

## 29 Forjats unidireccionals

### 29.14 Forjat unidireccional. Bigueta de fusta. Secció. Règim elàstic

Aquesta aplicació estudia el funcionament estàtic d'un forjat unidireccional en què l'element resistent és tant la bigueta (B) de fusta, com el sinus (S) de formigó. El moment de càlcul considerat  $M_d$  és positiu. L'alleugerit o revoltó no intervé en el càlcul. L'estudi es fa sobre una secció, de forma que no es contempla la deformació per flexió del forjat. No existeix molta bibliografia sobre els forjats amb bigueta de fusta. En algunes temes se segueix el llibre '*Càlculo, construcción, patología y rehabilitación de forjados de edificación*' de J. Calavera, 5ª edició. Editat per Intemac el 2002, especialment el capítol 19 '*Piezas compuestas*'. Quan el forjat és a base de dues peces de formigó (bigueta i sinus), el càlcul es pot analitzar en règim plàstic però, quan la bigueta és de fusta o metàl·lica, es prefereix utilitzar el règim elàstic. A més, el contacte entre elements és aquí molt important, atès que si aquest contacte no existeix, el conjunt deixa de ser una peça composta per convertir-se en l'addició mecànica de bigueta més sinus. Com es veurà mes endavant, el contacte amb bigueta de fusta o metàl·lica no es tracta en el llibre del professor Calavera ni a la bibliografia especialitzada, de forma que caldrà ser molt prudent en aquesta qüestió.

L'aplicació es divideix en diverses parts.

1. Nomenclatura. Es dona un esquema (fig. 29.29) on es veu un dibuix d'un forjat amb bigueta de fusta i la seva nomenclatura. L'entrada de dades de la geometria del forjat es defineix amb punts lliscants.

Forjat:  $h, h_b, h_a, b$  i  $i$ .

Bigueta:  $h_1...h_4$  i  $b_1...b_5$

Alleugerit:  $a_1...a_8$  i  $c_1...c_9$

El sinus queda automàticament concretat amb els valors que s'han donat anteriorment. Els primers càlculs són per determinar la capa de compressió del forjat  $s$  i la de la bigueta  $t$ , deduïdes de la geometria.

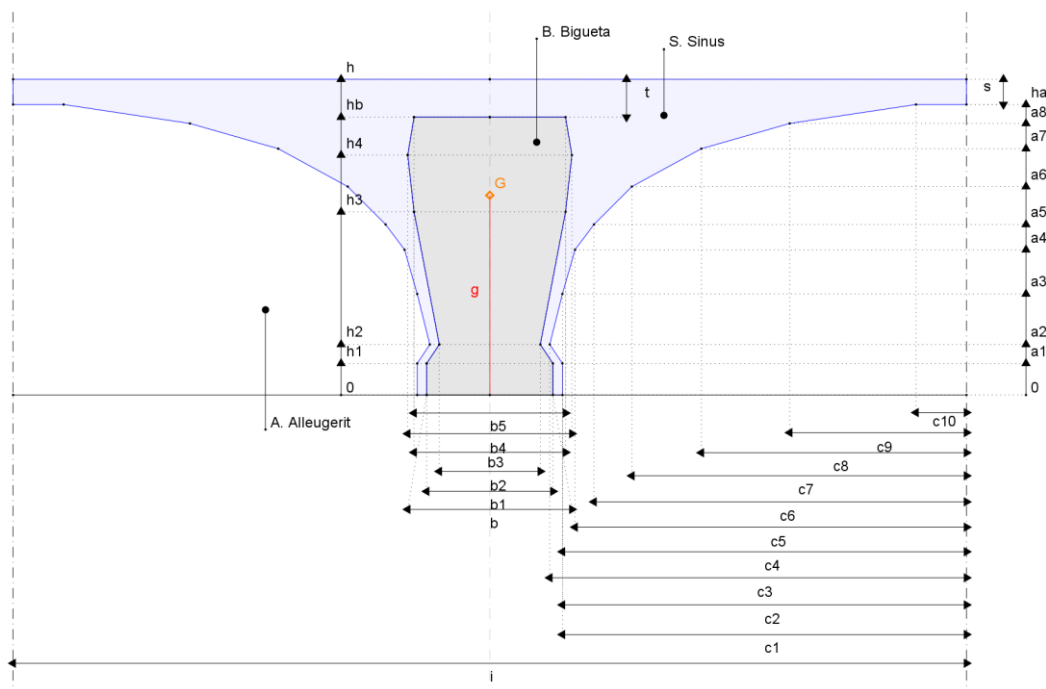


Fig. 29.29

2. Dades. En aquest apartat es donen, també amb punts lliscants, el moment flector de càlcul  $M_d$  i l'esforç tallant, també de càlcul,  $V_d$ . Igualment, es dona la resistència característica del formigó del sinus  $f_{ck}$ , el coeficient de seguretat  $\gamma_c$  i el seu pes específic  $\gamma_s$ . Com que entre la bigueta i l'alleugerit queda un espai en el qual s'introdueix (no sempre) el formigó del sinus, és evident que, segons sigui aquest espai, no es pot considerar el contacte entre bigueta i sinus. Aquesta distància es controla amb el punt lliscant  $\delta$  amb el rètol 'límit contacte actiu'.

