

## **RESUM DEL TREBALL**

El formigó és un material constituït per la mescla de ciment, àrids i aigua, amb unes dosificacions convenients.

Sotmès a tracció, presenta una baixa resistència comparada amb la seva resistència a compressió, de forma que es fa necessària la utilització d'armadures, o barres, normalment d'acer per resistir a les zones traccionades, de forma que el conjunt constitueix el que es coneix com a formigó armat.

En tota construcció o estructura projectada, és necessari assolir certes exigències que assegurin que aquestes siguin segures i funcionals per als usuaris. Aquests són els casos dels Estats Límits Últims (ELU) i els Estats Límits de Servei (ELS). Dins d'aquest segon grup, un dels aspectes més importants a controlar és la fissuració.

Quan al formigó es produeixen tensions superiors a la seva resistència a la tracció, apareix el fenomen de la fissuració, en el que s'originen esquerdes de diferents formes i dimensions en funció d'una sèrie de factors com la geometria o el nivell de carrega, entre d'altres. És comú i acceptat que s'obrin petites fissures a les zones traccionades dels elements de formigó armat. Tot i això, els codis i normes de disseny, obliguen a verificar el compliment de l'Estat Límit de Fissuració presentant diferents models de predicció d'obertura de fissura, que ha de ser menor que uns valors límits establerts.

L'objecte del treball consisteix en la realització d'un estudi comparatiu de les formulacions de les principals normatives de dissenys d'estructures de formigó armat del nostre entorn, mitjançant un estudi paramètric per avaluar la incidència en l'obertura de fissura de les variables seleccionades. L'estudi es centra en la comparativa de les següents normatives: a nivell nacional, la derogada instrucció EHE-08 i el Codi Estructural recentment aprovat per substituir-la, CE-2021 (basat en l'Eurocodi 2 de l'any 2004, per a la part de fissuració), i a nivell europeu la futura actualització del propi Eurocodi 2.

L'estudi es centra en comparar els resultats predictius d'obertura de fissura per cadascuna de les normatives mencionades anteriorment, per dos tipus de bigues de secció rectangular, una biga plana i una de cantell, sotmeses a flexió. També es definiran una sèrie de paràmetres per definir les propietats del formigó i les de l'armat longitudinal, tant físiques com geomètriques.

Els esforços produïts a les bigues seran causats per accions permanents i constants, i els resultats d'obertura de fissura obtinguts es consideraran per a la situació de fissuració estabilitzada, és a dir, quan ja no se'n produeixen noves.

L'estudi comparatiu es divideix en dues parts. Una primera part consistent en la realització dels càlculs predictius a partir de totes les combinacions possibles amb els paràmetres fixats de les variables. I una segona part, amb l'estudi comparatiu on amb tots els resultats, es procedirà a una anàlisi comparativa de la predicció d'obertura de fissura i de la influència de les principals variables com ara la separació mitjana entre fissures i la deformació relativa de l'armadura, així com les secundàries que influeixen en aquestes, com ara la quantia eficaç o la tensió de l'armadura en l'instant de fissuració, entre d'altres.

D'aquesta forma l'estudi paramètric comparatiu de les propostes de càlcul de l'obertura de fissura es distribueix en: dos capítols introductoris, amb els antecedents i una breu pinzellada al fenomen de la fissuració, així com la presentació de la formulació de les normatives que formen part de l'estudi; un tercer capítol amb el desenvolupament i la metodologia emprada per la realització de l'estudi, així com els paràmetres inicials que es fixaran i els valors que s'emprendran dels mateixos; i tres capítols més per procedir a analitzar els resultats obtinguts en l'estudi. Primerament s'analitzaran els paràmetres principals que modifiquen directament l'obertura de fissura, amb els conseqüents subparàmetres, i finalment l'obertura de fissura recapitulant la informació dels anteriors. Finalment en el setè capítol s'inclouran les conclusions finals de l'estudi i acaba el document, amb els annexos on s'inclouen els resultats numèrics, a més de gràfics suplementaris realitzats per extreure major informació.

Resumidament, un cop realitzat l'estudi s'han extret les conclusions que s'indiquen a continuació:

Predir l'amplada de fissura és una tasca de relativa complexitat per la quantitat de paràmetres que hi intervenen i com hi incideixen, motiu pel qual les normatives s'actualitzen amb el temps afegint o corregint els factors que poden alterar l'amplada de fissura directe o indirectament .

Entre les normatives estudiades, la ja derogada EHE-08 és la normativa amb una predicció d'obertura de fissura més desfavorable en més de dues terceres parts dels casos per ambdues bigues, principalment per ser la normativa que majors deformacions relatives prediu tot i que per contra, ser alhora la que prediu menor separació de fissures.

Per contra, el CE-2021 recentment instaurat, és la normativa més favorable de les tres en quan a obertura de fissura. Només en casos comptats no és la normativa més favorable degut a que és la que prediu menors deformacions, tret d'aquests casos comptats. Mentrestant, el futurible nou EC-2, preveuria uns valors d'obertura intermedis entre les dues anteriors normatives. En els casos on l'EHE-08 no era la més desfavorable, aquesta ho és. En general, els valors d'obertura són més propers al CE-2021 als casos amb menor tensió, recobriment i diàmetre, mentre que a mesura que augmenten aquests paràmetres els valors s'aproximen més a l'EHE-08 o fins i tot superar-los lleugerament.

En quant als paràmetres fixats el que més afecta en l'amplada de fissura, és clarament la quantia mecànica, és a dir la relació entre la secció de la biga i l'àrea d'armat que conté. Ja que modifica a la quantia eficaç, que és la relació entre l'àrea d'armat i l'àrea eficaç de formigó, que és el factor no fixat més important en l'amplada, ja que és present als dos paràmetres principals que la modifiquen. El segon paràmetre que més altera l'amplada de fissura és la tensió de servei de l'armadura, seguidament del recobriment i del diàmetre que tenen una afectació similar, però inferior a les anteriors.

Finalment, en les diferències entre les bigues planes i les de cantell:

En la gran majoria de casos, l'amplada de fissures es major per la biga plana, principalment degut a la separació entre fissures on pren de nou importància la quantia eficaç, menor respecte la de cantell. Contràriament però, la quantia eficaç en la deformació realitza un efecte contrari. En aquest cas, a menor quantia major tensió de l'armat a l'instant de fissuració, el que es tradueix en menor deformació del mateix, tot i que en la majoria de casos ambdues diferències no es compensen.