 5.3.1, i
- les classes específiques d'exposició, si s'escau, d'acord amb 5.3.2.

5.3.1 Classes generals d'exposició ambiental en relació amb la corrosió de les armadures

Tot element d'un forjat ha d'estar sotmès a una única classe general d'exposició, d'acord amb els criteris establerts a l'apartat 8.2.2 de la Instrucció EHE.

5.3.2 Classes específiques d'exposició en relació amb altres processos de degradació diferents de la corrosió

Tot element d'un forjat pot estar sotmès a una, diverses o cap classe d'exposició, d'acord amb l'apartat 8.2.3 de la Instrucció EHE.

En el cas de forjats de coberta no impermeabilitzats de construccions situades en zones de gelades, segons l'apartat 8.2.3 de la Instrucció EHE, la llosa superior de formigó abocat a l'obra, o en el cas que no existeixi aquesta llosa, les superfícies superiors dels elements prefabricats han d'estar sotmeses a una classe específica d'exposició H.

Article 6. Accions

Les accions característiques s'han d'establir en el projecte d'acord amb els valors especificats a la normativa vigent sobre accions en l'edificació. És necessari considerar a més les accions sísmiques en els casos que estableixi la Norma de Construcció Sismoresistent vigent.

Quan tinguin una influència apreciable, s'han de considerar les càrregues derivades del procés d'execució de l'edifici, en particular les procedents de l'apuntament i desapuntament de les plantes superiors que, de vegades, poden produir la combinació d'accions més desfavorable.

Per comprovar els estats límit últims i de servei s'han d'obtenir les accions de càlcul tal com estableix l'article 12 de la Instrucció EHE, combinant-les com s'indica a l'article 13 de la mateixa Instrucció.

En el cas que els elements resistents prefabricats tinguin un distintiu oficialment reconegut, els coeficients parcials de seguretat de les accions per a les comprovacions dels estats límit últims són els següents:

- moments positius: $\gamma_g = 1,35$ i $\gamma_q = 1,50$,
- moments negatius: els corresponents de la Instrucció EHE segons el seu nivell de control,
- esforços tallant i rasant en forjats amb biguetes autoresistents sense continuïtat i en forjats amb lloses alveolades pretesades: $\gamma_g = 1,35$ i $\gamma_q = 1,50$, i
- esforços tallant i rasant en forjats amb biguetes autoresistents amb continuïtat i en forjats amb biguetes no autoresistents: s'hi ha d'aplicar una disminució de 0,05 respecte als coeficients de la Instrucció EHE, però sense permetre valors de γ_g inferiors a 1,35 ni de γ_q inferiors a 1,50.

Per poder aplicar els coeficients de seguretat indicats en aquest article ha de figurar específicament i obligatòriament als informes d'inspecció per lot corresponents al nivell de control d'execució de què es tracti (un per a control reduït, dos per a control normal i tres per a control intens) la revisió en obra dels aspectes següents:

- les condicions de suport i carregament de les biguetes i de les lloses alveolades pretesades,
- el cantell total del forjat, tipus i geometria del revoltó i de la peça resistent,
- la separació entre sotaponts i procés d'apuntament,
- la qualitat, el diàmetre i la posició de l'armadura de negatius,
- l'estat de netedat de la superfície de contacte a esforç rasant, i
- l'abocament, la compactació i la cura del formigó.

Article 7. *Anàlisi estructural*

La llum de càlcul de cada tram de forjat es mesura, en general, entre eixos dels elements de suport. Quan el forjat recolza en bigues planes o mixtes no centrades amb els suports, s'ha de prendre com a eix el que passa pels centres d'aquests. Quan el cantell del forjat és més petit que el gruix del mur en el qual se sustenta, es pot prendre com a llum de càlcul la llum lliure més el cantell del forjat.

El càlcul de sol·licitacions s'efectua, en general, tant per als estats límit últims com per als de servei, d'acord amb els mètodes de càlcul lineal en la hipòtesi de biga contínua amb inèrcia constant, recolzada en les bigues o els murs sobre els quals descansa considerant les posicions més desfavorables de les sobrecàrregues. En les sol·licitacions de càlcul del forjat s'han de tenir en compte els efectes provinents de l'acció horitzontal sobre l'edifici.

Per a l'anàlisi dels estats límit últims es poden considerar també lleis de moments flectors redistribuïdes fins en un 15% amb relació a les deduïdes de l'anàlisi lineal, com recull l'apartat 21.4 de la Instrucció EHE. També és possible considerar com a lleis envoltants de moments flectors les que resultin d'igualar, en valor absolut, els moments als suports i a l'obertura. Aquest procediment, avalat per l'experiència, no requereix el plantejament d'alternances de la sobrecàrrega. Les lleis d'esforços tallants es poden deduir, en aquest cas, a partir dels moments negatius màxims.

Als suports sense continuïtat s'ha de considerar un moment flector negatiu no inferior a 1/4 del moment flector positiu del tram contigu, suposant moment nul en aquest suport. En el cas de lloses alveolades pretesades sense continuïtat i amb suport directe s'ha de tenir en consideració la possible existència de coaccions no desitjades, segons l'annex 4.

Totes les obertures han de resistir, com a mínim, un moment positiu igual a la meitat del seu moment isostàtic.

A l'annex 2 es donen criteris per considerar el repartiment transversal de càrregues lineals i puntuals en forjats de biguetes i a l'annex 3 es proporciona un mètode de càlcul que es pot utilitzar per al repartiment transversal de càrregues lineals i puntuals en lloses alveolades pretesades.

Article 8. *Forces de pretesatge i pèrdues de força*

La força de pretesatge, després de la transferència, ha de ser igual a la inicial menys la suma de les pèrdues originades per:

- la penetració de falques,
- la relaxació de l'armadura activa a temperatura ambient fins a la transferència,

- c) la relaxació addicional de l'armadura activa pel procés de cura tèrmica, si s'escau,
- d) la dilatació tèrmica de l'armadura activa pel procés de cura tèrmica,
- e) la retracció del formigó fins a la transferència, i
- f) l'escurçament elàstic instantani en transferir.

A les peces, les tensions finals que es requereixen per a l'anàlisi dels forjats en estats límit últims i de servei han d'incloure, a més, les pèrdues per:

- g) la relaxació de l'armadura activa posterior a la transferència,
- h) la retracció del formigó posterior a la transferència, i
- i) la fluència del formigó.

Després de la transferència, les biguetes i lloses alveolades pretesades no han de presentar traccions més grans que la resistència a tracció del formigó $f_{ct,j}$, ni compressions més grans que el 60% de la resistència a compressió f_{cj} , ambdues en valors representatius a l'edat j a la qual es realitza la transferència de la força de pretesatge (figura 8).

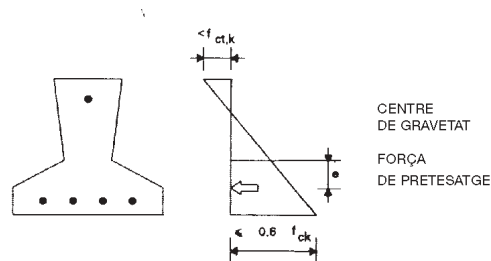


Figura 8. Tensions després de la transferència

Les pèrdues totals s'han de justificar degudament.

CAPÍTOL III

Propietats tecnològiques dels materials

Article 9. Generalitats

Els materials considerats en el projecte dels forjats i emprats en la seva execució han de complir amb caràcter general totes les especificacions establertes per a aquests, si s'escau, en la Instrucció EHE, a més de les prescripcions específiques recollides als articles següents.

Article 10. Biguetes i lloses alveolades pretesades

10.1 Armadures passives

Les armadures passives de les biguetes i lloses alveolades pretesades han de complir les condicions especificades a l'article 31 de la Instrucció EHE.

La distància lliure, horitzontal i vertical, entre dues barres aïllades consecutives ha de ser igual o superior al valor més gran dels tres següents:

- a) 15 mm,
- b) el diàmetre de la més gran,
- c) 1,25 vegades la mida màxima de l'àrid.

En el cas de grups de barres s'ha de complir el que prescriu l'apartat 66.4.2 de la Instrucció EHE.

Als efectes d'un formigonatge correcte dels elements prefabricats s'ha d'entendre per recobriment la separació de tota superfície límit de formigonatge, i als efectes de protecció d'armadures les superfícies que ho siguin de manera definitiva (figura 10.1).

Els recobriments de les armadures respecte a les superfícies que ho siguin de manera definitiva han de complir les prescripcions que estableix l'article 13, a fi d'aconseguir una durabilitat adequada. Quan es tracti de superfícies límit de formigonatge, enteses com a tals les que en situació definitiva queden embegudes en la massa de formigó, el recobriment no pot ser més petit que el diàmetre de la barra o diàmetre equivalent quan es tracti d'un grup de barres, ni que 0,8 vegades la mida màxima de l'àrid.

A les biguetes armades, l'armadura bàsica s'ha de disposar en tota la seva llargada d'acord amb l'article 18. L'armadura complementària inferior es pot disposar només en part de la seva llargada. Aquesta armadura complementària s'ha de disposar de forma simètrica respecte al punt mitjà de la bigueta.

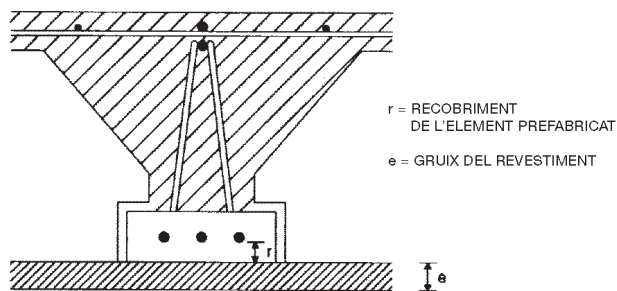


Figura 10.1 Recobriment de les armadures passives

10.2 Armadures actives

Les armadures actives de les biguetes i lloses alveolades pretesades han de complir les condicions especificades a l'article 32 de la Instrucció EHE.

La distància lliure, horitzontal i vertical entre dues armadures aïllades consecutives ha de ser igual o superior al valor més gran dels tres següents:

- 15 mm per a la separació horitzontal i 10 mm per a la separació vertical,
- el diàmetre de la més gran,
- 1,25 vegades la mida màxima de l'àrid per a la separació horitzontal i 0,8 vegades per a la separació vertical.

Es poden agrupar dos filferros en posició vertical sempre que siguin de la mateixa qualitat i diàmetre, cas en què per determinar la magnitud dels recobriments i les distàncies lliures a les armadures veïnes s'ha de considerar el perímetre real de les armadures.

Els recobriments de les armadures han de complir les prescripcions establertes a l'article 13.

L'armadura activa situada a la zona inferior d'una bigueta pretesada ha d'estar constituïda, almenys, per dues armadures disposades al mateix pla horitzontal i en posició simètrica respecte al pla vertical mitjà. A les lloses alveolades pretesades la distància entre les armadures ha de ser inferior a 400 mm i a dues vegades el cantell de la peça.

La quantia geomètrica ρ de l'armadura no pot ser inferior a l'1,5 per 1.000 de l'àrea de la secció total ni inferior al 5 per 1.000 de l'àrea cobaricèntrica amb l'armadura situada a la zona inferior d'aquesta.

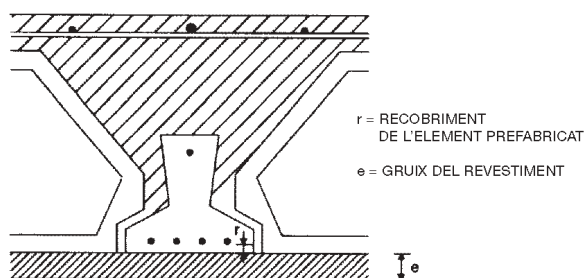


Figura 10.2 Recobriment de les armadures actives

10.3 Formigó de biguetes i lloses alveolades pretesades

El formigó de les biguetes i lloses alveolades pretesades ha de complir les condicions especificades a l'article 30 de la Instrucció EHE, tipificades segons l'apartat 39.2 de la Instrucció EHE.

Article 11. Peces d'entrebigat

11.1 Generalitats

La càrrega de ruptura a flexió per a qualsevol peça d'entrebigat ha de ser més gran que 1,0 kN determinada segons UNE 53981:98 per a les peces de poliestirè expandit i segons UNE 67037:99, per a peces d'altres materials.

En peces d'entrebigat ceràmiques, el valor mitjà de l'expansió per humitat, determinat segons la UNE 67036:99, no pot ser superior a 0,55 mm/m, i no s'ha de superar en cap dels mesuraments individuals el valor de 0,65 mm/m. Les peces d'entrebigat que superin el valor límit d'expansió total es poden utilitzar, tanmateix, sempre que el valor mitjà de l'expansió potencial, segons la UNE 67036:99, determinat prèviament a la seva posada a l'obra, no sigui més gran que 0,55 mm/m.

El comportament de reacció al foc de les peces que estiguin o puguin quedar exposades a l'exterior durant la vida útil de l'estructura ha d'assolir com a mínim la classificació M1 d'acord amb la UNE 23727:90. Els revoltos fabricats amb materials inflamables s'han de protegir de l'exposició al foc mitjançant capes protectores eficaces. La idoneïtat de les capes de protecció ha de ser justificada empíricament per al rang de temperatures i deformacions previsibles sota l'actuació del foc de càlcul.

11.2 Peces alleugeridores

S'entenen com a peces d'entrebigat alleugeridores les que no són considerades com a part de la secció resistent del forjat.

Les peces d'entrebigat alleugeridores poden ser de ceràmica, formigó, poliestirè expandit o altres materials prou rígids. Les peces han de complir les condicions establertes a l'apartat 11.1.

11.3 Peces col·laborants.

S'entenen com a peces d'entrebigat col·laborants les que són considerades com a part de la secció resistent del forjat.

Les peces d'entrebigat col·laborants poden ser de ceràmica o de formigó o un altre material resistent. Han de complir les condicions establertes a l'apartat 11.1 i la seva resistència característica a compressió no pot ser inferior a la resistència de projecte del formigó abocat a l'obra amb què s'executi el forjat. Es pot considerar que aquestes peces formen part de la secció resistent del forjat quan es compleixen les condicions indicades a l'article 14.

Article 12. *Formigó abocat a l'obra*

El formigó abocat a l'obra tant a la llosa superior com al rebliment de nervis o juntes ha de complir les condicions especificades a l'article 30 de la Instrucció EHE; la seva resistència característica ha de ser la indicada en el projecte d'execució i no pot ser inferior a la indicada en l'autorització d'ús.

Aquest formigó s'ha de tipificar amb el format següent (segons l'apartat 39.2 de la Instrucció EHE):

T-R/C/TM/A

on:

- l'indicatiu T és HA,
- la resistència característica especificada R ha de ser, com a mínim, 25 N/mm²,
- la consistència ha de ser, en condicions habituals, tova o fluida (per la qual cosa C ha de ser B o F, respectivament),
- la mida màxima de l'àrid en mm, TM, ha de ser inferior a 0,4 vegades el gruix mínim de la llosa superior formigonada a l'obra o de la mida de la junta, i no pot superar els 20 mm, i
- la designació d'ambient A que es considera per a aquest formigó ha de ser la indicada a 5.3.1.

Tot això s'aplica fins i tot en el cas especial, indicat a l'apartat 2.3, de forjat de lloses alveolades pretesades en què, a causa de l'absència d'accions horitzontals importants i després d'una adequada justificació que són satisfets els estats límit últims i de servei, es pugui prescindir de la llosa superior i en què, a més, no hi hagi armadura embeguda en el formigó de rebliment o juntes.

Article 13. *Durabilitat*

13.1 Generalitats

La durabilitat d'un forjat s'ha d'aconseguir mitjançant una estratègia capaç de considerar tots els possibles factors de degradació, i actuar en conseqüència sobre cada una de les fases de projecte, execució i ús de l'estructura.

Una estratègia correcta per a la durabilitat ha de tenir en compte que en una estructura hi pot haver diferents forjats sotmesos a diferents tipus d'ambient. A aquests efectes s'han de tenir en compte les bases de càlcul orientades a la durabilitat dels forjats establertes a 5.3.

13.2 Estratègia de durabilitat

Per a la consecució d'una durabilitat adequada dels forjats que són objecte d'aquesta Instrucció s'han de seguir les indicacions de l'article 37 de la Instrucció EHE, considerant a més els aspectes específics que s'indiquen a continuació.

13.3 Recobriments

Tant per a armadures passives com per a armadures actives pretesades s'han d'observar els recobriments mínims donats a l'article 37.2.4 de la Instrucció EHE.

En el cas de biguetes o lloses alveolades amb $f_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$, que tinguin un distintiu oficialment reconegut, que garanteixi una constant de carbonatació inferior a $1,6 \text{ mm}/\sqrt{\text{any}}$, es pot reduir en 5 mm el recobriment mínim especificat per a les classes generals II a i II b.

Per obtenir el recobriment nominal els valors de recobriment mínim de la taula 13.3 s'incrementen en un marge de recobriment el valor del qual ha de ser:

0 mm per al cas de:

- elements prefabricats pretesats (biguetes o lloses alveolades pretesades), sempre que estiguin sotmesos a un control de recepció a nivell intens,
- elements prefabricats en possessió d'un distintiu oficialment reconegut, o
- armadura de repartiment a la llosa superior de formigó, sense funció específica resistent considerada en el càlcul.

Per aplicar aquest marge de recobriment, i excepte en elements que tinguin un distintiu oficialment reconegut, s'exigeix que la documentació subministrada amb els elements prefabricats inclogui una còpia dels registres de comprovació del control de recobriments i de posició de separadors, efectuat pel fabricant i corresponent a la partida subministrada a l'obra. Per a aquest cas, el control ha d'incloure, almenys, sis elements diferents per cada pista fabricada en el cas de biguetes i dos elements diferents per cada pista fabricada en el cas de lloses alveolades.

5 mm per al cas de:

- biguetes armades amb control de recepció a nivell intens,
- elements prefabricats pretesats amb control de recepció a nivell normal, o
- lloses superiors formigonades a l'obra amb nivell intens de control d'execució.

Per aplicar aquest marge de recobriment s'exigeix que la documentació subministrada amb els elements prefabricats inclogui una còpia dels registres de comprovació del control de recobriments i de posició de separadors, efectuat pel fabricant i corresponent a la partida subministrada a l'obra. Per a aquest cas, el control ha d'incloure, almenys, quatre elements diferents per cada pista fabricada en el cas de biguetes i dos elements diferents per cada dues pistes fabricades en el cas de lloses alveolades.

10 mm en la resta dels casos.

També s'exigeix, en qualsevol cas, que la documentació subministrada amb els elements prefabricats inclogui una còpia dels registres de comprovació del control de recobriments i de posició de separadors, efectuat pel fabricant i corresponent a la partida subministrada a l'obra. Per a aquest cas, el control ha d'incloure, almenys, tres elements diferents per cada pista fabricada en el cas de biguetes i dos elements diferents per cada tres pistes fabricades en el cas de lloses alveolades.