3. Fusta. Aquí s'introdueixen la classe resistent CR, el coeficient de seguretat  $\gamma_m$ , la durada de les accions DA i la classe de servei CS. Amb aquest valors es calcula la resistència característica a flexió  $f_{m,k}$ , la resistència característica a esforç tallant  $f_{v,k}$ , el coeficient modificador de la resistència  $k_{mod}$ , el pes específic característic  $\rho_k$  i, finalment, el mòdul elàstic paral·lel mitjà  $E_{0,mean}$ .

4. Càlculs. El sistema utilitzat per al càlcul d'aquest forjat 'compost' és el que considera el context mecànic d'actuació en règim elàstic. Es fa el següent:

4.1 Homogeneïtzació. Es crea un element nou que homogeneïtza la fusta de la bigueta amb el formigó del sinus. Això es materialitza relacionant els mòduls d'elasticitat dels dos materials  $E_{0,mean}$  per a la fusta i  $E_s$  per al formigó. I, en aquest cas, relacionem els mòduls adoptant com a referència la fusta de la bigueta. Així, trobem uns coeficients d'equivalència que són  $n_b = 1$  per a la bigueta i  $n_s = E_{0,mean}/E_s$  per al sinus. Una vegada homogeneïtzada la secció es pot calcular el centre de gravetat G del conjunt i calcular la seva distància a la fibra més traccionada g. De la mateixa manera, es calcula el moment d'inèrcia amb referència a G de valor  $I_g$ .

4.2 Tensions. Amb els valors calculats anteriorment, és immediat construir un diagrama triangular de tensions (fig. 29.30) que ens permeti, per a qualsevol altura x, conèixer les tensions a què es veuen subjectes la bigueta  $\sigma_{x,b}$  i el sinus  $\sigma_{x,s}$ . Per observar la idoneïtat del forjat a flexió, aquestes tensions s'han de comparar amb les resistències de càlcul a flexió de la bigueta  $f_{m,d}$  i del sinus  $f_{cd}$ .

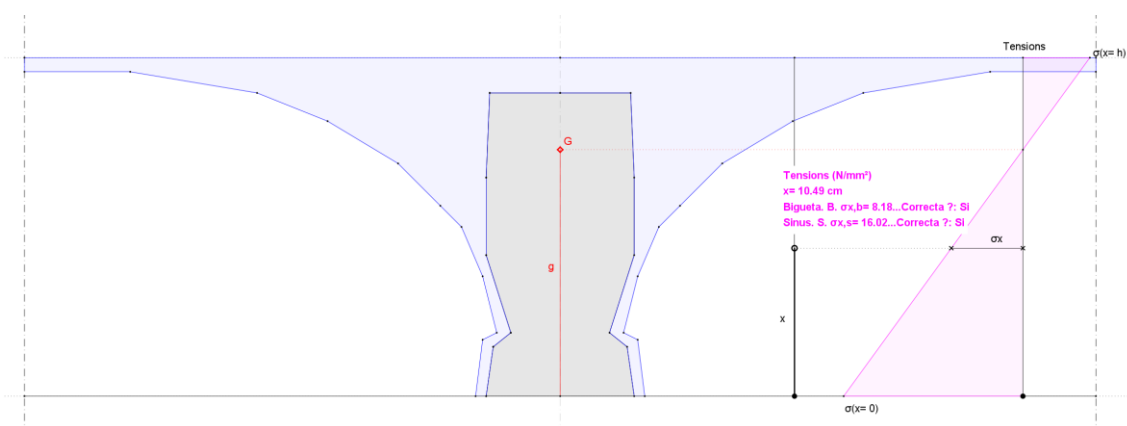


Fig. 29.30

4.3 Esforç tallant. Quant a l'esforç tallant, s'ha fet el següent: dividint l'esforç tallant de càlcul  $V_d$  per l'àrea de la secció homogeneïtzada  $A_h$  obtenim un valor de tensió  $\tau$  que s'ha de comparar amb el valor de la tensió a esforç tallant que pot suportar la fusta de la bigueta  $f_{v,d}$ .

4.4 Esforç rasant. Com s'ha dit, el càlcul del forjat en règim elàstic es basa en què el contacte entre la fusta de la bigueta i el formigó del sinus sigui tal, que es pugui considerar la peça com un sol element mecànic i no com a suma de les propietats mecàniques de cadascun d'ells. Això obliga a fer algunes consideracions:

4.4.1 Perímetre de contacte. Es calcula la zona de bigueta que està en contacte amb el formigó p. Aquí apareix el concepte de 'límit de contacte actiu  $\delta'$ ' que es regula amb un punt lliscant i que té per objectiu no considerar el contacte on la distància entre la bigueta i el sinus sigui menor que  $\delta$ .

4.4.2 Moment estàtic. Es calcula el moment estàtic de la secció en referència al centroide G,  $M_{e,g}$ .

4.4.3 Esforç rasant. Es calcula amb la següent fórmula:  $\tau_{mit} = Vd \cdot M_{e,g} / (\rho \cdot I_g)$  (esforç rasant mitjà). Ara s'ha de comprovar si aquest esforç rasant el pot absorbir la fusta de la bigueta i el formigó del sinus. Quant al sinus, la bibliografia està més o menys d'acord en adoptar el valor  $\tau_{md,s} = 0.25 \cdot f_{cd}$ , però no s'ha trobat informació sobre quin és l'esforç rasant absorbit per la fusta. Per analogia s'ha adoptat el valor  $\tau_{md,b} = 0.25 \cdot f_{m,d}$ .