

12 Formigó armat

12.7 Secció mixta

Una secció mixta de formigó i acer és aquella en què aquests dos elements resistents formen una sola unitat. Perquè això sigui possible, és necessari que els dos elements estiguin íntimament units, cosa que comporta una sèrie de qüestions constructives i de càlcul que és obligat seguir.

En aquesta aplicació s'ha seguit, sempre que ha estat possible, allò indicat a l'estudi inclòs a *'Problemas de Resistencia de Materiales y Estructuras'* de Juan Miquel Poblet, editat per *ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos* de Barcelona. Atesa la complexitat del tema, s'ha dividit l'aplicació en fases que es controlen per un punt lliscant (Fases) en color blau i que també servirà per esquematitzar aquesta memòria. L'aplicació no permet que h_1 o que h_2 siguin zero.

Fase 0. Es fa una presentació de la biga. És una biga simplement recolzada en els punts A i B, de llum L , que es determina per un punt lliscant (fig. 12.34). Aquesta biga serà mixta d'acer i formigó.

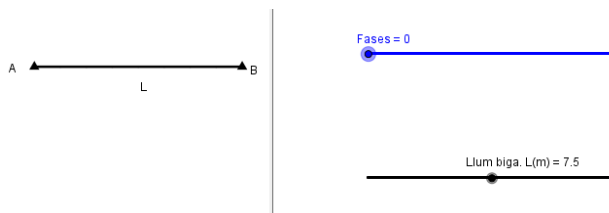


Fig. 12.34

Fase 1. Es defineix geomètricament la part metàl·lica de la biga mixta. Per a aquesta fase apareixen els següents punts lliscants: l'escala de longitud i els que determinen les alçades h_1 , h_2 i h_3 . També apareixen els punts mòbils a la secció d'acer que permeten ajustar la forma de la secció metàl·lica amb les cotes de b_1 , b_2 , e_2 , l_2 , α i b_3 (fig. 12.35). Aquestes cotes permeten calcular l'àrea d'acer A_s .

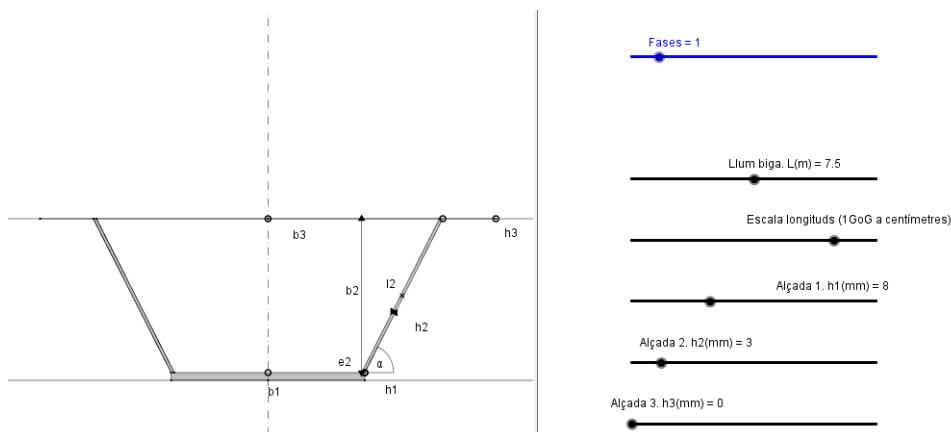


Fig. 12.35

Fase 2. Determinació de les característiques mecàniques de l'acer. El centre de gravetat de la secció d'acer G_s i les seves cotes amb referència al punt més baix y_{G_s} , i més alt $y_{G_s,s}$ de la secció metàl·lica (fig. 12.36). Es calcula el moment d'inèrcia d'únicament la part d'acer de valor I_{G_s} .