A les biguetes o lloses alveolades pretesades, el projectista pot comptar, a més del recobriment real del formigó, amb el gruix dels revestiments del forjat que siguin compactes i impermeables, tinguin caràcter de definitius i permanents i estiguin adherits directament al formigó de l'element, a fi de complir els requisits de recobriment mínim. Tanmateix, en aquests casos aquest recobriment mínim de formigó mai no pot ser inferior a 15 mm.

En cap cas no s'han d'emprar gruixos de revestiment superiors a 20 mm. En els casos en què l'espessor del recobriment substituït exigeixi espessors més grans, s'hi ha d'afegir una segona protecció addicional (pintura, resina epoxi, etc.), el comportament de la qual s'ha de justificar documentalment.

CAPÍTOL IV

Càlculs relatius als estats límit

Article 14. Estats límit últims

En el càlcul dels forjats amb peces d'entrebigat col·laborants, tant per als estats límit últims com per als de servei, es pot considerar que formen part de la secció resistent els envanets de les peces d'entrebigat adherits al formigó.

No es consideren en el càlcul les zones de formigó abocat a l'obra en què aquest té difícil accés com a conseqüència d'amplades de pas inferiors a 20 mm (figura 14.2.1.b).

14.1 Estat límit d'esgotament davant de sol·licitacions normals

En els forjats amb biguetes armades o pretesades, i en els forjats de lloses alveolades pretesades, les seccions sotmeses a sol·licitacions normals, moments positius o negatius, es calculen segons el que estableix l'article 42 de la Instrucció EHE. Si existeix a més un esforç axial, s'ha de considerar en el càlcul.

14.2 Estat límit d'esgotament davant d'esforç tallant

14.2.1 Forjats de biguetes

És necessari comprovar que no es produeix esgotament per compressió obliqua en l'ànima, ni per tracció obliqua en aquesta. Per a això s'ha de comprovar que es compleixen simultàniament les condicions següents:

a) a la vora del suport: $V_d \leq V_{u1}$

comprovació que no és necessària en peces sense armadura transversal:

b) a un cantell útil respecte de la vora del suport: $V_d \leq V_{u2}$

en què:

V_d és l'esforç tallant de càlcul, obtingut d'acord amb l'article 7,

V_{u1} és l'esforç tallant d'esgotament per compressió obliqua en l'ànima,

V_{u2} és l'esforç tallant d'esgotament per tracció en l'ànima.

L'esforç tallant d'esgotament per compressió obliqua en l'ànima, V_{u1} , es dedueix de l'expressió següent:

$$V_{u1} = 0,3 f_{cd} b_0 d (1 + \cot \alpha)$$

en què:

f_{cd} és la resistència de càlcul del formigó a compressió,

b_0 és l'amplada mínima del nervi,

d és el cantell útil del forjat,

α és l'angle de l'armadura respecte a l'eix de la peça.

Els esforços d'esgotament per tracció en l'ànima V_{u2} , en forjats sense armadura transversal i en forjats amb armadura transversal es poden determinar, respectivament, segons els apartats 44.2.3.2.1 i 44.2.3.2.2 de la Instrucció EHE.

Això no obstant, en forjats de biguetes sense armadura es poden adoptar per a V_{u2} :

$$V_{u2} = 0,16 \sqrt{f_{cd}} b_0 d$$

A més, en forjats de biguetes sense armadura i sempre que es compleixi el que estableix en aquest sentit l'annex 5, tant pel que fa a limitació tipològica com a l'existència d'un control de producció que justifiqui aquest valor, es poden adoptar per a V_{u2} :

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

L'expressió anterior s'aplica exclusivament a forjats amb biguetes subministrades amb un certificat de garantia del fabricant, signat per una persona física d'acord amb el que estableix l'annex 5 esmentat.

En forjats amb armadura transversal:

$$V_{u2} = 0,16 \sqrt{f_{cd}} b_0 d + 0,9 d \sum A_{y\alpha} f_{y\alpha} (\sin \alpha_i + \cos \alpha_i)$$

en què:

b_0 és l'amplada mínima del nervi,

d és el cantell útil del forjat,

$f_{y\alpha,d}$ és la resistència de càlcul a tracció de l'acer de l'armadura transversal, igual a $f_{yk}/\gamma_s \leq 400 \text{ N/mm}^2$,

A_α és l'àrea de cada una de les famílies d'armadures transversals, per unitat de longitud de nervi,

α_i és l'angle que formen les diferents famílies d'armadures transversals amb l'eix del nervi, tal com es defineix a la figura 44.2.3.1a de la Instrucció EHE considerant només les armadures amb angle α_i comprès entre 45° i 135° ,

f_{cd} és la resistència de càlcul del formigó a compressió, en N/mm^2 .

En la comprovació a un nivell amb una amplada b s'ha d'adoptar com a resistència la que correspon al formigó d'aquest nivell, i quan la secció talli dos formigons s'ha de prendre, o bé l'amplada del prefabricat amb la seva resistència, o bé l'amplada total amb la resistència del formigó abocat a l'obra (figures 14.2.1.a i 14.2.1.b), sempre que el formigó «in situ» tingui una resistència més petita que l'element prefabricat.

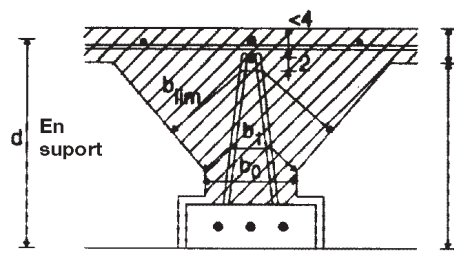
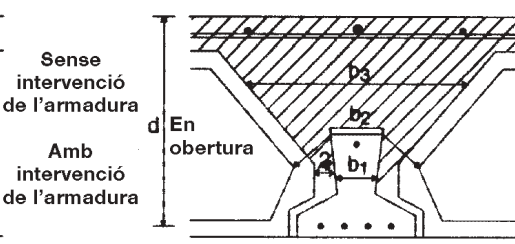


Figura 14.2.1.a Comprovació d'esforç tallant amb peces d'entrebigat alleugeridores



cotes en cm

Figura 14.2.1.b Comprovació d'esforç tallant amb peces d'entrebigat col·laborants

En els forjats de biguetes armades amb armadura bàsica es pot considerar la col·laboració de la gelosia per a la comprovació d'esforç tallant prenent com a amplada del nervi la corresponent a una profunditat superior o igual a 20 mm per sota del rodó superior de la gelosia. Així mateix s'ha de comprovar el nervi sense la col·laboració de la gelosia amb l'amplada menor del nervi, entre 20 mm per sota del rodó superior de la gelosia i la cara superior del forjat.

14.2.2 Forjats de lloses alveolades pretesades

14.2.2.1 Esforç tallant longitudinal

Per comprovar que no s'assoleix l'estat limit d'esgotament per esforç tallant és necessari comprovar, en una secció situada a la meitat d'un cantell útil de la vora del suport, que:

$$V_d \leq V_{u2}$$

L'esforç tallant d'esgotament per tracció en l'ànima V_{u2} (vegeu la figura 14.2.2) es determina de la manera següent:

a) A la zona en què $M_d \leq M_0$:

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

en què:

M_d és el moment de càlcul de la secció,

M_0 és el moment de descompressió de la secció,

I és el moment d'inèrcia de la secció transversal,

S és el moment estàtic de la secció transversal,

$f_{ct,d}$ és la resistència de càlcul a tracció del formigó,

σ_{cpm} és la tensió mitjana al formigó deguda a la força de pretesatge,

α és el coeficient igual a $x/(1,2 l_{bd}) \leq 1$

en què:

x és la distància de la secció a l'extrem

l_{bd} és la longitud de transferència de l'armadura activa de pretesatge, en mm, que es pot prendre com a: $l_{bd} = \phi \sigma_p / 21$

on:

σ_p és la tensió de pretesatge, després de les pèrdues, en N/mm²

ϕ és el diàmetre de l'armadura activa, en mm.

A les lloses alveolades pretesades amb llosa superior formigonada a l'obra s'han de considerar la suma de les dues situacions següents de càrrega:

- esforços resultants del pes propi de la llosa prefabricada i del formigó abocat a l'obra, que són resistits exclusivament per la llosa prefabricada;
- esforços tallants de les càrregues totals que són resistits per la secció composta.

El moment M_0 és en aquest cas el de la secció composta amb llosa, i el M_d , la suma dels moments majorats de càrregues que actuen en secció composta més els deguts a càrregues en secció simple multiplicats per la relació de moments resistents de secció composta i simple a la fibra més traccionada.

En aquests casos també calen les comprovacions de la superfície de contacte entre el formigó abocat a l'obra i el formigó prefabricat indicades a l'apartat 14.3.

- A la zona en què $M_d \geq M_0$:

Es determina d'acord amb el que estableix l'apartat 44.2.3.2.1 de la Instrucció EHE, és a dir:

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

en què:

f_{ck} és la resistència característica a compressió del formigó en N/mm²;

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

ρ_l és la quantia d'armadura longitudinal traccionada, passiva i activa adherent, ancorada a una distància igual a d o superior a partir de la secció en estudi;

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

en què:

A_s és l'armadura passiva longitudinal,

A_p és l'armadura activa adherent longitudinal,

f_{pd} és la resistència de càlcul de l'acer de l'armadura activa adherent,

f_{yd} és la resistència de càlcul de l'acer de l'armadura passiva,

b_0 és l'amplada mínima del nervi,

d és el cantell útil del forjat.

14.2.2.2 Esforç tallant vertical a les juntes

L'esforç tallant vertical per unitat de longitud a les juntes longitudinals V_d no pot ser més gran que l'esforç tallant resistit V_u calculat com el més petit dels valors següents:

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

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

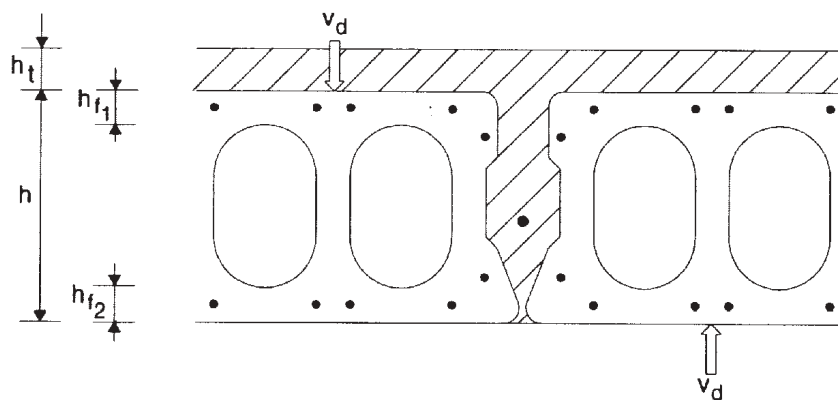


Figura 14.2.2 Esforç tallant a les juntes entre lloses alveolades pretesades

en què:

$f_{bt,d}$ és la resistència de càlcul a tracció del formigó de la llosa prefabricada,

$f_{ct,d}$ és la resistència de càlcul a tracció del formigó abocat a l'obra,

$\sum h_f$ és la suma dels gruixos més petits de l'ala superior i de l'ala inferior de la llosa prefabricada (figura 14.2.2),

h és l'altura neta de la junta,

h_t és el gruix del formigó de la llosa superior formigonada a l'obra.

14.3 Estat límit d'esgotament per esforç rasant

A més a més de les comprovacions anteriors, tant en els forjats amb biguetes armades o pretesades com en els forjats de lloses alveolades pretesades amb llosa superior formigonada a l'obra, s'ha de verificar que la tensió rasant que sol·licita la junta entre l'element prefabricat i el formigó abocat a l'obra compleix la condició que estableix l'article 47.2 de la Instrucció EHE relativa a la resistència a esforç rasant en juntes entre formigons.

A efectes del perímetre crític de contacte p cal tenir en compte el que indica la figura 14.3.

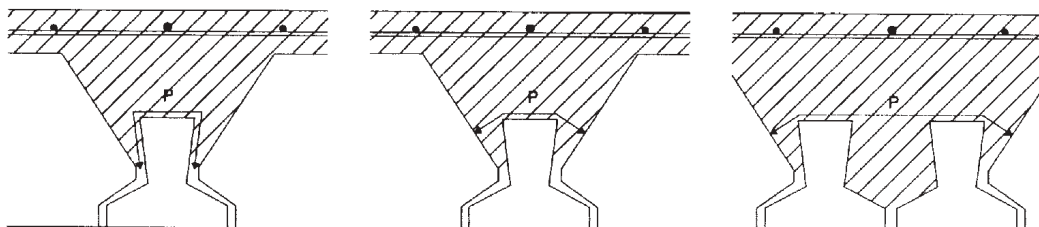


Figura 14.3 Perímetre de contacte entre formigons

Es poden admetre valors d'esforç rasant fins a un 20% superiors als indicats a la Instrucció EHE, per a les biguetes armades o pretesades sense armadura de connexió, eficaçment empalmades en cua d'oreneta, i s'han de justificar mitjançant resultats d'assaig d'acord amb l'annex 6. Aquests assajos han de reproduir les pitjors condicions que es puguin presentar dins del camp d'utilització del forjat en qüestió.

14.4 Estat límit de punxonament en forjats

Si hi ha càrregues concentrades importants, s'ha de comprovar la resistència a punxonament del forjat.

Els forjats sotmesos a càrregues concentrades importants han de disposar de llosa superior formigonada a l'obra i han de ser objecte d'un estudi especial.

A les lloses alveolades pretesades sense llosa superior formigonada a l'obra, la càrrega puntual sobre la llosa alveolada prefabricada no pot ser més gran que:

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

en què:

b_w és l'amplada efectiva, obtinguda com a suma de les ànimes afectades d'acord amb la figura 14.4,

h és l'altura total de la llosa,

$f_{ct,d}$ és la resistència de càlcul a tracció del formigó de la llosa prefabricada,

σ_{cpm} és la tensió mitjana al formigó deguda a la força de pretesatge, i

α és el coeficient igual a $[\alpha/(1,2 l_{bd})] \leq 1$

on:

x és la distància des de la secció a l'extrem,

l_{bd} és la longitud de transferència de l'armadura activa de pretesatge.

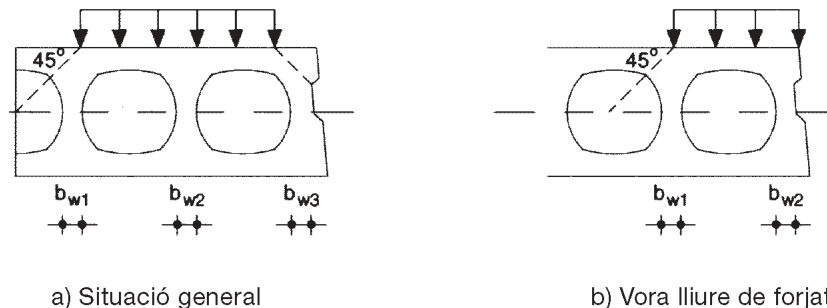


Figura 14.4 Amplada efectiva en lloses alveolades pretesades

Per a càrregues concentrades de les quals més del 50% estigui actuant sobre una vora lliure del forjat amb una amplada de b_w (vegeu la figura 14.4), la resistència resultant de la fórmula només és aplicable si es disposen, almenys, un filferro o cordó a l'ànima exterior i un reforç passiu transversal. Si no es compleix alguna d'aquestes dues condicions, la resistència s'ha de dividir pel factor 2.

Com a reforç passiu transversal s'han de disposar xapes o barres a la part superior de l'element amb una longitud d'almenys 1,20 m, perfectament ancorades i calculades per resistir una força de tracció igual al total de la càrrega concentrada.

Si sobre algun alvèol hi ha una càrrega d'una amplada inferior a la meitat de l'amplada de l'alvèol, s'ha de calcular un segon valor de resistència amb la fórmula anterior, però substituint h pel gruix més petit de l'ala superior, i b_w , per l'amplada de la zona carregada. Per a la comprovació s'ha de prendre el més petit dels valors de resistència calculats anteriorment.

14.5 Estat límit d'esgotament per torsió en lloses alveolades pretesades

Si una secció està subjecta a esforços tallants i torsius concomitants, la capacitat a esforç tallant V_{u2n} s'ha de calcular a partir de:

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

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

amb

en què:

V_{u2n} és el valor net de la resistència a esforç tallant,

V_{u2} és la resistència a esforç tallant segons l'apartat 14.2,

V_{Td} és l'increment d'esforç tallant produït pel moment torsiu,

T_d és el moment torsiu de càlcul a la secció analitzada,

b_w és l'amplada de l'ànima exterior al nivell del centre de gravetat (vegeu la figura 14.5).

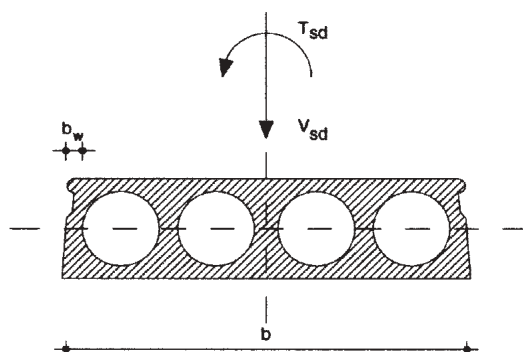


Figura 14.5 Esforç tallant i torsiu o tallant excèntric

14.6 Casos especials de càrrega i sustentació

14.6.1 Flexió transversal deguda a càrregues concentrades en lloses alveolades pretesades

L'acció de càrregues concentrades provoca moments flectors transversals a les lloses alveolades pretesades. Com que aquestes lloses no disposen d'armadura transversal, s'han de limitar les tensions de tracció degudes a aquests moments flectors. El valor límit depèn dels supòsits bàsics de càlcul sobre la distribució de les càrregues.

Si els elements es projecten sense tenir en compte el repartiment transversal de les càrregues, la qual cosa significa que totes les càrregues que actuen sobre un element serien resistides exclusivament per aquest element, el valor límit de la tensió de tracció és $f_{ct,k}$ en l'estat límit de servei.

En aquest cas, en l'estat límit de servei, la capacitat a càrregues concentrades q_k , en N/mm, i a càrrega puntual F_k , en N, es calcula de la manera següent:

- a) per a una càrrega lineal no situada a la vora del forjat:

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

- b) per a una càrrega lineal situada a la vora del forjat:

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

en què:

- ℓ és la llum de l'obertura, en mm,
- b és l'amplada de la llosa, en mm.

- c) per a una càrrega puntual situada en qualsevol lloc sobre una àrea de forjat:

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

en què:

- $W_{\ell b}$ és el mòdul resistent inferior mínim en direcció transversal per unitat de longitud, en mm³/mm,
- $W_{\ell t}$ és el mòdul resistent superior mínim en direcció transversal per unitat de longitud, en mm³/mm,
- W_{ℓ} és el valor més petit de $W_{\ell b}$ i $W_{\ell t}$ en mm³/mm.

Si els forjats de lloses alveolades pretesades es calculen considerant el repartiment transversal de la càrrega segons la teoria elàstica, la qual cosa significa que una part de les càrregues actuant sobre un element es distribueix als elements adjacents, el valor límit de la tensió a tracció ha de ser $f_{ct,d}$ en estat límit últim. Les resistències a càrregues concentrades, en aquest cas en l'estat límit últim, es poden derivar de la mateixa fórmula, però substituint q_k , F_k i $f_{ct,k}$ per q_d , F_d i $f_{ct,d}$ respectivament.

14.6.2 Capacitat de càrrega de lloses alveolades pretesades recolzades en tres vores

L'acció de càrregues repartides sobre una llosa alveolada pretesada amb una vora longitudinal recolzada hi provoca moments torsius. La reacció als suports deguda a la torsió s'ha d'ignorar en el càlcul en l'estat límit últim.

Les tensions tangencials degudes a aquests moments torsius s'han de limitar a $f_{ct,k}/1,5$ en l'estat límit de servei.

La capacitat de càrrega q_k per unitat de superfície, en N/mm, per a la càrrega total menys la càrrega deguda al pes propi de la llosa alveolada pretesada, es calcula, en l'estat límit de servei, com a:

$$q_k = \frac{f_{ct,k} W_t}{0,06 \ell^2}$$

$$\text{amb } W_t = 2 t (h - h_f) (b - b_w)$$

en què:

- W_t és el mòdul torsiu de la secció d'un element segons la teoria elàstica, en mm³,
- t és el més petit dels valors d' h_f i b_w , en mm,
- h_f és el valor més petit del gruix de l'ala superior o inferior, en mm,
- b_w és el gruix de l'ànima exterior, en mm.

Article 15. *Estats límit de servei*

15.1 Estat límit de fissuració

La comprovació de les condicions de fissuració es fa d'acord amb el que estableix l'article 49 de la Instrucció EHE amb les particularitats que s'indiquen a continuació.

En els càlculs necessaris per a la comprovació d'aquest estat límit de servei davant de càrregues totals, les tensions s'obtenen com a suma de les originades en cada fase de construcció, tenint en compte les càrregues aplicades, les condicions de sustentació i les seccions resistents de cada fase.

15.1.1 Fissuració per compressió

La comprovació de l'aparició de fissures per compressió es fa d'acord amb el que estableix l'apartat 49.2.1 de la Instrucció EHE.

15.1.2 Fissuració per tracció

Les màximes obertures de fissures per als diferents ambients definits a 5.3 són les especificades a l'apartat 49.2.4 de la Instrucció EHE.

En els forjats amb biguetes armades i pretesades, tant a la llosa superior formigonada a l'obra com en els elements prefabricats, l'obertura de fissura es calcula mitjançant el mètode general de càlcul definit a l'apartat 49.2.5 de la Instrucció EHE.

15.2 Estat límit de deformació

L'article 50 de la Instrucció EHE estableix les consideracions i els procediments per a les comprovacions que, amb caràcter general, s'han de tenir en compte per a aquest estat límit. En el cas dels forjats que s'inclouen en aquesta Instrucció, s'han de tenir en compte, a més a més, les prescripcions que estableix aquest apartat.

Amb caràcter general, perquè un forjat verifiqui aquest estat límit n'hi ha prou amb el compliment de les especificacions relatives a cantells mínims d'acord amb l'apartat 15.2.2, sempre que no se superin les llums màximes establertes en el dit apartat. En altres casos, s'ha de recórrer al procediment general d'acord amb l'apartat 15.2.3.

15.2.1 Límits de fletxa

Les deformacions calculades han de complir les condicions següents:

- la fletxa total a temps infinit no pot excedir el més petit dels valors $L/250$ i $L/500 + 1$ cm;
- per a forjats que sustenten envans o murs de partició o de tancament la fletxa activa no pot superar el més petit dels valors $L/500$ i $L/1.000 + 0,5$ cm.

En les expressions anteriors L és la llum de l'obertura i, en el cas de volada, 1,6 vegades la volada.

15.2.2 Cantell del forjat

En els forjats de biguetes amb llums inferiors a 7 m^2 i en els forjats de lloses alveolades pretesades amb llums inferiors a 12 m^2 , i sobrecàrregues no superiors a 4 kN/m^2 , no és necessari comprovar si la fletxa compleix les limitacions de 15.2.1 si el cantell total h és més gran que el mínim h_{\min} donat per:

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

on:

δ_1 és el factor que depèn de la càrrega total i que té el valor de $\sqrt{q/7}$, en què q és la càrrega total, en kN/m^2 ,

δ_2 és el factor que té el valor de $(L/6)^{1/4}$,

L és la llum de càlcul del forjat, en m,

C és el coeficient el valor del qual es pren de la taula 15.2.2:

TAULA 15.2.2

COEFICIENTS C				
Tipus de forjat	Tipus de càrrega	Tipus de tram		
		Aïllat	Extrem	Interior
Biguetes armades	Amb envans o murs Cobertes	17	21	24
		20	24	27
Biguetes pretesades	Amb envans o murs Cobertes	19	23	26
		22	26	29
Lloses alveolades pretesades (*)	Amb envans o murs Cobertes	36	—	—
		45	—	—

(*) Peces pretesades projectades de forma que, per a la combinació infreqüent, no s'arribi a superar el moment de fissuració.

En el cas de volades, C pren els valors següents: 6 si el forjat rep la càrrega d'envans o murs i 9 en altres casos.

15.2.3 Càlcul de la fletxa

15.2.3.1 Mètode general

S'ha de fer d'acord amb l'apartat 50.2.1 de la Instrucció EHE.

15.2.3.2 Mètode simplificat

La fletxa instantània es pot calcular, en cada fase de construcció, considerant per a cada obertura del forjat un valor únic d'inèrcia equivalent I_e , que té en compte l'efecte de la fissuració, resultat d'aplicar la fórmula que tot seguit s'indica a les seccions de centre d'obertura i a les extremes en encastament, amb el criteri següent:

- en obertura aïllada es considera només la secció centre d'obertura I_{ec} ; $I_e = I_{ec}$
- en volades la d'encastament I_{ee} ; $I_e = I_{ee}$
- en obertures intermèdies amb continuïtat en ambdós extrems es pren la de centre d'obertura I_{ec} i les dels dos extrems I_{ee1} i I_{ee2} amb la fórmula:

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

- en obertures amb continuïtat en només un extrem, la de centre d'obertura I_{ec} i la d'extrem encastat I_{ee} amb la fórmula:

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

A cada una d'aquestes seccions la inèrcia que cal considerar és:

- si sota l'acció del moment exterior M_a i del pretesatge, si s'escau, no es produeix, a la fibra més traccionada per les càrregues exteriors, una tensió de tracció superior a $f_{ct,p}$ la de la secció bruta I_b o, si es prefereix, la de la secció homogeneïtzada, tenint en compte les armadures amb el seu coeficient d'equivalència;
- en cas contrari, una inèrcia intermèdia entre la bruta I_b i la fissurada I_f s'obté amb la fórmula:

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

en què:

$f_{ct,f}$ és la resistència a flexotracció del formigó, igual a $0,37 f_{ck}^{2/3}$, amb f_{ck} en N/mm²,
 M_f és el moment de fissuració, calculat de la manera següent:

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

en què:

W és el mòdul resistent respecte de la fibra més traccionada de la secció, que és:

- el de la peça prefabricada (W_v) en cas de construcció no apuntalada, quan es calcula la fletxa sota el pes propi d'aquesta o del formigó abocat a l'obra.
- el del forjat (W_p), en qualsevol etapa de construcció apuntalada i en servei.

σ_{cp} és la tensió prèvia a la fibra inferior de la peça prefabricada, produïda pel pretesatge.

I_f és el moment d'inèrcia de la secció fissurada, descomptant zones traccionades de formigó i homogeneïtzant les armadures actives i adherents amb coeficient d'equivalència la relació de mòduls d'elasticitat de formigó i acer.

M_v és el moment degut a les càrregues que actuen sobre la peça prefabricada abans de treballar conjuntament amb el formigó in situ, el valor del qual és:

- Per a construcció no apuntalada, el moment degut al pes propi de la peça prefabricada i al pes del formigó abocat in situ.
- Per a construcció apuntalada, zero si la peça és armada i el moment degut al seu pes propi si és pretesada.
- Zero a les seccions extremes sotmeses a moments negatius.

M_a és el màxim moment flector que històricament hagi pogut sol·licitar la secció considerada, inclosa la fase en estudi.

M_0 és un moment flector associat a la situació de curvatura nul·la de la secció, de valor:

$$M_0 = P \cdot e \cdot \beta - M_v \cdot (\beta - 1)$$

en què:

P és el valor absolut de la força de pretesatge, si existeix, que es pot prendre igual al 90% de la força inicial de pretesatge.

e és l'excentricitat del tendó equivalent de pretesatge, a la secció d'estudi, en valor absolut, respecte del centre de gravetat de la bigueta o placa alveolada.

β és la relació entre la inèrcia bruta de la secció del forjat en la fase constructiva en què es calcula la fletxa i la inèrcia bruta de la secció de la peça prefabricada, més gran que la unitat o igual. En construcció no apuntalada, quan es calcula la fletxa sota el pes propi d'aquesta o del formigó abocat a l'obra, $\beta = 1$.

Les fletxes diferides es poden estimar aplicant l'apartat 50.2.2.3 de la Instrucció EHE.

Article 16. Comprovacions prèvies al formigonatge a l'obra

16.1 Condicions d'apuntalaments i sotaponts

La separació màxima entre sotaponts, si s'escau, s'ha de calcular tenint en compte el següent:

- a) durant el formigonatge a l'obra, l'acció característica d'execució sobre les biguetes és el pes propi total del forjat i una sobrecàrrega d'execució no inferior a 1 kN/m²;
- b) la llum de càlcul de cada tram L_a s'ha de mesurar entre els suports extrems de les biguetes i els eixos de sotaponts (figura 16.1);

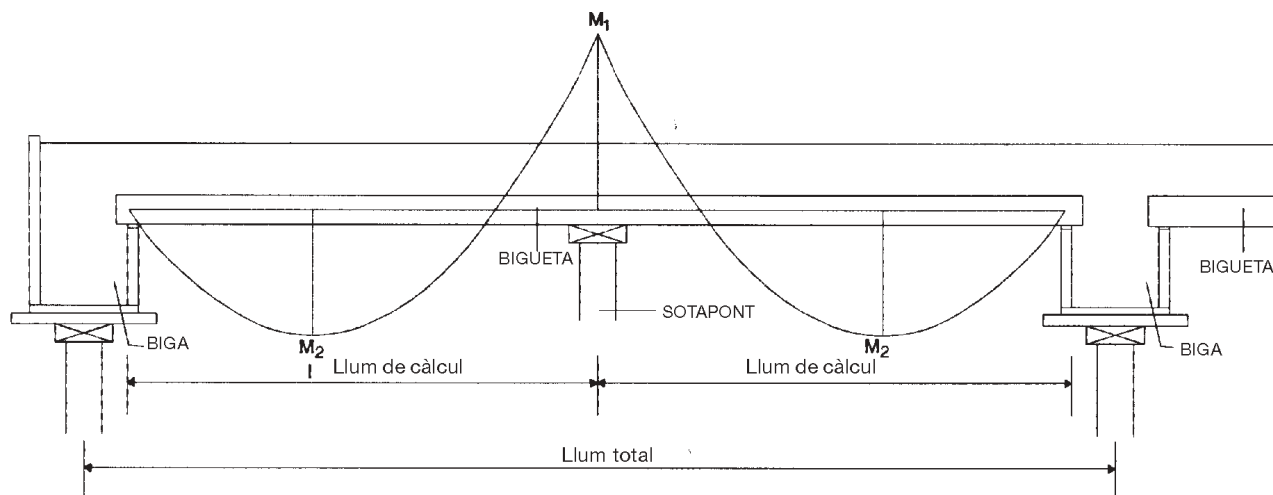


Figura 16.1 Sol·licitacions del forjat durant el formigonatge

- c) les sol·licitacions es calculen pel mètode lineal, en la hipòtesi de rigidesa constant de la bigueta;
- d) els coeficients parcials de seguretat γ_g i γ_q de les accions en fase d'execució poden ser inferiors als indicats a l'apartat 12.1 de la Instrucció EHE, però en cap cas el coeficient de seguretat global de les accions γ_f no pot ser inferior a 1,25.

16.2 Comprovacions de biguetes i lloses alveolades pretesades

A les biguetes de formigó armat o pretesat i a les lloses alveolades pretesades, en estat límit últim, s'han de verificar les condicions següents:

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

En estat límit de servei, sota l'acció característica de pes propi del forjat, la fletxa w de tot tram de bigueta o llosa alveolada pretesada ha de complir la condició:

$$w \leq L_a / 1.000$$

on L_a és la llum de càlcul d'acord amb l'apartat 16.1.b, expressada en mm, i en biguetes w no pot ser superior a 3 mm. A més, a les biguetes de formigó pretesat i lloses alveolades pretesades s'ha de complir el següent:

- a) sobre els sotaponts:
- a la fibra inferior: $\sigma'_c + \gamma_f M_1 / W' \leq 0,6 f_{ck}$
 - a la fibra superior: $\sigma''_c - \gamma_f M_1 / W'' \leq f_{ct,fl}$
- b) en les obertures:
- a la fibra inferior: $\sigma'_c - \gamma_f M_2 / W' \geq 0$
 - a la fibra superior: $\sigma''_c + \gamma_f M_2 / W'' \leq 0,6 f_{ck}$

en què:

M_1, M_2 són els moments flectors a la bigueta o llosa alveolada pretesada, en valor absolut, deguts a les accions d'execució, sobre sotapont i en obertura, respectivament,

M_{u1}, M_{u2} són els moments flectors últims que resisteix la bigueta o llosa alveolada pretesada, en valor absolut, a flexió negativa i a flexió positiva, respectivament,

V és l'esforç tallant màxim a la bigueta o llosa alveolada pretesada, en valor absolut, a causa de les accions d'execució,

V_u és l'esforç tallant últim, en valor absolut, que resisteix la bigueta o llosa alveolada pretesada,

f_{ck} és la resistència característica a compressió del formigó de la bigueta o llosa alveolada pretesada, en N/mm²,

$f_{ct,fl}$ és la resistència a flexotracció del formigó de la bigueta o llosa alveolada pretesada, que es pot suposar simplificada igual $0,37\sqrt{f_{ck}}$, per a $f_{ct,fl}$ i f_{ck} , en N/mm².

– si a l'interior de la junta es disposen barres d'unió longitudinals, l'amplada de la junta al nivell de la barra ha de ser superior o igual que el més gran dels dos valors següents:

$$\begin{aligned} & \phi + 20 \text{ mm} \\ & \phi + 2 D \quad \text{amb } D \text{ i } \phi \text{ expressats en mm.} \end{aligned}$$

Quan la junta longitudinal hagi de resistir un esforç tallant vertical (vegeu 14.2.2), la superfície ha d'estar proveïda, com a mínim, d'una ranura de mida adequada respecte a la resistència del formigó de reblliment. En qualsevol cas, l'altura de la ranura ha de ser més gran que 35 mm o igual, la seva profunditat (o amplada màxima) ha de ser més gran que 10 mm o igual i la distància entre la part superior de la ranura i la superfície superior de la llosa alveolada pretesada ha de ser més gran que 30 mm o igual.

Article 18. Armadura longitudinal

En forjats de biguetes armades, l'armadura longitudinal inferior es compon almenys de dues barres i la seva secció total, A_s , ha de complir la condició següent:

Si el càlcul condueix a una armadura $A_s \leq 0,10 \frac{b_0 d f_{cd}}{f_{yd}}$, llavors s'ha de disposar una $A_{s,min}$ de valor

$$A_{s,min} = \left[1,5 - 4,55 \frac{A_s f_{yd}}{b_0 d f_{cd}} \right] A_s$$

En forjats de biguetes pretesades, a la fórmula anterior s'ha de substituir $A_s f_{yd}$ per $A_p f_{pd}$, on A_p és l'àrea d'armadura pretesada i f_{pd} la tensió d'aquesta armadura, deduïda la corresponent tensió permanent de pretesatge.

L'armadura longitudinal superior sobre els suports interiors en continuïtat d'un forjat, composta per una o més barres, ha de complir la condició següent:

Si el càlcul condueix a una armadura $A_s \leq 0,20 \frac{b_0 d f_{cd}}{f_{yd}}$, llavors s'ha de disposar una $A_{s,min}$ de valor

$$A_{s,min} = \left[1,5 - 2,49 \frac{A_s f_{yd}}{b_0 d f_{cd}} \right] A_s$$

En el cas de forjats de biguetes armades, tant per a moments positius com negatius en suports interiors en continuïtat, l'armadura A_s ha de complir a més la condició:

$$A_s \geq \beta b_w h$$

en què:

b_0 és l'amplada de la secció a nivell de l'armadura de tracció en flexió positiva, en mm (figura 18),

b_w és l'amplada mínima del nervi, en mm,

h és el cantell total del forjat, en mm,

d és el cantell útil del forjat, en mm,

f_{cd} és la resistència de càlcul a compressió del formigó d'obra, en N/mm²,

f_{yd} és la resistència de càlcul de l'acer de l'armadura, en N/mm²,

β és el coeficient amb un valor de 0,004 per a acer B 400 i 0,003 per a acer B 500.

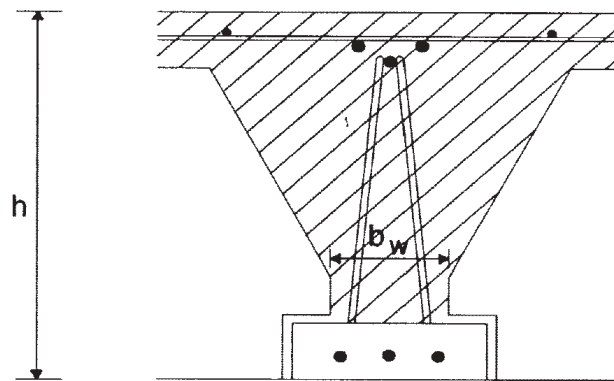


Figura 18 Detall del nervi

Per a altres tipus de peces diferents dels forjats de biguetes cal atènyer-se al que preveu la Instrucció EHE.

Almenys la tercera part de l'armadura del centre de l'obertura s'ha de portar fins als extrems.

A les lloses alveolades pretesades, quan sigui necessari disposar armadura passiva per resistir moments negatius sobre els suports interiors en continuïtat, la quantia mínima és la indicada en aquest apartat per a moments negatius, cas en què b_0 és la suma dels gruixos de les ànimes i f_{cd} , la resistència de càlcul del formigó de la llosa alveolada pretesada.