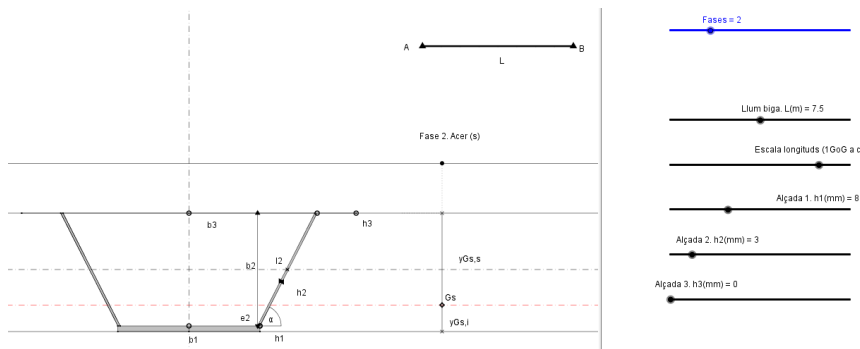


Fig. 12.36

Fase 3. La zona metàl·lica definida amb anterioritat ja forma part de la biga. Ara es tracta, abans de formigonar, de donar a aquesta zona una flexió negativa. Això s'aconsegueix donant una contrafleixa de valor m_A en el recolzament A i de $-m_B$ en B. Aquesta contrafleixa garantirà que un cop s'hagi formigonat, fraguat i endurit el formigó, quan es destensi, és a dir, quan $m_A = m_B = 0$, els dos elements mecànics, formigó i acer, quedin íntimament units. Per definir a l'aplicació els moments de contrafleixa, es disposa d'un punt lliscant (fig. 12.37). A la pràctica, aquests moments es poden aconseguir amb voladissos exteriors com a prolongació de la pròpia biga o bé, allò que sembla més senzill, amb una càrrega uniformement repartida negativa (antigravitatòria) aconseguida, per exemple, amb una bateria de puntals. Aquesta càrrega haurà de ser tal, que la deformació negativa que produeixi sigui el més semblant possible a la deformació que produeixen els moments de contrafleixa.

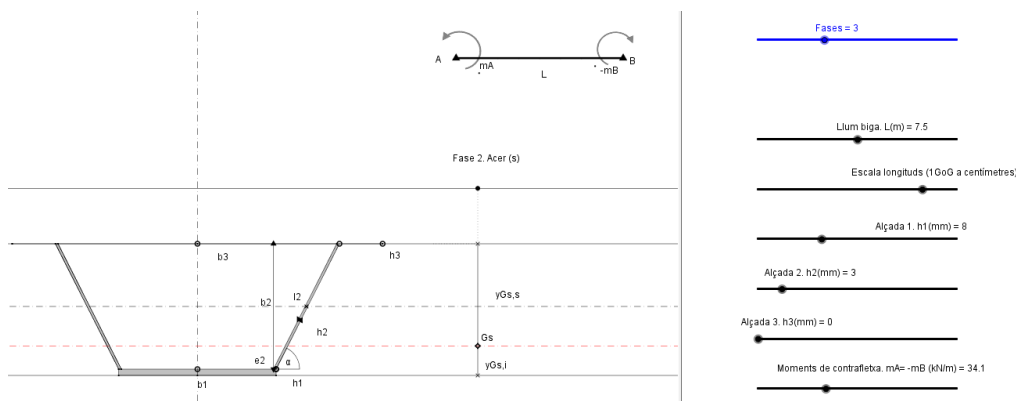


Fig. 12.37

Fase 4. Els moments de contrafleixa $m_A = -m_B$ produeixen en l'acer unes tensions de valor $\sigma_{m,i}$ a la fibra inferior i $\sigma_{m,s}$ a la superior (fig. 12.38). Atès que ha aparegut el diagrama de tensions, es justifica igualment l'aparició del punt lliscant de la lupa.

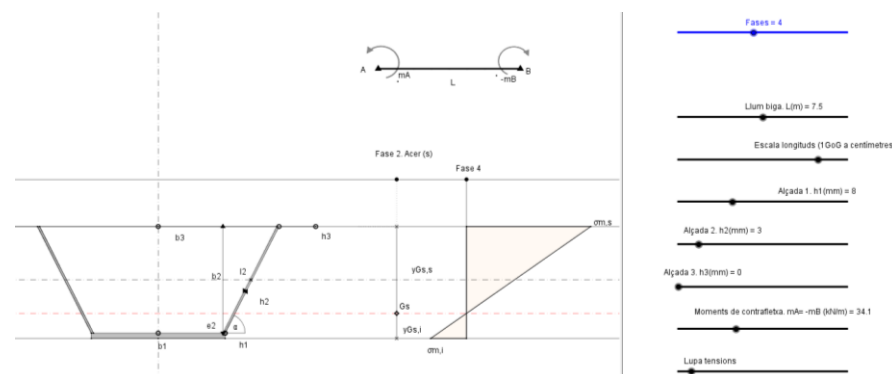


Fig. 12.38

Fase 5. En aquesta fase es defineix la geometria del formigó b4, h4 i queda determinat el cantell total h. Es formigona el cap comprimit de la biga mixta (fig. 12.39). El formigó ha de fraguar i endurir fins aconseguir la seva resistència característica de projecte f_{ck} . També apareix el punt lliscant que concreta el factor d'homogeneïtzació n , tal que $n = E_s/E_c$, en què E_s i E_c són els mòduls de deformació de l'acer i del formigó respectivament.