Article 19. Armadura transversal

Els forjats es poden realitzar sense armadura transversal si l'esforç tallant d'esgotament dels seus nervis calculat segons l'apartat 14.2 és superior o igual a l'esforç tallant de càlcul. Si no és així, es poden augmentar les dimensions dels nervis o col·locar armadura transversal, d'estreps o de gelosia, a les zones que ho requereixin.

En els forjats de biguetes armades amb armadura bàsica, es pot considerar la col·laboració de la gelosia per a la comprovació a esforç tallant, sempre que es compleixin les especificacions definides per a aquest tipus d'armadures a l'article 31 de la Instrucció EHE, i això per a les seccions horitzontals situades almenys 20 mm per sota de l'eix del rodó superior de la gelosia.

Article 20. Armadura de repartiment

A la llosa superior de formigó abocat a l'obra s'hi ha de disposar una armadura de repartiment, amb separacions entre elements longitudinals i transversals no més grans de 35 cm, d'almenys 4 mm de diàmetre en dues direccions, perpendicular i paral·lela als nervis, de manera que la secció total d'aquesta armadura, en cm^2/m sigui:

- a) en la direcció perpendicular als nervis:

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

- b) en la direcció paral·lela als nervis:

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

en què:

h_0 és el gruix mínim de la llosa superior formigonada a l'obra sobre les peces d'entrebigat, en mm,

f_{yd} és la resistència de càlcul de l'acer, en N/mm^2 .

D'acord amb la Instrucció EHE, el diàmetre mínim de l'armadura de repartiment ha de ser de 5 mm si aquesta es té en compte a efectes de comprovació dels estats límit últims.

En el cas de lloses alveolades pretesades sense llosa superior formigonada a l'obra, per assegurar el treball conjunt de les lloses i la transmissió transversal de càrregues (sobretot quan hi hagi càrregues puntuals o lineals), s'ha de disposar una lligada a la zona d'unió de les lloses a les bigues principals o murs.

Article 21. Enllaços i suports

21.1 Generalitats

En tot suport s'ha de comprovar que la capacitat a tracció de l'armadura introduïda, en el suport, és superior als esforços produïts en la hipòtesi de formació d'una fissura que arrenqui de la cara del suport amb inclinació de 45°.

21.2 Suports de forjats de biguetes

Els nervis d'un forjat s'han d'enllaçar a la cadena de lligat d'un mur o a una biga de cantell netament superior al del forjat, que es denomina suport directe (figures 21.2.a a 21.2.f), o a una biga plana, cap de biga mixta, jou, etc., del mateix cantell que el forjat, que es denomina suport indirecte (figura 21.2.g a figura 21.2.i).

Les longituds l_1 i l_2 indicades a les figures són determinades, en general, per les expressions següents:

a) per a biguetes armades:

$$l_1 = \frac{V_d}{A_s f_{yd}} \cdot l_b \nlessgtr 100 \text{ mm} \qquad l_2 = \frac{V_d - \frac{M_d}{0,9d}}{A_s f_{yd}} \cdot l_b \nlessgtr 50 \text{ mm}$$

en què:

h_0 és el gruix mínim de la llosa superior formigonada a l'obra sobre les peces d'entrebogat, en mm,

f_{yd} és la resistència de càlcul de l'acer, en N/mm²,

V_d és l'esforç tallant màxim de càlcul corresponent a una bigueta,

A_s és l'àrea de l'armadura de tracció realment disposada,

M_d és el moment flector negatiu de càlcul en suports continus,

d és el cantell útil del forjat,

l_b és la longitud bàsica d'ancoratge de les barres de l'armadura de moments positius de la bigueta que entra al suport.

b) per a biguetes pretesades:

$$l_1 = 100 \text{ mm}$$

$$l_2 = 60 \text{ mm}$$

En els casos de les figures 21.2.c), 21.2.f) i 21.2.g) l_1 i l_2 corresponen al cas de biguetes armades i les longituds de cavalament amb l'armadura de la bigueta en els suports extrems, l'_1 i en els suports interiors l'_2 han de ser iguals a:

$$l'_1 = \frac{V_d}{\rho T_{rd}} \nlessgtr 100 \text{ mm}$$

$$l'_2 = \frac{V_d - \frac{M_d}{0,9d}}{\rho T_{rd}} \nlessgtr 60 \text{ mm}$$

en què:

ρ és el perímetre d'esforç tallant entre bigueta i formigó a l'obra,

T_{rd} és la tensió rasant de càlcul.

21.3 Suport de forjat de lloses alveolades pretesades

El suport de les lloses alveolades pretesades en bigues o murs s'ha de fer sobre una capa de morter fresc d'almenys 15 mm de gruix, o sobre bandes de material elastomèric o suports individuals, situades sobre cada nervi de la llosa. No es permet de recolzar directament les lloses alveolades pretesades sobre maó i s'han de fer faixes de formigó armat per al suport.

Els suports poden ser directes i indirectes.

a)

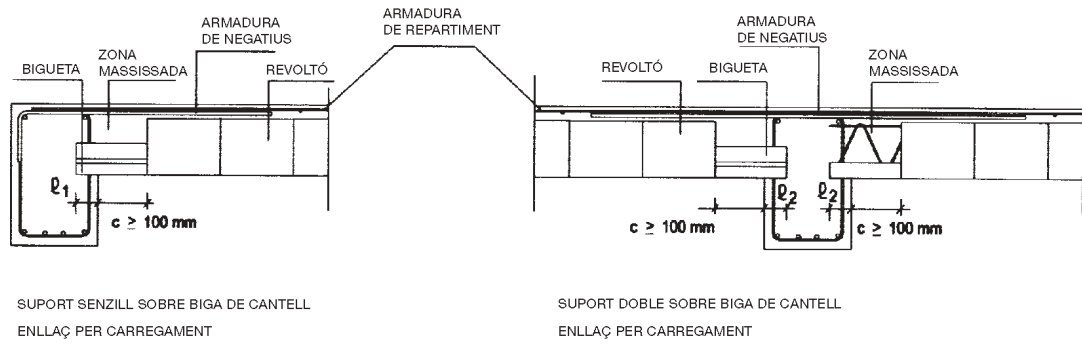


Figura 21.2.a

b)

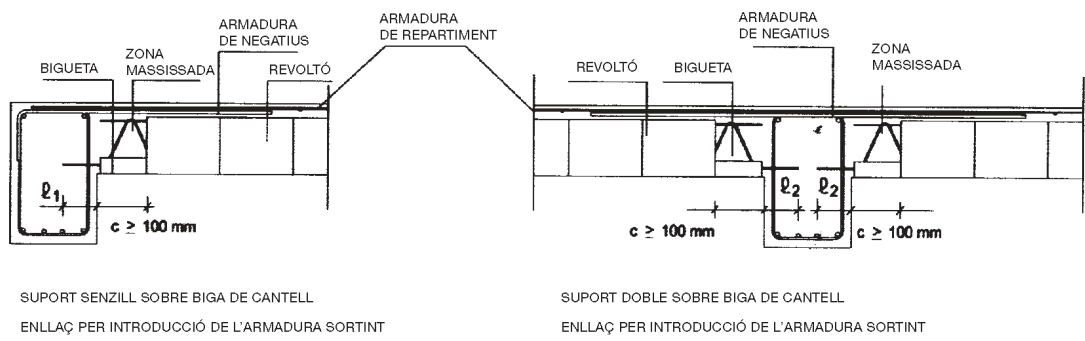


Figura 21.2.b

c)

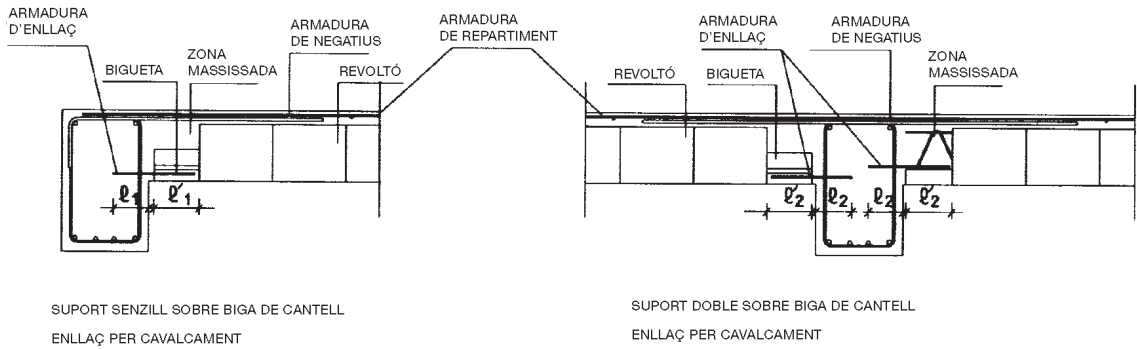


Figura 21.2.c

d)

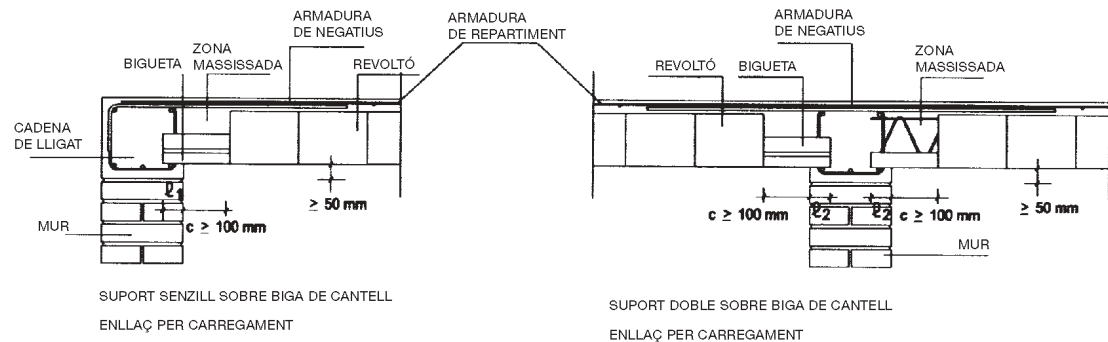


Figura 21.2.d

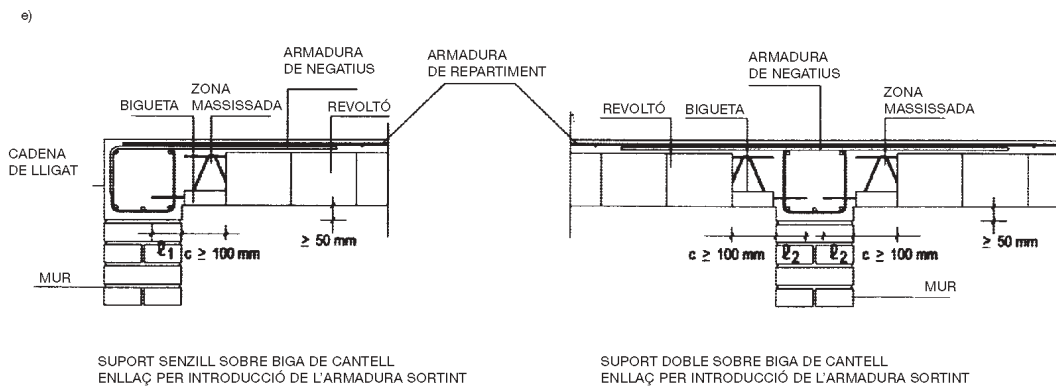


Figura 21.2.e

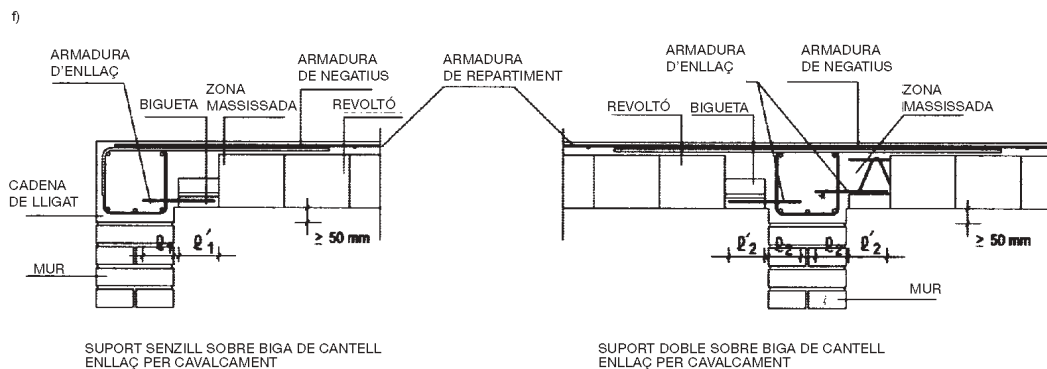


Figura 21.2.f

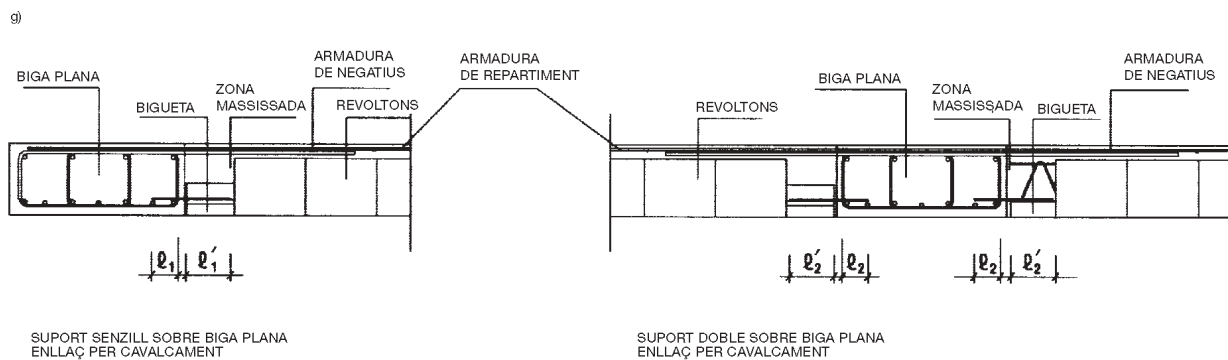


Figura 21.2.g

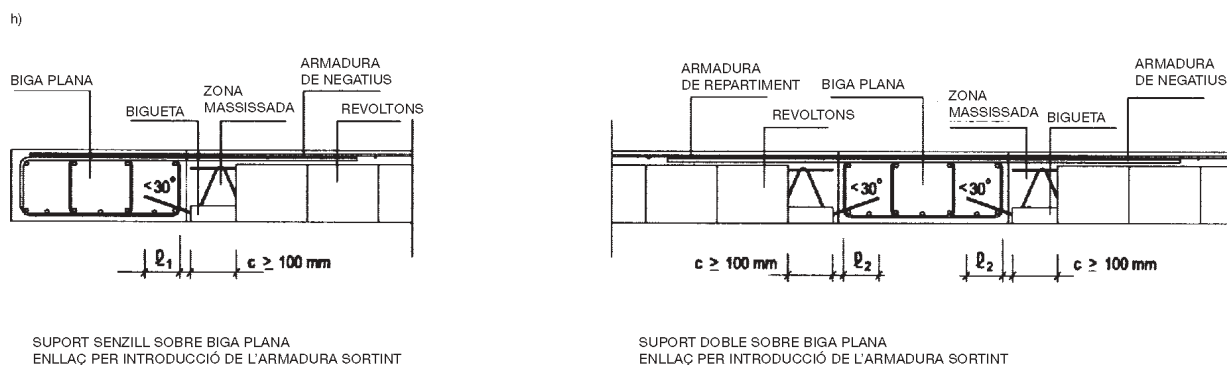


Figura 21.2.h

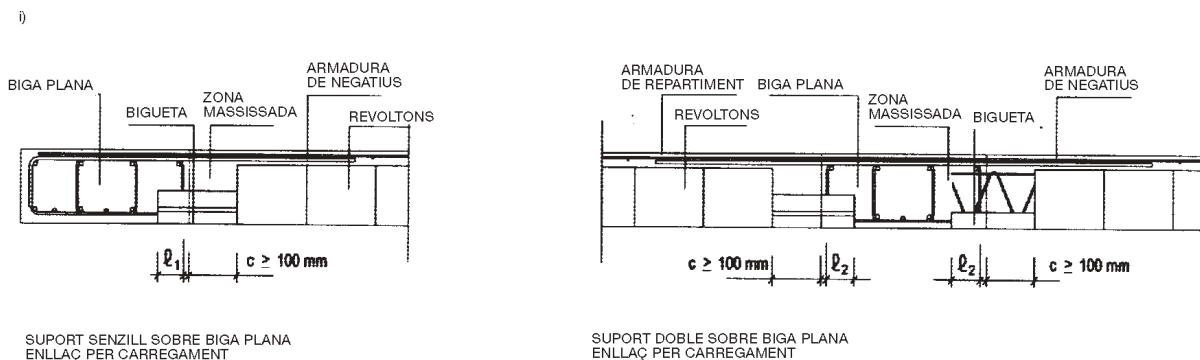


Figura 21.2.i

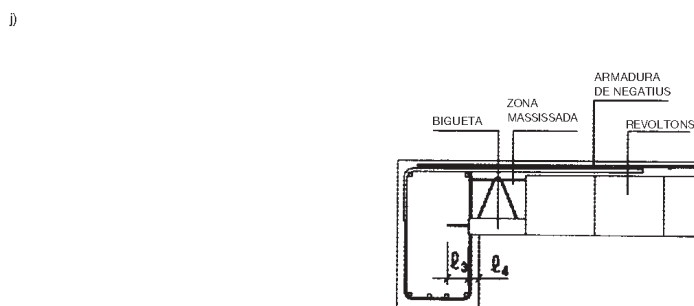


Figura 21.2.j

Figura 21.2 Suports directes i indirectes de biguetes

21.3.1 Suports directes

Són els realitzats d'acord amb l'esquema de la figura 21.3.1.

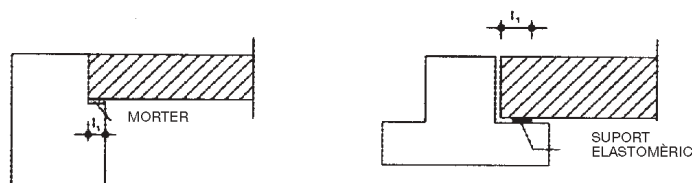


Figura 21.3.1 Suports directes de lloses alveolades

En cas de suport directe, el carregament ℓ_1 mínim nominal, mesurat des de la vora de la llosa alveolada pretensada fins a la vora interior de suport real, s'ha de fixar d'acord amb els criteris següents:

- 1) Si es compleixen simultàniament totes les condicions següents:
 - les càrregues de projecte són repartides i no hi ha càrregues puntuals significatives ni càrregues horitzontals importants incloses les sísmiques,
 - la sobrecàrrega és igual o inferior a 4 kN/m^2 ,
 - el cantell de la llosa alveolada és igual a 30 cm o inferior, i
 - l'esforç tallant de càlcul V_d és inferior a la meitat del resistit per la llosa alveolada pretensada V_{u2} segons el punt 14.2.2.a),

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

El carregament ℓ_1 mínim nominal ha de ser de 50 mm, valor sobre el qual s'admet una tolerància de -10 mm, de manera que el carregament real a l'obra mai no ha de ser inferior a 40 mm;

- 2) Si alguna de les condicions anteriors no es compleix, el valor mínim d' ℓ_1 també s'ha de determinar comprovant que a la secció de vora interior del suport l'armadura inferior activa, considerant un ancoratge parabòlic d'aquesta,

és capaç d'ancorar l'esforç tallant de càlcul V_{ed} . Si la capacitat d'ancoratge de l'armadura activa no és suficient, es pot suplementar aquesta armadura amb armadura passiva, correctament ancorada, allotjada a les juntes longitudinals entre lloses adjacents o en alvèols massissats, i cavalcada amb l'armadura activa de la llosa.

En tots els casos s'ha de comprovar que el valor de càlcul de la pressió de suport, suposat un carregament igual al nominal menys 2 cm, no supera $0,4 f_{cd}$ del més petit dels dos formigons en contacte, en cas de suport amb morter, o el valor més petit de $0,85 f_{cd}$ i la resistència de càlcul del material elastomèric, en cas de disposar aquest element.

21.3.2 Suports indirectes

Es poden realitzar amb apuntament de la llosa alveolada pretesada o sense.

1) Sense apuntament de la llosa alveolada pretesada. Amb suport a la biga o mur amb armadura de connexió (figura 21.3.2 a).

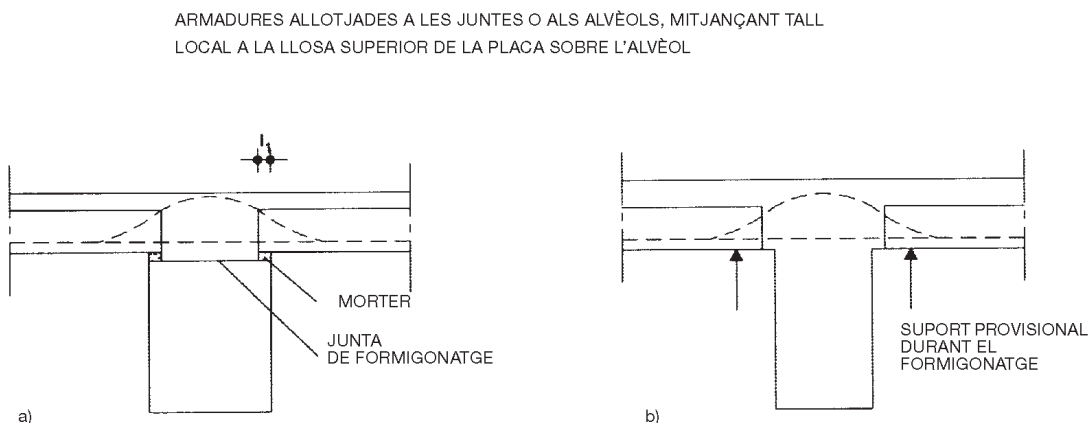


Figura 21.3.2 a i b Suports indirectes de lloses alveolades

El valor nominal mínim d' ℓ_1 ha de ser 40 mm, sobre el qual s'accepta una tolerància, inclosa la de longitud de la llosa alveolada pretesada, de ± 10 mm de manera que els carregaments reals en obra no poden fer menys de 30 mm.

2) Amb apuntament de la llosa alveolada pretesada (figura 21.3.2 b).

Els suports indirectes necessiten comprovacions específiques i no s'inclouen en aquesta Instrucció. Per tant, s'han de calcular d'acord amb la Instrucció EHE o amb normes específiques d'aquests productes.

En general, llevat de casos particulars i sigui quin sigui el tipus de suport, és necessari formigonar en tot el cantell del forjat les juntes als extrems de les lloses amb les lloses oposades, jàsseres o murs i disposar armadura passiva, longitudinal respecte a les lloses, que creui la junta i s'ancori a ambdós costats.

En aquest cas i per assegurar el formigonatge correcte de les juntes i, si s'escau, del massissament d'alvèols, s'han de disposar elements de tapament dels alvèols, de plàstic o similar, que garanteixin que les dimensions de juntes o massissaments responen a les previstes en el projecte.

Les armadures es poden allotjar a la llosa superior formigonada a l'obra; o a les juntes longitudinals entre lloses, si les dimensions de junta i armadura en permeten un formigonatge correcte; o en alvèols massissats, després de trencar en una certa longitud el sostre d'aquests. Si s'escull aquesta solució s'ha de massissar almenys un alvèol a cada llosa alveolada pretesada d'una amplada igual a 60 cm o inferior i dos en les d'amplada superior.

Article 22. Armadura superior

En els suports dels forjats de biguetes s'ha de col·locar, com a armadura per als moments negatius, almenys una barra sobre cada bigueta. En el cas que se n'hagin de col·locar més de dos per nervi, s'han de distribuir sobre la línia de suport per facilitar que el formigó ompli bé el nervi, i s'han d'ancorar adequadament en ambdós costats d'aquest.

En els suports exteriors d'obertura extrema s'ha de disposar una armadura superior capaç de resistir un moment flector, com a mínim igual a la quarta part del moment màxim de l'obertura. Aquesta armadura s'ha d'estendre des de la cara exterior del suport en una longitud no inferior al desè de la llum més l'amplada del suport. A l'extrem exterior l'armadura s'ha de prolongar en patilla amb la longitud d'ancoratge necessària (figura 22.a).

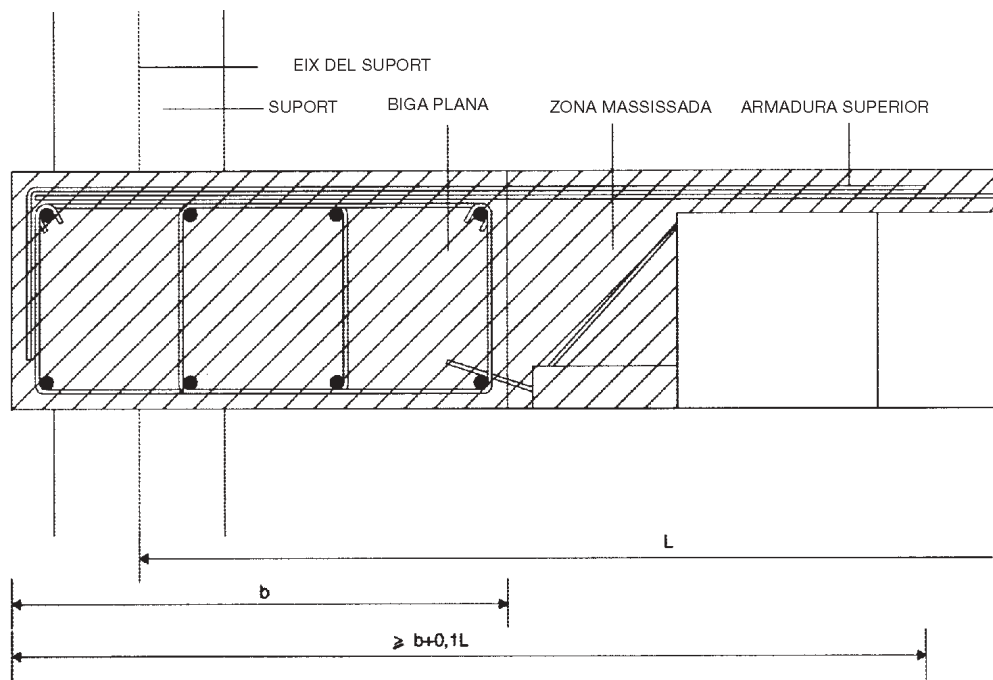


Figura 22.a Ancoratge d'armadura superior en extrem

En els forjats de lloses alveolades pretensades sense llosa superior formigonada a l'obra s'ha de disposar, quan sigui necessària, l'armadura superior en els alvèols que s'han d'haver preparat adequadament eliminant el formigó de la part superior en una longitud igual o superior a la de les barres i posteriorment reblerts (figura 22.b).

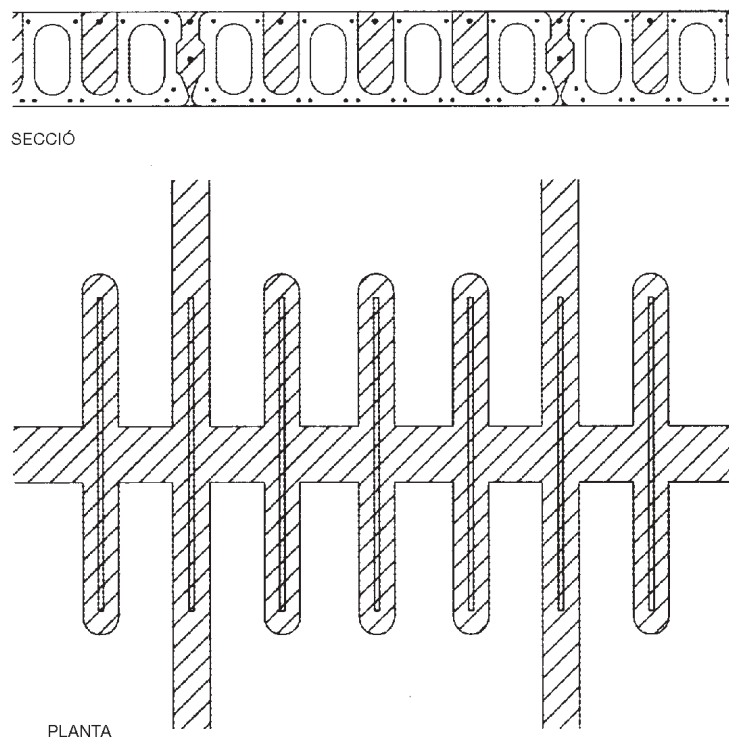


Figura 22.b Armadura superior en lloses alveolades pretensades

Article 23. Enfrontament de nervis

Quan es tingui en compte la continuïtat dels forjats, els nervis o biguetes s'han de disposar enfrontats, però es pot admetre una desviació c més petita que la distància recta entre testes s en suports interiors, i fins a 5 cm en suports de volada (figura 23.a).

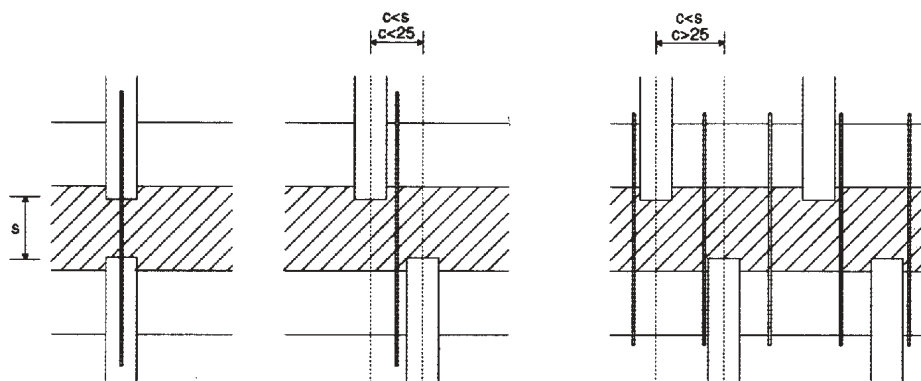


Figura 23.a Enfrontament de nervis

En els casos en què un forjat s'entronqui amb un altre perpendicularment, la seva armadura superior s'ha d'ancorar per prolongació recta (figura 23.b). Quan una volada tingui nervis perpendiculars als del tram adjacent, la seva armadura superior s'ha d'ancorar per prolongació recta en una longitud no inferior a la longitud de la volada ni a dues vegades l'intereix.

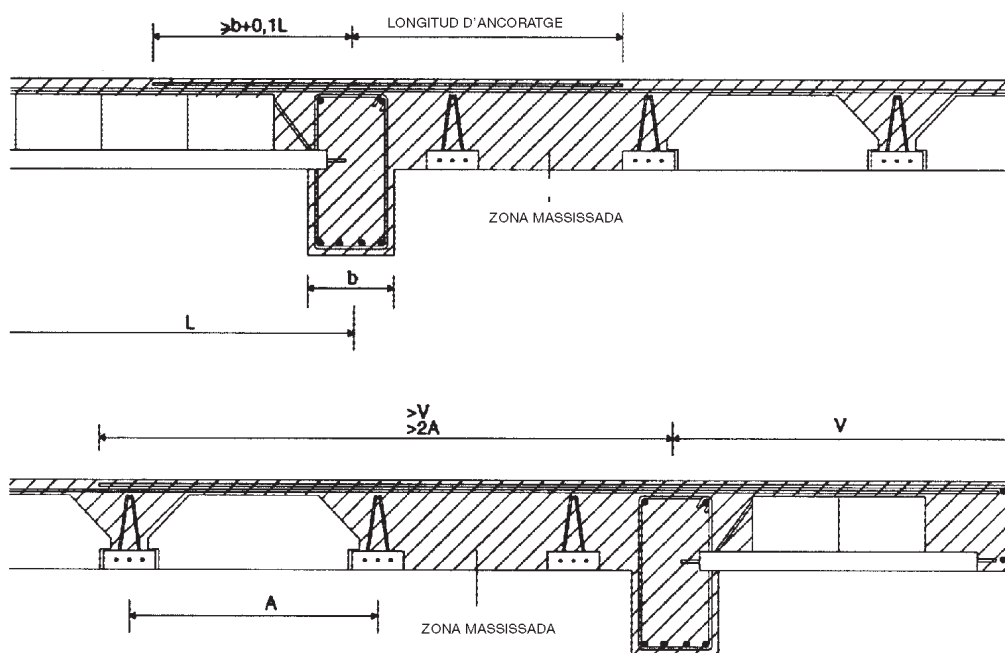


Figura 23.b Encontre entre forjats perpendiculars

En ambdós casos, s'ha de garantir la resistència a compressió de la part inferior del forjat massissant les parts necessàries o amb disposicions equivalents (figura 23.b).

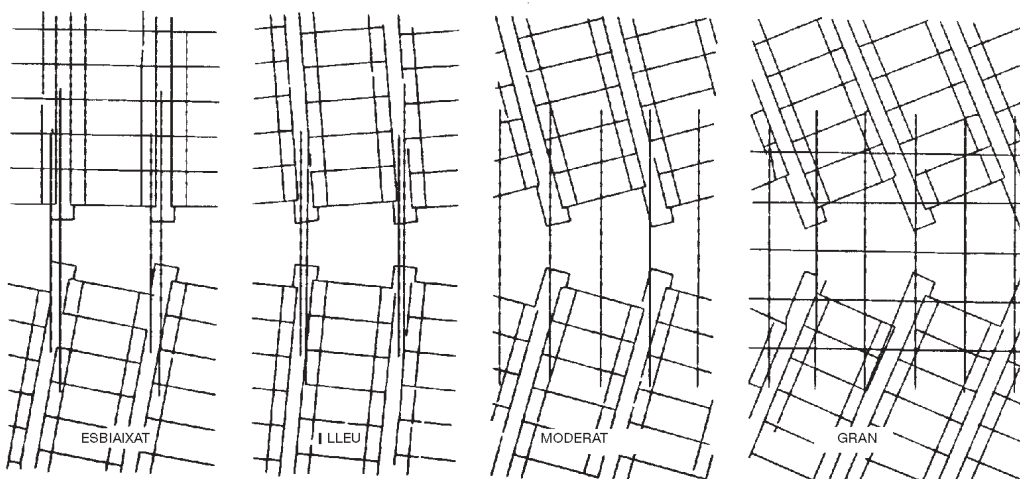


Figura 23.c Encontre oblic de biguetes

Si les biguetes s'entronquen obliquament al suport, per a angles petits, per exemple de 22°, l'armadura calculada (tenint en compte que perd eficàcia amb el cosinus al quadrat de l'angle) es pot disposar segons la bisectriu d'ambdues direccions. Si l'angle és més gran és aconsellable de disposar una quadrícula amb una secció, en qualsevol de les dues direccions, que sigui igual a la teòricament necessària (figura 23.c).

CAPÍTOL VI

Execució

Article 24. *Transport, descàrrega i manipulació*

S'han de seguir les instruccions indicades per cada fabricant per a la manipulació, a mà o amb mitjans mecànics, de les biguetes i lloses alveolades pretesades. Si alguna es fa malbé i s'afecta la seva capacitat portant, s'ha de rebutjar.

Article 25. *Provisió en obra*

Les biguetes i les lloses alveolades pretesades s'han d'apilar netes sobre soles, que han de coincidir en la mateixa vertical, amb volades, si s'escau, que no passin de 0,50 m, ni altures de piles superiors a 1,50 m, llevat que el fabricant indiqui un altre valor.

Article 26. *Apuntament*

S'han de disposar soles de repartiment per al suport dels puntals. Si les soles de repartiment descansen directament sobre el terreny, cal cerciorar-se que no s'hi puguin assentar.

Els puntals s'han de travar en les dues direccions perquè l'apuntament sigui capaç de resistir els esforços horitzontals que es puguin produir durant l'execució dels forjats.

En cas de forjats amb un pes propi superior a 3 kN/m² o quan l'altura dels puntals sigui superior a 4 m, s'ha de fer un estudi detallat dels apuntaments, que ha de figurar en el projecte.

Els sotaponts s'han de col·locar a les distàncies indicades en els plànols d'execució del forjat d'acord amb el que indica l'apartat 16.1.

En els forjats de biguetes armades s'han de col·locar els apuntaments anivellats amb els suports i a sobre d'ells s'han de col·locar les biguetes. En els forjats de biguetes pretesades s'han de col·locar les biguetes ajustant a continuació els apuntaments. Els puntals han de poder transmetre la força que rebin i, finalment, permetre el desapuntament amb facilitat.

Article 27. *Col·locació de les biguetes i peces d'entrebigat*

Una vegada anivellats els sotaponts s'han de col·locar les biguetes amb l'interèix que s'indica als plànols, mitjançant les peces d'entrebigat extremes. Finalitzada aquesta fase, s'han d'ajustar els puntals i col·locar la resta de peces d'entrebigat.

Article 28. *Col·locació de les armadures*

L'armadura de negatius s'ha de col·locar preferentment sota l'armadura de repartiment. Es pot col·locar per sobre d'aquesta, sempre que ambdues compleixin les condicions requerides per als recobriments i estigui degudament assegurat l'ancoratge de l'armadura de negatius sense comptar amb l'armadura de repartiment.

En els forjats de lloses alveolades pretesades, les armadures de continuïtat i les de la llosa superior formigonada en obra s'han de mantenir en la seva posició mitjançant els separadors necessaris. La qualitat dels separadors i la distància màxima entre aquests han de ser conformes amb el que estableixen els apartats 37.2 i 66.2 de la Instrucció EHE.

El recobriment de qualsevol armadura respecte a les peces d'entrebigat s'ha de fixar en la hipòtesi que el seu interior correspon a la classe d'exposició 1.