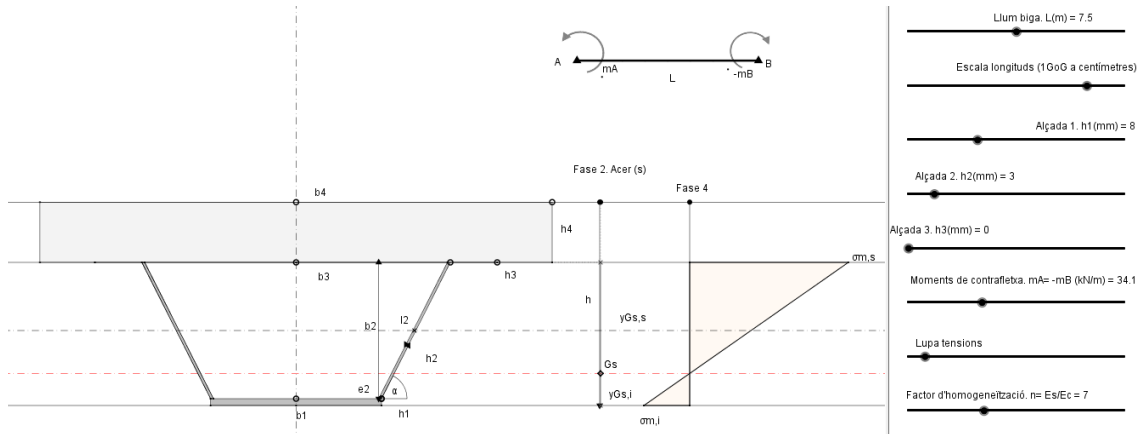


Fig. 12.39

Fase 6. Amb el factor d'homogeneïtzació n aconseguim que tota la secció s'hagi homogeneïtzada a formigó o que la secció sigui virtualment de formigó. Amb aquestes condicions ja podem calcular el centre de gravetat de tota la secció G_h , amb distàncies $y_{Gh,i}$ a la fibra inferior i $y_{Gh,s}$ a la fibra superior (fig.12.40).

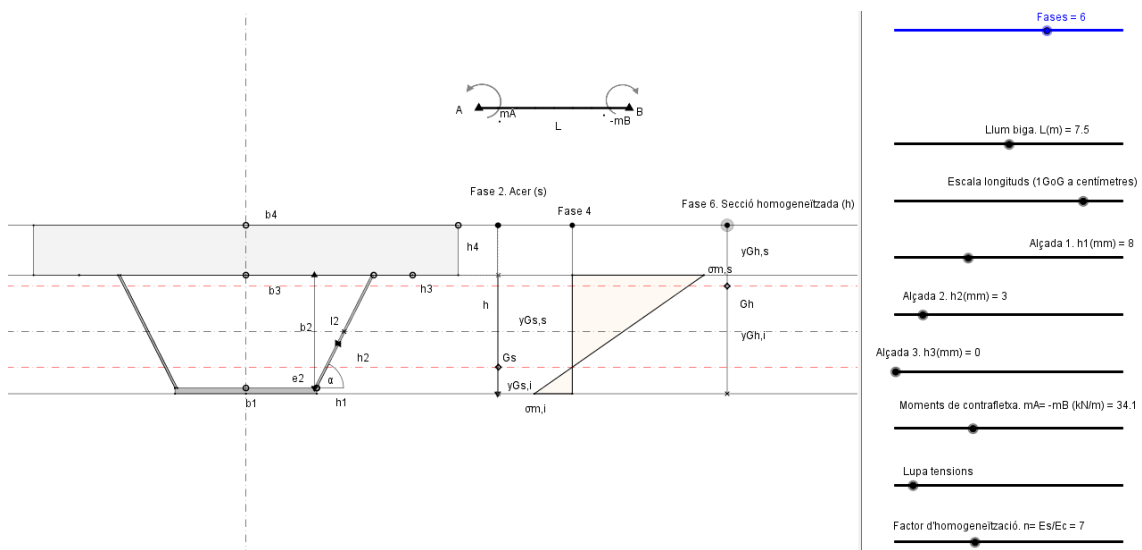


Fig. 12.40

Fase 7. Una vegada aconseguit el valor de projecte de la resistència de formigó f_{ck} ja es poden eliminar els moments de contrafleixa $m_A = m_B = 0$. L'acer intenta recuperar la seva posició primitiva però la unió amb el formigó ho impedeix. Es creen unes noves tensions que es calculen a partir de la secció homogeneïtzada. Els valors obtinguts són σ_d a la fibra inferior (acer), $\sigma_{d,2}$ a l'acer en contacte amb el formigó, $\sigma_{d,3}$ al formigó amb contacte amb l'acer i, finalment, $\sigma_{d,4}$ a la fibra superior (formigó) (fig. 12.41)

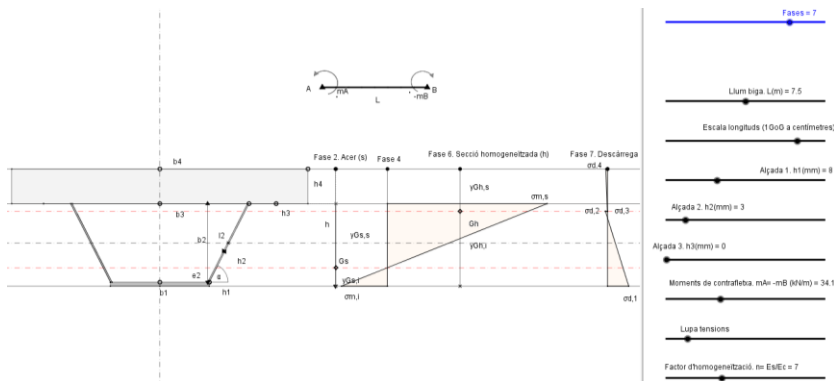


Fig. 12.41

Fase 8. Ara és el moment de carregar la biga amb la càrrega exterior q , uniformement repartida. Això produeix un moment flector màxim a la meitat de la llum L de valor $M_{max} = (1/8) \cdot qL^2$. Les tensions provocades pel moment són $\sigma_{b,1}$ a la fibra inferior del conjunt de la secció i $\sigma_{b,4}$ a la fibra superior (fig. 12.42).

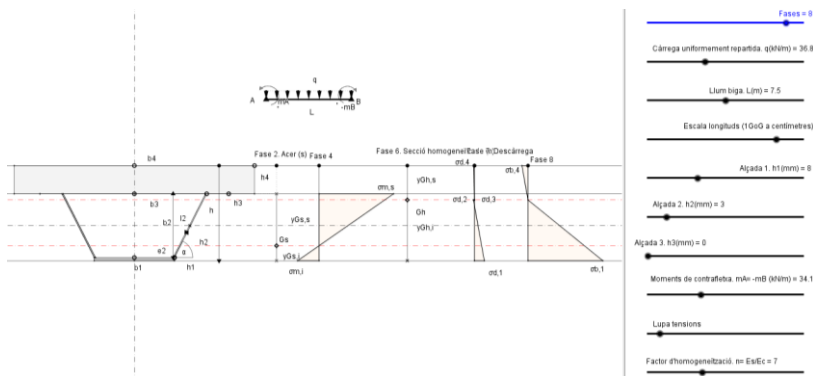


Fig. 12.42

Fase 9. Es tracta finalment de trobar les tensions finals. Això s'aconsegueix sumant els diagrames de tensions obtinguts:

- σf,1. Tensió en l'acer en la fibra inferior.
- σf,2. Tensió a la meitat d'I2.
- σf,3 Tensió en el contacte entre formigó i acer i que ha de servir per calcular els connectors.
- σf,4. Tensió a la fibra superior del formigó.
- σf,Gs. Tensió a nivell del centre de gravetat d'únicament la secció d'acer Gs.
- σf,Gh. Tensió a nivell del centre de gravetat Gh de la secció homogeneïtzada.

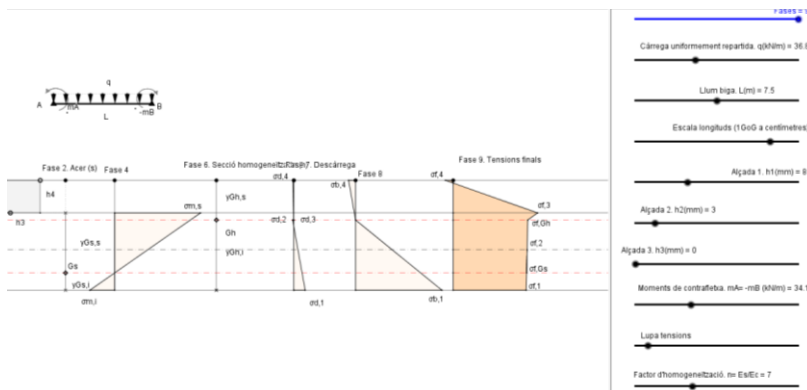


Fig. 12.43