Article 29. *Formigonatge a l'obra*

Abans de formigonar s'ha de comprovar que no hi ha elements estranys, com ara fang, trossos de fusta, etc. i s'ha de regar abundantment, especialment si s'utilitzen peces d'entrebigat ceràmiques.

El formigó abocat a l'obra, tant en rebliment de nervis o juntes com a la llosa superior de formigó, ha de ser dosificat i posat a l'obra de manera adequada, a fi d'obtenir un formigó prou compacte, resistent i durable.

El formigonatge dels nervis o les juntes i la llosa superior s'ha de fer simultàniament, compactant amb mitjans adequats a la consistència del formigó. En els forjats de lloses alveolades pretesades s'ha d'assegurar que la junta quedi totalment reblerta.

En el moment del formigonatge, les superfícies de les peces prefabricades que quedaran en contacte amb el formigó abocat a l'obra han d'estar exemptes de pols i convenientment humitejades per garantir l'adherència entre els dos formigons.

En el cas de lloses alveolades pretesades, la compactació del formigó de rebliment de les juntes s'ha de fer amb un vibrador que pugui penetrar a l'amplada de les juntes.

Article 30. *Cura del formigó*

S'ha de fer d'acord amb el que estableix l'article 74 de la Instrucció EHE.

Article 31. *Desapuntament*

Els terminis de desapuntament són els prescrits a l'article 75 de la Instrucció EHE. Per modificar els terminis, el constructor ha de redactar un pla de desapuntament d'acord amb els mitjans materials disponibles, degudament justificat, i establir els mitjans de control i seguretat apropiats que ha de sotmetre a l'aprovació de la direcció facultativa.

L'ordre de retirada dels puntals ha de ser des del centre de l'obertura cap als extrems i, en el cas de volades, de la volada cap a l'arrencada. No s'han de retirar puntals sense l'autorització prèvia de la direcció facultativa.

No s'ha de desapuntalar de manera sobtada i s'han d'adoptar precaucions per impedir l'impacte dels sotaponts i els puntals sobre el forjat.

Article 32. *Realització d'envans divisoris rígids*

En l'execució d'elements divisoris constituïts per envans rígids s'han d'adoptar les solucions constructives que siguin necessàries per minimitzar el risc d'aparició de danys als envans davant del suport del forjat i la transmissió de càrregues dels pisos superiors a través dels envans.

CAPÍTOL VII

Control

Article 33. *Bases generals del control de qualitat*

El control de recepció dels elements resistents i les peces d'entrebigat que s'estableix en aquesta Instrucció amb caràcter preceptiu té per objecte garantir que els diversos elements utilitzats en la construcció del forjat s'ajusten al projecte i a les prescripcions d'aquesta Instrucció.

Article 34. *Control de recepció d'elements resistents i peces d'entrebigat*

34.1 Generalitats

Correspon a la direcció facultativa la responsabilitat d'assegurar la realització del control de recepció d'acord amb el que està establert en el projecte.

A efectes del control de recepció dels elements resistents prefabricats constitutius de forjats, s'estableixen els nivells següents:

- control a nivell intens.
- control a nivell normal.

El control de recepció inclou un control documental de cada subministrament que arribi a l'obra, d'acord amb el que estableix l'apartat 34.2, i un control dels recobriments d'acord amb el que estableix l'apartat 34.3.

34.2 Control documental

Abans de rebre els elements constitutius dels forjats (biguetes, lloses alveolades pretesades, peces d'entrebigat, etc.), s'han de sol·licitar al constructor les autoritzacions d'ús dels forjats i comprovar que estan vigents en la data de començament de construcció dels forjats i que les característiques físicomecàniques del tipus elegit són iguals o superiors a les prescrites en el projecte d'execució de l'edifici.

En cada subministrament que arribi a l'obra s'han de fer les verificacions següents:

a) per a elements resistents s'ha de comprovar que:

- les biguetes o lloses alveolades pretesades porten marques que permeten la identificació del fabricant, tipus d'element, data de fabricació i longitud de l'element, i que aquestes marques coincideixen amb les dades que han de figurar en el full de subministrament;
- les característiques geomètriques i d'armament de l'element resistent compleixen les condicions reflectides a l'autorització d'ús i coincideixen amb les establertes als plànols dels forjats del projecte d'execució de l'edifici;
- els recobriments mínims dels elements resistents compleixen les condicions assenyalades a l'apartat 34.3 respecte al que consta en les autoritzacions d'ús;
- certificat al qual fa referència el punt e) de l'apartat 3.2;
- si s'escau, d'acord amb el que estableixen els apartats 14.2.1 i 14.3, certificats de garantia als quals fan referència els annexos 5 i 6.

b) per a peces d'entrebigat s'ha de comprovar que:

- les característiques geomètriques de les peces d'entrebigat compleixen les condicions reflectides a l'autorització d'ús i coincideixen amb les establertes als plànols dels forjats del projecte d'execució de l'edifici;
- la certificació documental del fabricant basada en assajos sobre el compliment de càrrega de ruptura a flexió, d'acord amb l'apartat 11.1 i, així mateix, si la peça d'entrebigat és ceràmica, de l'expansió per humitat segons l'apartat 11.1;
- la garantia documental del fabricant, basada en assajos, que el seu comportament de reacció al foc assoleixi almenys una classificació M1, d'acord amb UNE 23727:90, en el cas que les peces d'entrebigat no siguin ceràmiques o de formigó.

Tot això s'entén sense perjudici de les facultats de la direcció facultativa per exigir les comprovacions que consideri convenientes.

34.3 Control dels recobriments dels elements resistents prefabricats

El control del gruix dels recobriments s'ha de fer abans de col·locar els elements resistents. En el cas d'armadures actives, la verificació del gruix del recobriment s'ha de fer visualment, mesurant la posició de les armadures a les corresponents vores de l'element. En el cas d'armadures passives, s'ha de repicar el recobriment de cada element que compon la mostra, com a mínim en tres seccions de les quals una ha de ser la secció central. Una vegada repicada cal rebutjar la bigueta corresponent.

En cas que els elements resistents tinguin un distintiu oficialment reconegut, se'ls eximeix de la verificació de gruixos de recobriment, llevat d'indicació contrària de la direcció facultativa.

Per dur a terme el control s'ha de dividir l'obra en lots segons la taula 34.1.

TAULA 34.1

Tipus de forjat	Mida del lot
Forjat interior.	500 m ² de superfície, sense excedir dues plantes.
Forjat de coberta.	400 m ² de superfície.
Forjat sobre cambra sanitària.	300 m ² de superfície.
Forjat exterior en balcons o terrasses.	150 m ² de superfície, sense excedir una planta.

34.3.1 Control a nivell intens

Per a cada un dels lots s'ha de seleccionar una mostra composta per dos elements prefabricats sobre els quals es fa la comprovació del recobriment real que presenten les armadures.

34.3.2 Control a nivell normal

Per a cada un dels lots s'ha de seleccionar una mostra composta per un element prefabricat sobre el qual es fa la comprovació del recobriment real que presenten les armadures.

34.3.3 Criteris de valoració dels recobriments

S'ha de calcular per a cada armadura la desviació δ definida com a:

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

en què:

r_{\min} és el recobriment mínim segons el punt 13.3,

X_i és el valor mínim del recobriment real obtingut a l'armadura i de l'element.

El criteri de valoració per a qualsevol element resistent (bigueta o llosa alveolada pretesada) de la mostra consisteix a comprovar el compliment simultani de les condicions següents:

- no presentar cap armadura amb $\delta > 3$ mm,
- presentar com a màxim una armadura amb $\delta > 2$ mm.

34.4 Criteris d'acceptació o rebuig

Per acceptar un lot és condició imprescindible que les verificacions definides a l'apartat 34.2 siguin conformes. A més a més, en funció dels resultats del control dels recobriments s'ha de procedir de la manera següent:

- quan tots els elements de la mostra seleccionada compleixen els requisits de l'apartat 34.3.1 s'accepta el lot,
- quan algun element de la mostra no compleix els criteris de l'apartat 34.3.1 es rebutja el lot.

Article 35. Control del formigó i armadures col·locats a l'obra

El control d'aquests materials s'efectua segons el nivell previst en el projecte, d'acord amb les prescripcions de la Instrucció EHE, considerant aquests materials inclosos en els corresponents lots de l'estructura.

Es desaconsella emprar formigons no fabricats en una central a causa de les dispersions en la qualitat del formigó a què habitualment condueix aquest sistema de fabricació. En cas d'utilitzar-los, convé extremar les precaucions en la dosificació, fabricació i control, que s'ha de fer d'acord amb el que s'especifica a l'apartat 69.3 de la Instrucció EHE.

Quan la resta de l'estructura sigui de formigó, armat o pretesat, els nivells de control establerts per a la recepció dels materials i l'execució del forjat són els mateixos que els de la resta de l'estructura.

Article 36. Control de l'execució

El control de l'execució s'ha d'ajustar al que s'especifica a l'article 95 de la Instrucció EHE. En particular, durant l'execució del forjat s'han de comprovar els aspectes següents, que han de quedar reflectits a la inspecció de control:

- les provisions compleixen les especificacions de l'article 25,
- les biguetes o lloses alveolades pretesades no presenten danys que afectin la seva capacitat resistent,
- els enllaços o suports a les biguetes o lloses alveolades pretesades són correctes,
- l'execució dels apuntaments és correcta, amb especial atenció a la distància entre sotapunts, diàmetres i resistència dels puntals,
- la col·locació de biguetes coincideix amb la posició prevista en els plànols,
- la longitud i el diàmetre de les armadures col·locades a l'obra són els indicats en els plànols,
- la posició i fixació de les armadures s'efectua mitjançant la utilització dels separadors adequats,
- les disposicions constructives són les previstes en el projecte,
- es du a terme la neteja i el reg de les superfícies abans d'abocar el formigó a l'obra,
- el gruix de la llosa superior formigonada a l'obra coincideix amb els prescrits,
- la compactació i la cura del formigó són correctes,
- es compleixen les condicions per procedir al desapuntament,
- les toleràncies són les que figuren al plec de prescripcions tècniques particulars de les obres, i
- quan en el projecte s'hagin utilitzat els coeficients γ_g i γ_q diferents dels de la Instrucció EHE que permet l'article 6, s'ha de comprovar que compleixen les condicions que estableix aquest.

Annex 1*Normes UNE esmentades*

UNE 23727:1990	Assajos de reacció al foc dels materials de construcció. Classificació dels materials utilitzats en la construcció.
UNE 53981:1998	Plàstics. Revoltons de potiestirè expandit (EPS) per a forjats unidireccionals amb biguetes prefabricades.
UNE 67036:1999	Productes ceràmics d'argila cuita. Assaig d'expansió per humitat.
UNE 67037:1999	Productes ceràmics d'argila cuita. Assaig de resistència a flexió.

Annex 2*Repartiment transversal de càrregues lineals i puntuals en forjats de biguetes*

En els forjats de biguetes s'han de tenir en compte les càrregues superficials de pes propi del forjat, paviment, revestiment, envans i sobrecàrrega d'ús i, a més, si n'hi ha, càrregues lineals de murs i particions pesants (superiors a un paredó) i, si s'escau, càrregues puntuals o localitzades.

En els forjats de coberta s'ha de considerar les càrregues superficials de pes propi del forjat, incloent-hi rebliment o taulers amb envans, paviment o cobertura, aïllament, revestiments, sobrecàrrega de neu o d'ús si aquesta és més desfavorable i, si s'escau, la sobrecàrrega de vent. A més, s'han de considerar les càrregues lineals, puntuals o localitzades si n'hi ha.

Els envans i els paviments es poden considerar càrregues de caràcter permanent i, per tant, en general, no és necessari l'estudi de la seva alternança tram a tram.

El repartiment de les càrregues puntuals situades sensiblement al centre de la longitud d'una bigueta interior, o lineals paral·leles a aquestes, en absència de càlculs més precisos, es pot obtenir de manera simplificada multiplicant la càrrega pels coeficients indicats a la taula següent:

Coeficients de repartiment transversal de càrregues puntuals o lineals

Bigueta	1	2	3	4
Coeficient	0,30	0,25	0,15	0

En aquest cas la llosa superior formigonada a l'obra s'ha d'armar per resistir un moment igual a:

$$0,3 p_d \quad \text{per a càrrega lineal,}$$

$$0,125 P_d \quad \text{per a càrrega puntual,}$$

en què:

- M_d és el moment, corresponent a la bigueta, en mkN/m,
- P_d és la càrrega puntual de càlcul, en kN,
- p_d és la càrrega lineal de càlcul, en kN/m, per m de bigueta.

Aquesta armadura s'ha d'estendre en la direcció de les biguetes fins a una distància d'L/4 a partir de la càrrega puntual i la mateixa longitud a partir dels extrems de la zona carregada en el cas de càrrega lineal i en la direcció perpendicular a aquelles fins a assolir la bigueta 4 de la figura A.2.

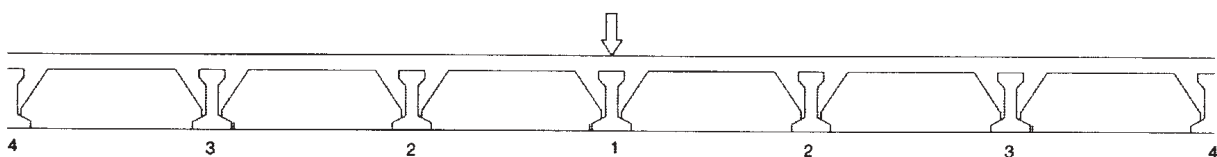


Figura A.2 Repartiment transversal de càrregues puntuals o lineals

Annex 3

Repartiment transversal de càrregues lineals i puntuals en forjats de lloses alveolades pretesades

1. Mètode de càlcul

Es poden emprar dos mètodes de càlcul, amb distribució de la càrrega segons la teoria de l'elasticitat i sense distribució de càrrega.

El primer mètode només s'ha d'emprar quan es limiten els desplaçaments laterals d'acord amb el que estipula l'apartat 3 d'aquest annex. En cas contrari, el càlcul s'ha de fer amb el segon mètode.

Les càrregues lineals paral·leles a l'obertura dels elements i no superiors a 5 kN/m es poden substituir per una càrrega distribuïda uniformement sobre una amplada igual a un quart de la llum de l'obertura a ambdós costats de la càrrega. Si l'amplada disponible pròxima a la càrrega és inferior a un quart de la llum, la càrrega s'hauria de distribuir sobre una amplada igual a la disponible en un costat, més un quart de la llum a l'altre costat.

1.1 Distribució de la càrrega segons la teoria de l'elasticitat

Els elements es consideren com a lloses isòtropes o anisòtropes i les juntes longitudinals com a ròtules (frontisses).

El percentatge de la càrrega sobre l'element directament carregat, obtinguda del càlcul, s'ha de multiplicar, en estat límit últim, per un coeficient $\gamma = 1,25$; el percentatge total de la càrrega transmès a través dels elements adjacents es pot reduir en la mateixa quantia i distribuir-se entre els diferents elements en funció dels seus corresponents percentatges de càrrega.

Com a alternativa a la determinació analítica, la distribució transversal de càrrega es pot obtenir per mitjà de gràfics basats en la teoria de l'elasticitat. Als apartats 4 i 5 se subministren gràfics per a lloses d'amplada $b = 1,20$ m.

1.2 Sense distribució de càrrega

Cada element ha de ser projectat considerant que totes les càrregues hi actuen directament, suposant un esforç tallant nul a les juntes transversals. En aquest cas, la distribució de la càrrega transversal i els moments torsius associats es poden ignorar en estat límit últim. Tanmateix, en estat límit de servei s'han de complir els requisits establerts als apartats 6.3.5 i 6.3.7. L'amplada efectiva s'ha de limitar d'acord amb l'apartat 2 d'aquest annex.

2. Limitació de l'amplada efectiva

Si el càlcul en estat límit últim es basa en el segon mètode definit a l'apartat 1 (sense distribució de càrrega), per a càrregues puntuals, i per a càrregues lineals amb un valor característic superior a 5 kN/m, l'amplada efectiva màxima s'ha de limitar a l'amplada de la càrrega augmentada per:

- en el cas de càrregues a l'interior del forjat, el doble de la distància que hi hagi entre el centre de la càrrega i el suport, però mai més de la meitat de l'amplada de l'element carregat,
- en el cas de càrregues sobre vores longitudinals lliures, una vegada la distància entre el centre de la càrrega i el suport, però no més de la meitat de l'amplada de l'element carregat.

3. Limitació de desplaçaments laterals

Si el projecte es basa en el mètode definit a l'apartat 1 per distribució de la càrrega segons la teoria de l'elasticitat, els desplaçaments laterals s'han de limitar mitjançant:

- les parts que envolten l'estructura,
- la fricció als suports,
- l'armadura a les juntes transversals, i
- les lligades perimetrals.

En situacions sense risc sísmic, d'acord amb el que estableix la Norma de Construcció Sismoresistent, només es pot comptar amb la fricció als suports, si es prova que és possible desenvolupar la fricció suficient. En calcular les forces resistents de fricció, s'ha de considerar la forma real de suport.

La resistència requerida ha de ser igual, almenys, als esforços tallants verticals totals que s'han de transmetre a través de les juntes longitudinals.

4. Coeficients de distribució de càrrega per a càrregues al centre i a les vores
 - a) A les figures A.3.1, A.3.2 i A.3.3 s'inclouen gràfics amb els percentatges de càrrega per a una càrrega centrada i de vora. Una càrrega es pot considerar com a càrrega centrada si la distància des d'aquesta a la vora de l'àrea de forjat és $\geq 2,5$ vegades l'amplada de llosa alveolada pretesada (≥ 3 m). Per a càrregues entre la vora i el centre, els percentatges de càrrega es poden obtenir per interpolació lineal.
 - b) A les figures A.3.2 i A.3.3 s'inclouen gràfics amb els coeficients de distribució per a càrregues puntuals en centre d'obertura ($l/x = 2$). Per a càrregues pròximes al suport, $l/x \geq 20$, el percentatge de càrrega assignat a la llosa directament carregada s'ha de prendre igual al 100% i els de les lloses no directament carregades, igual al 0%. Per a valors d' l/x entre 2 i 20, els percentatges de càrrega es poden obtenir per interpolació lineal.
 - c) En determinar els percentatges de càrrega, les càrregues lineals amb una longitud superior a la meitat de la llum s'han de considerar càrregues lineals. Les càrregues lineals amb una longitud inferior a la meitat de la llum s'han de considerar càrregues puntuals si el centre de la càrrega està a la meitat de l'obertura, i càrregues puntuals al centre de la càrrega si el centre d'aquesta no està a la meitat de l'obertura.
 - d) En els forjats de lloses alveolades pretesades sense llosa superior formigonada a l'obra, els percentatges de la càrrega, determinats pels gràfics, s'han de modificar, en estat límit últim, de la manera següent:
 - el percentatge de la càrrega sobre l'element directament carregat s'ha de multiplicar per un coeficient $\gamma_M = 1,25$;
 - els percentatges totals dels elements no carregats directament es poden reduir en la mateixa quantitat segons la relació dels seus percentatges de càrrega.

Els esforços tallants a les juntes s'han de calcular a partir dels percentatges de càrrega i es consideren distribuïts linealment. Per a càrregues puntuals no situades a la meitat de l'obertura i per a càrregues lineals que, segons el punt c), s'han de considerar puntuals, la longitud efectiva de la junta que transmeti l'esforç tallant s'ha d'escollir igual al doble de la distància des del centre de la càrrega al suport més pròxim (vegeu la figura A.3.4).

- e) Els esforços tallants longitudinals a cada junta es poden obtenir a partir dels percentatges de càrrega donats als gràfics. A partir d'aquests esforços tallants es poden obtenir els moments torsius en cada element.

Si els desplaçaments laterals es limiten segons el punt 3), els moments torsius es poden dividir per un factor 2.

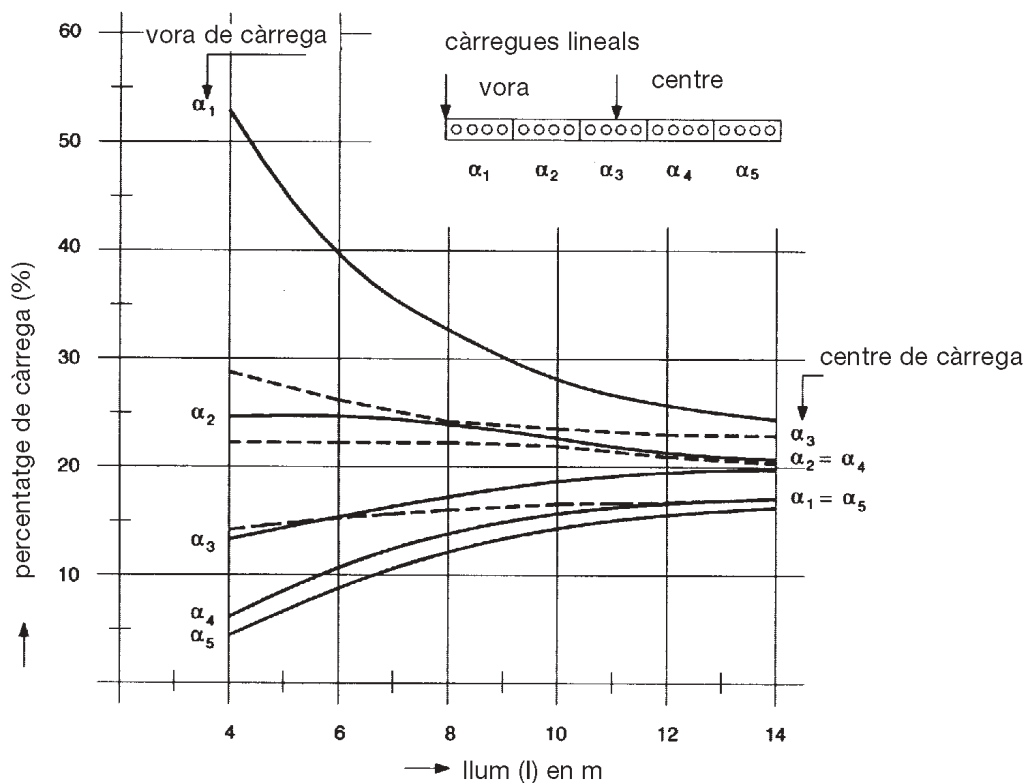


Figura A.3.1 Factors de distribució de càrrega per a càrregues lineals

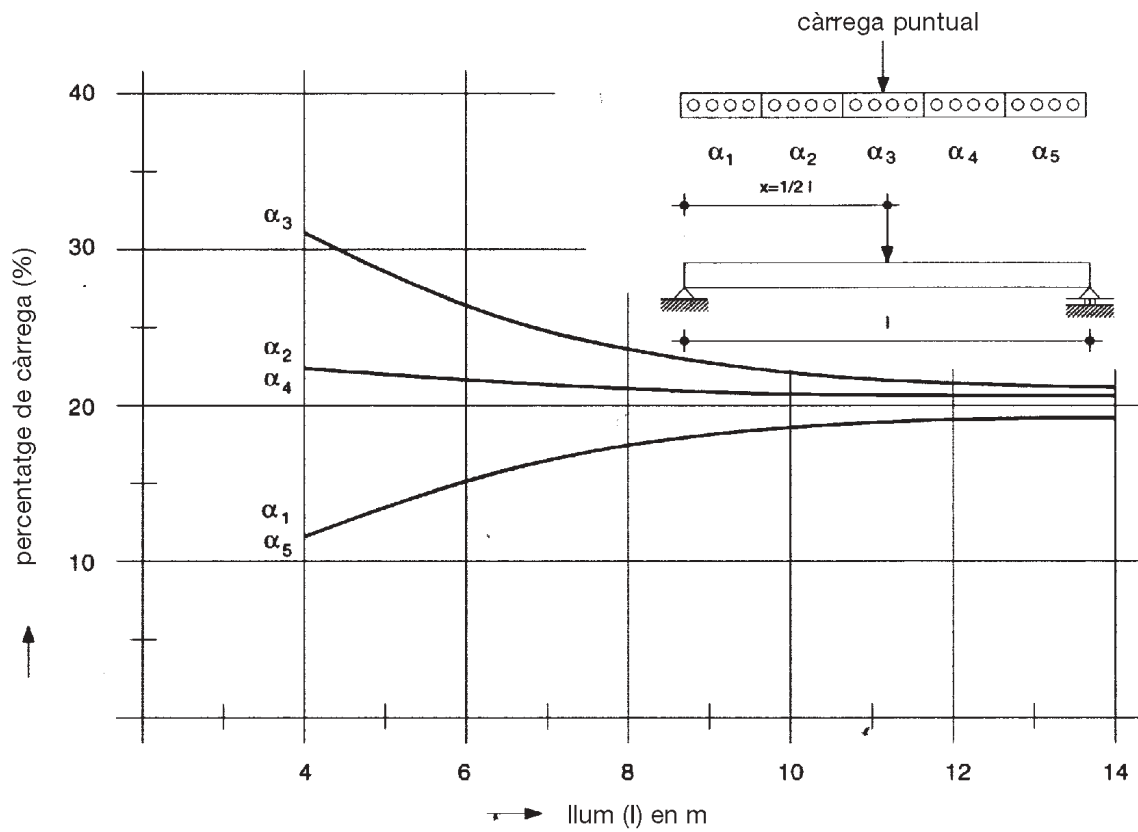


Figura A.3.2 Factors de distribució de càrrega per a càrregues puntuals centrades en l'amplada

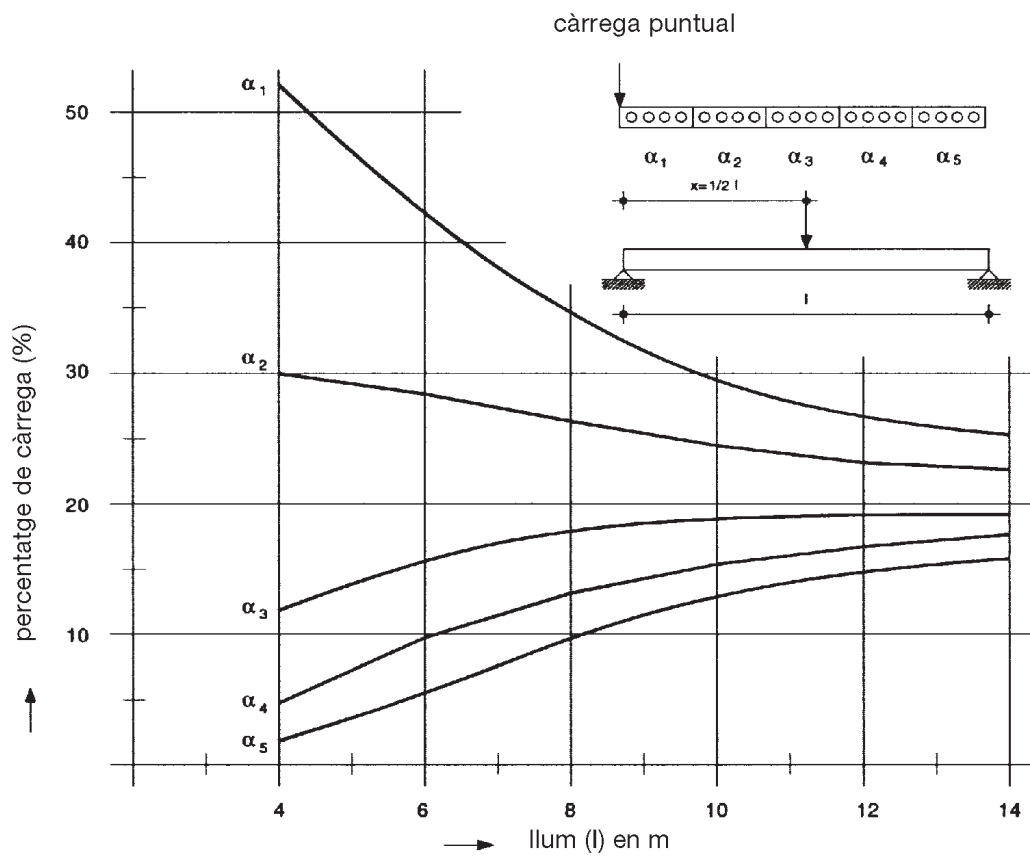


Figura A.3.3 Factors de distribució de càrrega per a càrregues puntuals a la vora

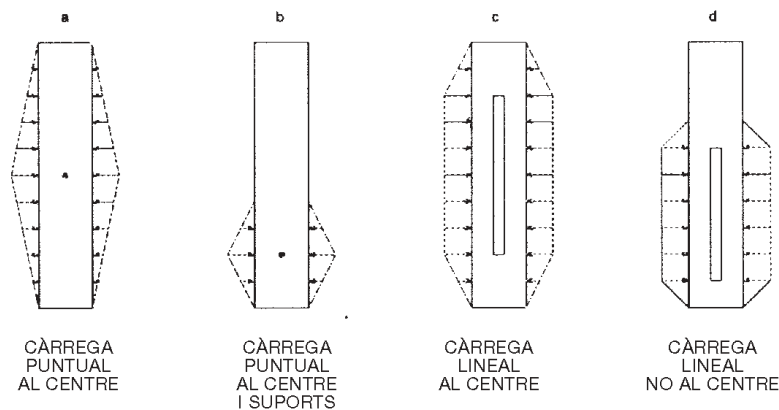


Figura A.3.4 Formes suposades de les forces tallants verticals a les juntes

5. Coeficients de distribució de càrrega per a tres vores recolzades

- a) Per a càrregues lineals i puntuals, les forces de reacció es poden basar en les figures A.3.5 i A.3.6. Si el nombre d'elements n és superior a 5, la força de reacció s'ha de multiplicar pel factor (vegeu figures A.3.5 i A.3.6):

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

en què s és la distància de la càrrega des del suport, en mm.

En el cas de quatre vores recolzades, la força de reacció del suport més pròxim a la força s'ha de multiplicar pel factor:

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

- b) Si la distància entre la càrrega i el suport longitudinal és superior a 4,5 vegades l'amplada de llosa (b), la força de reacció es pot prendre igual a zero.
- c) En determinar les forces de reacció, les càrregues lineals amb una longitud superior a la meitat de la llum s'han de considerar càrregues lineals. Les càrregues lineals amb una longitud inferior a la meitat de la llum s'han de considerar càrregues lineals si el centre de la càrrega està a la meitat de l'obertura, i càrregues puntuals si el centre de la càrrega no està a la meitat de l'obertura. La força de reacció de la figura A.3.5 es pot multiplicar per la relació de la longitud de la càrrega amb la longitud de l'obertura.
- d) Per a càrregues puntuals a la meitat de l'obertura, $\ell/x = 2$ les forces de reacció es poden obtenir de la figura A.3.6. Per a càrregues a prop del suport, $\ell/x \geq 20$, s'ha de prendre el valor zero per a la força de reacció; per a valors d' ℓ/x entre 2 i 20 s'han de calcular per interpolació lineal. La longitud de la força de reacció s'ha de prendre igual al doble de la distància entre el centre de la càrrega i el suport més pròxim. La magnitud de la força és el valor de la figura A.3.6 multiplicat per $2 \times \ell$.
- e) La distribució transversal causada per la força de reacció s'ha de calcular segons el punt 4) considerant la força de reacció com una càrrega en vora (negativa).

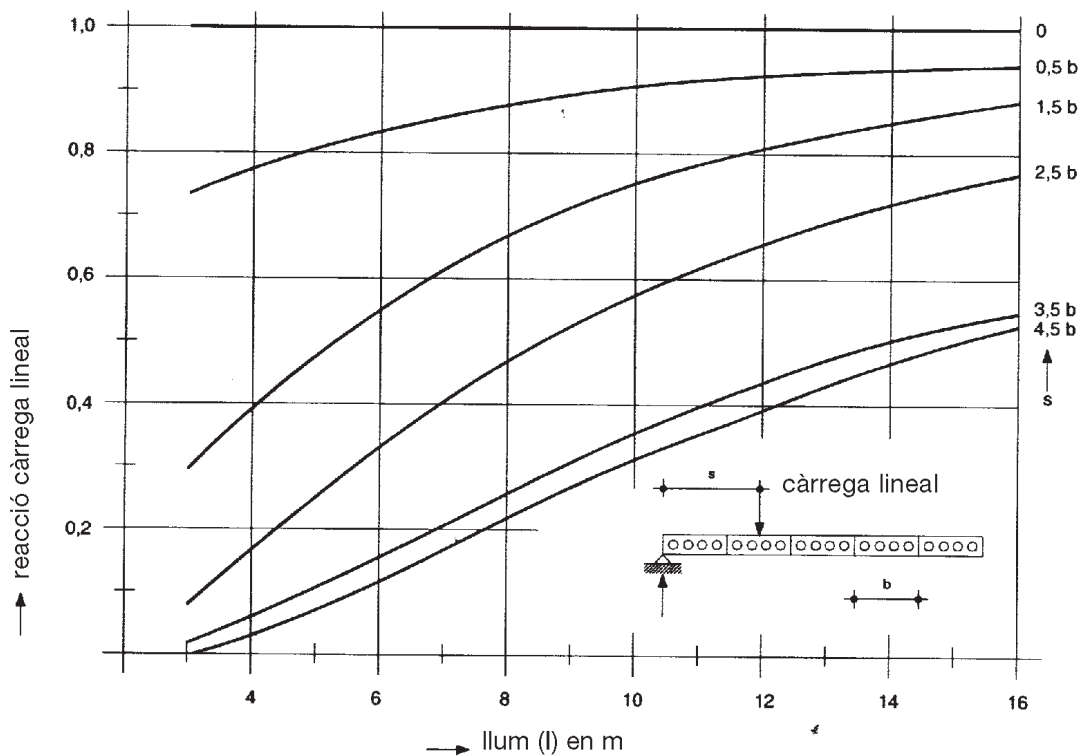


Figura A.3.5 Força de reacció al suport longitudinal deguda a una càrrega lineal

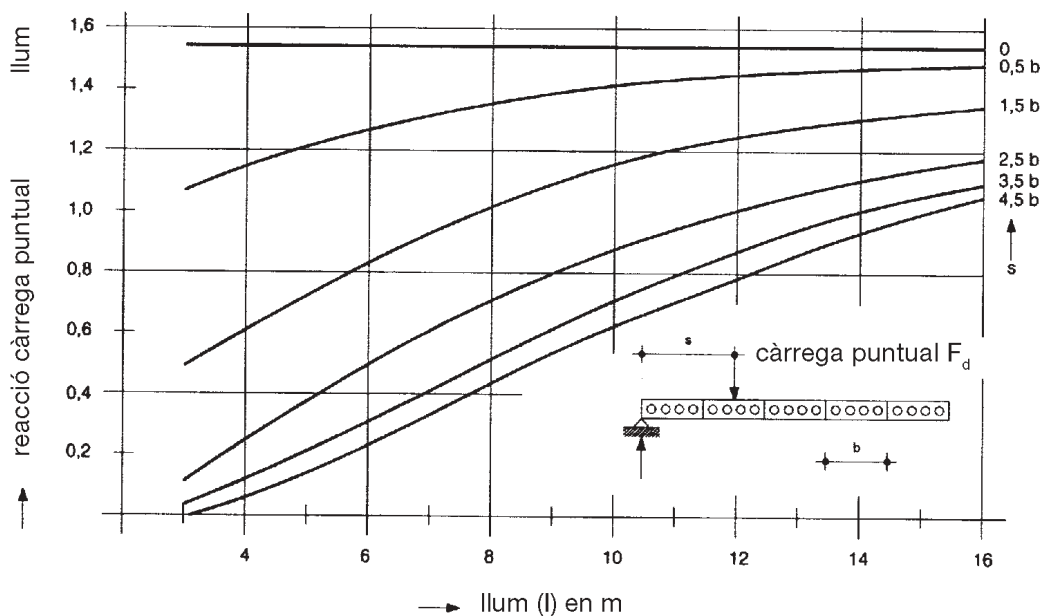


Figura A.3.6 Força de reacció al suport longitudinal deguda a una càrrega puntual al centre d'obertura

Annex 4

Coaccions no desitjades en lloses alveolades pretensades. Armadura mínima en suports simples

1. Generalitats

En el càlcul de les lloses alveolades pretensades i en el detall de les seves unions en suports s'han de considerar les coaccions no desitjades i els seus moments negatius implícits a fi d'evitar possibles fissures derivades de la coacció al gir, que puguin iniciar una fallada per esforç tallant en les proximitats del suport.

Es poden fer servir els següents mètodes per considerar els moments negatius deguts a coaccions no desitjades:

- projectar la unió de tal manera que aquells moments no es produeixin.
- concebre i calcular la unió de manera que les fissures que es produeixin no donin lloc a situacions perilloses.
- considerar en el càlcul els moments negatius deguts a les coaccions no desitjades. A continuació es detalla aquest procediment.

2. Projecte mitjançant càlcul

Es pot adoptar el següent procediment de càlcul:

- En els extrems dels suports, que s'han suposat suports lliures, llevat que per la naturalesa del suport no es puguin desenvolupar moments d'ajust, s'ha de considerar un moment flector negatiu en el suport igual al més petit dels valors següents:

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

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

amb ΔM igual al valor més gran dels dos valors següents:

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

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

Si la distància entre les vores extremes de les lloses alveolades és inferior a 50 mm o si la junta no està reblerta, llavors ΔM es pren igual al més petit dels dos valors següents:

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

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

en què (vegeu també la figura A.4.1):

M_{1d} és el moment de càlcul màxim a l'obertura, igual a $\gamma_G (M_G - M_{pp}) + \gamma_Q M_Q$

amb:

M_G el moment màxim característic a l'obertura degut a accions permanents,

M_Q el moment màxim característic a l'obertura degut a accions variables,

M_{pp} el moment màxim característic a l'obertura degut al propi pes del forjat,

a és la longitud del suport com es mostra a la figura,

A_s és l'àrea de la secció transversal de l'armadura de connexió,

d és la distància des de la fibra inferior de la llosa fins a la posició de l'armadura de connexió,

h és el cantell de la llosa,

f_{yd} és la resistència de càlcul de l'acer,

$N_{d,sup}$ és el valor de càlcul de l'esforç normal total a la cara superior del forjat,

$N_{d,inf}$ és el valor de càlcul de l'esforç normal total a la cara inferior del forjat,

W és el mòdul resistent de la secció de formigó abocat a l'obra entre els extrems dels elements,

μ_0 és el coeficient de fricció al costat inferior de la llosa,

μ_b és el coeficient de fricció al costat superior de la llosa,

μ_0 i μ_b són presos com a:

0,8 per a formigó sobre formigó,

0,6 per a formigó sobre morter,

0,25 per a formigó sobre cautxú o neoprè,

0,15 per a formigó sobre feltre de fibres.

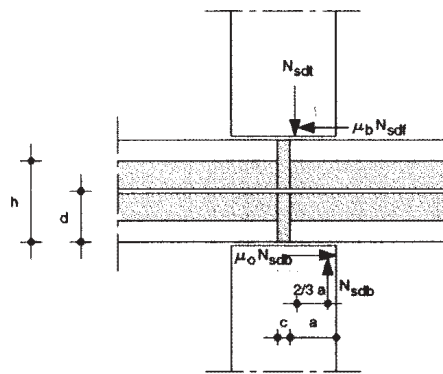


Figura A.4.1 Moments no desitjats per deformació impedita

- b) No és necessari disposar armadura per absorbir els moments deguts a la coacció al gir si es compleix:

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

en què:

h és el cantell de la llosa, en m,

W_t és el mòdul resistent de la llosa respecte de la fibra superior.

Si no es compleix la condició anterior, els moments negatius obtinguts $M_{d,f}$ han de ser resistits: a la junta entre lloses oposades, per armadura passiva allotjada a la llosa superior formigonada a l'obra o, si aquesta no existeix, a la junta longitudinal entre lloses adjacents o en alvèols massissats; a les seccions de llosa alveolada pretesada es pot tenir en compte l'efecte de la força de transferència de pretesatge exercida pels filferros o cordons superiors.

Si a la secció situada a mig cantell de la vora lliure de suport, l'efecte del moment negatiu $M_{d,f}$, més el pretesatge, desenvolupat segons s'estableix a l'apartat 14.2.2.a), provoca traccions superiors a $f_{ct,d}$ a la fibra superior de la llosa alveolada pretesada, a més de la comprovació amb moments positius i armadures inferiors segons 14.2.2.a) s'ha de fer, per a la secció esmentada, una altra comprovació addicional, segons 14.2.2.b) amb moment negatiu i armadura superior.

Annex 5

Assajos de resistència a esforç tallant en forjats de biguetes sense armadura transversal

1. Condicions generals per a l'aplicació d'aquest annex

A fi de comprovar que la resistència a esforç tallant dels forjats de biguetes és suficient per poder aplicar la fórmula que s'incorpora a l'apartat 14.2.1,

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

s'han de complir simultàniament les condicions següents:

- la tipologia del forjat està compresa entre les definides a l'apartat 2 d'aquest annex,
- els elements prefabricats (biguetes pretesades) s'han de subministrar a l'obra amb un certificat de garantia del fabricant, signat per una persona física, que el control de producció de les peces subministrades inclou la realització d'assajos de resistència a esforç tallant, de conformitat amb el que estableix l'apartat 3 d'aquest annex, i d'acord amb el model establert a l'apartat 4 del mateix annex,
- la direcció facultativa pot exigir els corresponents informes dels assajos relatius al control de producció realitzats durant els dos últims anys.

En el cas que els elements prefabricats tinguin un distintiu oficialment reconegut, només és necessari verificar el compliment dels punts a) i c).

2. Tipologies de forjats

L'expressió de V_{u2} a què fa referència aquest annex només és aplicable a tipologies de forjats constituïts per biguetes pretesades amb cantells totals no superiors a 350 mm i amb gruixos mínims d'ànima de la bigueta no superiors a 60 mm.

3. Assajos de resistència a esforç tallant

Els assajos de resistència a esforç tallant s'han de fer d'acord amb el que estableixen els apartats següents:

3.1 Nombre d'assajos

En el cas d'emprar forjats constituïts per dos nervis, s'han de fer dos models d'assaig, per dur a terme dos assajos per model, de dos dels cantells utilitzats amb el forjat, tot això per a cada tipus de forjat.

També es poden emprar, com a procediment alternatiu, forjats constituïts per nervis aïllats formats per una sola bigueta, cas en què s'han de dur a terme quatre models d'assaig, per fer dos assajos per model, de dos dels cantells utilitzats amb el forjat, tot això per a cada tipus de forjat.

Els dos cantells de forjat que cal emprar en els assajos són:

- el cantell mínim del forjat, mai inferior a 200 mm.
- el cantell màxim del forjat, mai superior a 350 mm.

3.2 Model d'assaig

El model ha d'estar constituït per dues biguetes amb un intereix de 70 cm. Ha d'incloure les peces d'alleugeriment entre les dues biguetes, que han de ser de poliestirè expandit o amb motlle recuperable que reproduïx la geometria de l'alleugeriment, així com en els laterals d'aquestes, per reproduir dos nervis complets del forjat. Les seves coaccions de suport són d'articulació mitjançant ròtules, una de fixa i una altra de lliscant, disposades sota els nervis.

Alternativament, també es poden utilitzar models amb forjats constituïts per nervis aïllats formats per una sola bigueta, en els quals, mitjançant motlles o peces d'alleugeriment anàlogues a les definides anteriorment, s'ha de reproduir de manera adequada la geometria de l'alleugeriment.

El dimensionament del model es fa perquè no sigui crítica la fallada per flexió o per esforç rasant, i permet superar àmpliament la capacitat de resistència a esforç tallant avaluada d'acord amb la fórmula a què fa referència aquest annex, tot això per a l'esquema de càrregues que s'estableix en el punt següent.

El forjat ha d'estar integrat pels elements prefabricats, les peces d'alleugeriment i formigó in situ HA-25/B/20/I; el gruix de la capa de compressió ha de ser el més petit dels definits a les fitxes de les autoritzacions d'ús, i s'hi ha de disposar malla de llosa superior.

El forjat s'ha de construir cintrat, amb distàncies entre puntals d'acord amb la seva situació real de construcció. El carregament dels nervis del forjat, comptat a partir de l'eix del suport, ha de ser de 15 cm com a mínim, i tant la quantia d'armadura longitudinal inferior com la longitud d'ancoratge d'aquesta armadura han de ser suficients per garantir l'estabilitat del suport sense que es produeixi una fallada d'ancoratge.

3.3 Càrregues aplicades al model

S'ha d'aplicar al model una càrrega lineal, transversal al forjat, que anirà prenent valors creixents, fins que s'assoleixi la ruptura. La càrrega s'aplica a una distància «a» igual o superior a 3,5 vegades el cantell del forjat des del suport més proper. Sobre cada un dels models d'assaig s'han de fer dos assajos consecutius, el segon d'aquest després de reajustar el suport en el qual s'hagi produït la fallada, corresponent un a cada suport.

Alternativament, també es poden emprar dues càrregues lineals transversals al forjat, disposades simètricament respecte del seu eix de simetria. Les càrregues s'apliquen a una distància «a» igual o superior a 3,5 vegades el cantell del forjat des de cada un dels suports més propers.

3.4 Valor de l'esforç tallant per nervi registrat a l'assaig

El valor de l'esforç tallant per nervi registrat a l'assaig és el deduït de sumar el corresponent al pes propi del model assajat, el pes dels elements auxiliars de càrrega i distribució d'aquestes i la màxima càrrega directament aplicada pel mitjà que s'empri per reproduir-la, per la qual cosa el sistema d'aplicació de les càrregues que s'implementi ha de poder registrar la càrrega màxima assolida durant l'assaig.

La ruptura d'un forjat es considera assolida quan es produeixi la ruptura a esforç tallant d'un nervi. S'ha d'assenyalar que en cada assaig d'un forjat s'obté el valor més petit de dos nervis sotmesos a la mateixa sol·licitació, per la qual cosa per a un determinat tipus de forjat s'obté el valor mínim de 16 valors d'esforç tallant de ruptura [dos (2) models d'assaig cada un de dos (2) nervis i per a dos (2) cantells diferents; es realitzen dos (2) assajos per model].

3.5 Interpretació dels resultats

Es considera que el resultat d'assaig és positiu, i que en conseqüència és procedent aplicar al forjat la fórmula a què fa referència aquest annex per calcular la seva resistència d'esgotament a esforç tallant, si el valor mínim assolit en assaig supera 1,5 vegades el valor de càlcul obtingut després de l'aplicació d'aquesta fórmula.

3.6 Informe dels resultats

L'assaig ha de quedar documentat en un informe on s'ha de fer constar almenys:

- La descripció dels models d'assaig i la seva justificació teòrica.
- Les característiques dels materials emprats.
- El procés d'execució dels models d'assaig.
- L'esquema d'armament dels forjats i les seves configuracions geomètriques detallades.
- El procés de càrrega, amb indicació dels esglaons de càrrega establerts.
- La justificació dels valors nominals de l'esforç tallant segons la fórmula a la qual fa referència aquest annex.
- La justificació dels valors d'esforç tallant de ruptura registrats en assaig.
- La descripció de la forma de ruptura.
- Les conclusions sobre la procedència de poder adoptar els valors d'esforç tallant d'esgotament que es pretenen per al valor nominal establert a la Instrucció EHE, i la gamma de cantells per a la qual això és aplicable.

4. Certificat de garantia

El certificat de garantia que s'ha d'adjuntar als elements prefabricats per tal de poder aplicar la fórmula a la qual fa referència aquest annex ha d'incloure com a mínim la informació següent:

- Identificació completa (nom i cognoms, domicili i càrrec a l'empresa) de la persona física que signa el certificat de garantia.
- Identificació completa de l'empresa.
- Tipus i descripció dels elements que són objecte del subministrament.
- Data de fabricació dels elements que són objecte del subministrament.
- Marques i identificacions dels elements que són objecte del subministrament.
- Manifestació expressa que es du a terme en fàbrica un control de producció per al tipus d'elements de què es tracti, d'acord amb aquest annex.
- Declaració expressa del coeficient de seguretat, respecte al valor de l'esforç tallant de càlcul, obtingut dels assajos realitzats en el control de producció.
- Data d'expedició del certificat.
- Signatura de la persona física que es fa responsable de la veracitat de les dades incloses al certificat de garantia.
- Segell de l'empresa.

Annex 6

Assajos de resistència a esforç rasant en forjats sense armadura de cosit

1. Condicions generals per a l'aplicació d'aquest annex

El camp d'aplicació d'aquest annex són els forjats que, dins de l'àmbit d'aquesta Instrucció, no tinguin armadura de cosit i presentin una imbricació eficaç entre el formigó in situ i l'element prefabricat (aquest és el cas, per exemple, dels forjats constituïts per biguetes pretesades amb ànima de cua d'oreneta fabricades amb màquina emmotlladora).

Per poder aplicar l'increment del 20% de la capacitat davant d'esforç rasant, és necessari comprovar que és acceptable aquest increment mitjançant la realització dels assajos específics, per a la qual cosa s'han de complir simultàniament les condicions següents:

- a) la tipologia del forjat ha de complir les condicions imposades a l'apartat 2 d'aquest annex,
- b) els elements prefabricats s'han de subministrar a l'obra amb un certificat de garantia del fabricant, signat per una persona física, que el control de producció de les peces subministrades inclou la realització d'assajos de resistència a esforç rasant, de conformitat amb el que estableix l'apartat 3 d'aquest annex, i d'acord amb el model establert a l'apartat 4 del mateix annex,

- c) la direcció facultativa pot exigir els corresponents informes dels assajos relatius al control de producció duts a terme durant els dos últims anys.

En cas que els elements prefabricats tinguin un distintiu oficialment reconegut, només és necessària la verificació del compliment dels punts a) i c).

Atesa l'analogia entre aquest assaig i el que s'estableix per avaluar la resistència a esforç tallant es recomana que, per al cas de biguetes amb ànima de cua d'oreneta fabricades amb màquina emmotlladora i eficaçment enllaçades amb el formigó in situ, es programi la realització d'ambdós tipus d'assaig, d'esforç tallant i rasant, als mateixos models.

És necessari ajustar la geometria del model pel que fa a l'establiment del perímetre d'esforç rasant, ja que l'exigència d'aquest assaig obliga que siguin superiors les resistències a esforç de flexió i a esforç tallant perquè es pugui provocar la ruptura per esforç rasant, perquè la fallada d'esforç rasant té un caràcter més fràgil que les d'esforç de flexió i d'esforç tallant i, en conseqüència, el seu mecanisme de ruptura ha de ser cobert amb més seguretat.

2. Tipologies de forjats

L'increment del 20% de la capacitat davant d'esforç rasant a què fa referència aquest annex només és aplicable a tipologies de forjats amb cantells totals no superiors a 350 mm.

3. Assajos d'esforç rasant

Els assajos d'esforç rasant s'han de fer d'acord amb el que estableixen els punts següents:

3.1 Nombre d'assajos

En el cas d'emprar forjats constituïts per dos nervis, s'han de fer per a cada tipus de forjat dos models d'assaig amb dos dels cantells utilitzats amb el forjat, i sobre aquests s'han de fer dos assajos per model.

També es poden emprar, com a procediment alternatiu, forjats constituïts per nervis aïllats formats per una sola bigueta, cas en què s'han d'efectuar quatre models d'assaig, per realitzar dos assajos per model, de dos dels cantells utilitzats amb el forjat, tot això per a cada tipus de forjat.

Els dos cantells de forjat que cal emprar en els assajos són:

- el cantell mínim del forjat, mai inferior a 200 mm.
- el cantell màxim del forjat, mai superior a 350 mm.

3.2 Model d'assaig

El model ha d'estar constituït per dues biguetes amb un intereix de 70 cm, ha d'incloure peces d'alleugeriment entre les dues biguetes, que siguin de poliestirè expandit o amb motlle recuperable que reproduïx la geometria de l'alleugeriment, així com en els laterals d'aquestes, per reproduir dos nervis complets del forjat. El perímetre d'esforç rasant que es configuri al model ha de ser ajustat per provocar, en la mesura possible, la fallada per esforç rasant després d'haver-se superat com a mínim 1,5 vegades el valor de l'esforç tallant de càlcul del forjat. Les seves coaccions de suport han de ser d'articulació mitjançant ròtules, una de fixa i una altra de lliscant, disposades sota els nervis.

Alternativament, també es poden utilitzar models amb forjats constituïts per nervis aïllats formats per una sola bigueta, en què mitjançant motlles o peces d'alleugeriment anàlogues a les definides anteriorment es reproduïx adequadament la geometria de l'alleugeriment.

El dimensionament del model s'ha de fer perquè no sigui crítica la fallada per flexió i permeti superar àmpliament la capacitat a esforç tallant, tot això per a l'esquema de càrregues que s'estableix en el punt 3.3 d'aquest annex.

El forjat ha d'estar integrat pels elements prefabricats, peces d'alleugeriment i formigó in situ HA-25/B/20/I, i el gruix de la capa de compressió ha de ser el més petit dels definits a les fitxes de les autoritzacions d'ús, i s'hi ha de disposar malla de llosa superior.

El forjat s'ha de construir cintrat, amb distàncies entre puntals d'acord amb la seva situació real de construcció. El carregament dels nervis del forjat, comptat a partir de l'eix del suport ha de ser d'almenys 15 cm, i tant la quantia d'armadura longitudinal inferior com la longitud d'ancoratge d'aquesta armadura han de ser suficients per garantir l'estabilitat del suport sense que es produeixi fallada d'ancoratge.

3.3 Càrregues aplicades al model

S'ha d'aplicar al model una càrrega lineal, transversal al forjat, que vagi prenent valors creixents, fins que s'assoleixi la ruptura. La càrrega s'ha d'aplicar a una distància «a» igual o superior a 3,5 vegades el cantell del forjat des del suport més proper. Sobre cada un dels models d'assaig s'han de fer dos assajos consecutius, el segon d'aquest després de reajustar el suport en el qual s'hagi produït la fallada, i en correspon un a cada suport.

Alternativament, també es poden emprar dues càrregues lineals transversals al forjat, disposades simètricament respecte del seu eix de simetria. Les càrregues s'han d'aplicar a una distància «a» igual o superior a 3,5 vegades el cantell del forjat des de cada un dels suports més propers.

3.4 Valor de l'esforç rasant per nervi registrat en l'assaig

El valor de l'esforç rasant per nervi registrat en assaig ha de ser el deduït de sumar el corresponent al pes propi del model assajat, el pes dels elements auxiliars de càrrega i distribució d'aquestes i la màxima càrrega directament aplicada pel mitjà que s'empri per reproduir-la, per la qual cosa el sistema d'aplicació de les càrregues que s'implementi ha de poder registrar la càrrega màxima assolida durant l'assaig. La ruptura d'un forjat es considera assolida quan es produeixi la ruptura a esforç tallant o a esforç rasant d'un nervi. Cal assenyalar que en cada assaig d'un forjat s'obté el valor més petit de dos nervis sotmesos a la mateixa sol·licitació, per la qual cosa per a un determinat tipus de forjat s'obté el valor mínim de 16 valors d'esforç tallant o rasant de ruptura [dos (2) models d'assaig cada un de dos (2) nervis i per a dos (2) cantells diferents; es fan dos (2) assajos per model].

4. Interpretació de resultats

Es considera que el resultat d'assaig és positiu, i que en conseqüència escau l'aplicació al forjat de l'increment del 20% a la resistència a esforç rasant que preveu l'apartat 14.3, si el valor de la tensió rasant assolida en assaig supera 2,0 vegades el valor nominal obtingut per aplicació de la Instrucció EHE per a un coeficient $\beta = 0,6$, amb el valor del perímetre crític corresponent al model i resistència del formigó la corresponent al formigó in situ del model assajat.

5. Informe dels resultats

L'assaig ha de quedar documentat en un informe on s'ha de fer constar almenys:

- La descripció dels models d'assaig i la seva justificació teòrica.
- Les característiques dels materials emprats.
- El procés d'execució dels models d'assaig.
- L'esquema d'armament dels forjats i les seves configuracions geomètriques detallades.
- El procés de càrrega, amb indicació dels esglaons de càrrega establerts.
- La justificació dels valors nominals de l'esforç rasant.
- La justificació dels valors d'esforç rasant o tallant de ruptura registrats en assaig.
- Les conclusions sobre la procedència de poder adoptar els valors d'esforç rasant d'esgotament que es pretenen per al valor nominal establert a la Instrucció EHE amb un increment del 20%, i la gamma de cantells per a la qual això és aplicable.