

A la segona pantalla gràfica (fig. 12.9) es troben els punts lliscants per regular el valor d'N i el d'n, però no el de l'excentricitat, que es troba en un punt mòbil a la primera pantalla gràfica. Igualment, els punts lliscants es troben en la introducció dels armats que es fa des de 4 zones diferents. Quant als resultats obtinguts, és de destacar el moment d'inèrcia Ix respecte a la fibra neutra i les tensions en el formigó i l'acer.

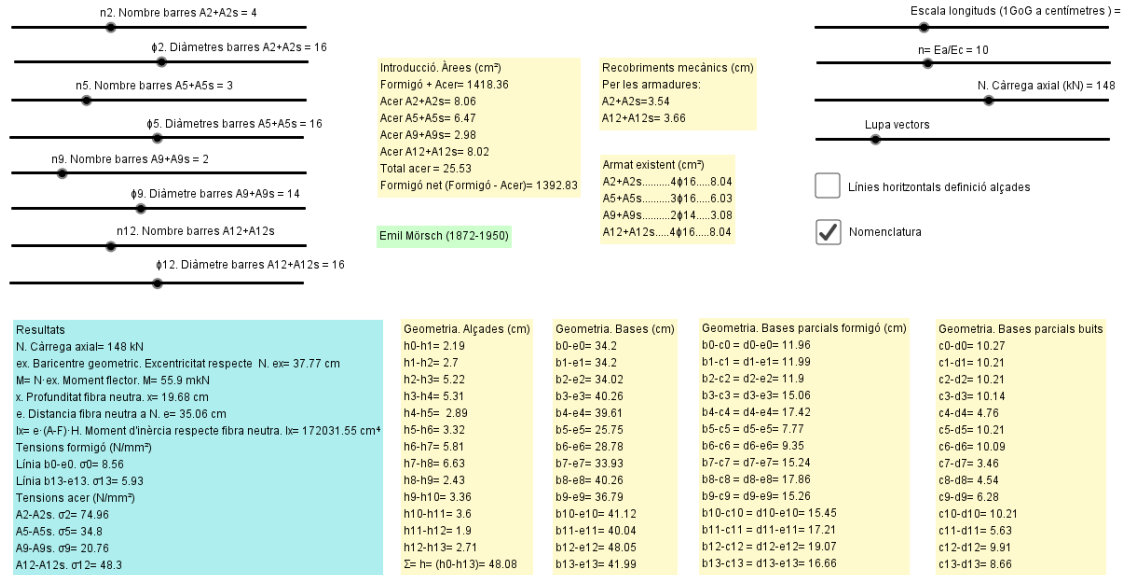


Fig. 12.9

12.3.1 Formigó armat. Flexió composta. Secció simètrica. Exemple

Es tracta d'una secció rectangular de formigó armada únicament amb 5ø16 a la zona de tracció. Aquest exemple és adequat si es volgués fer comparacions amb els sistemes analítics (fig. 12.10 i 12.11). En l'exemple 12.3.3 es fa una comparació entre mètodes gràfics.

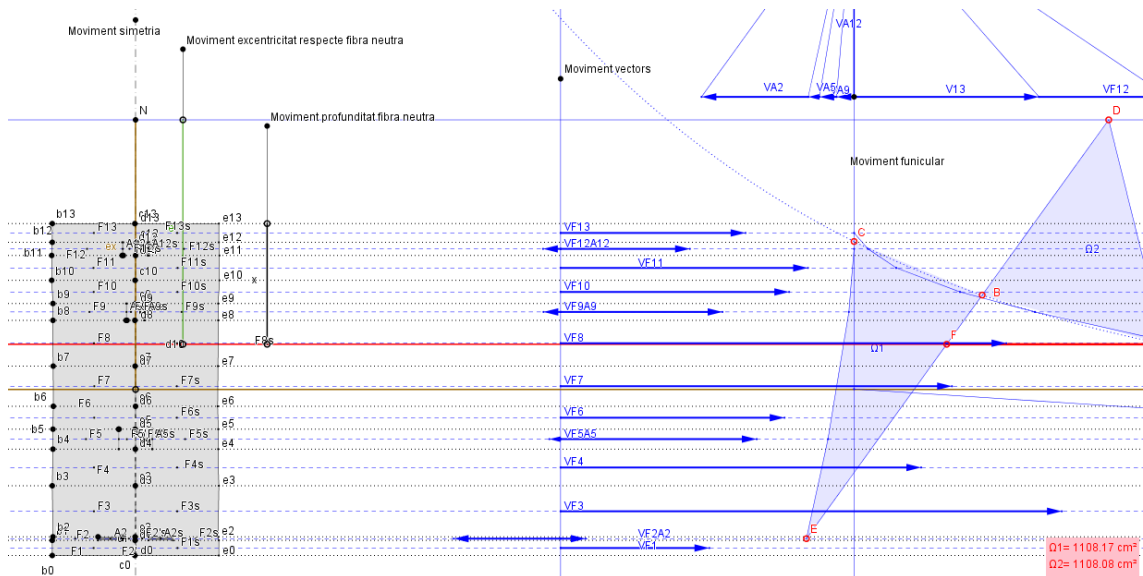
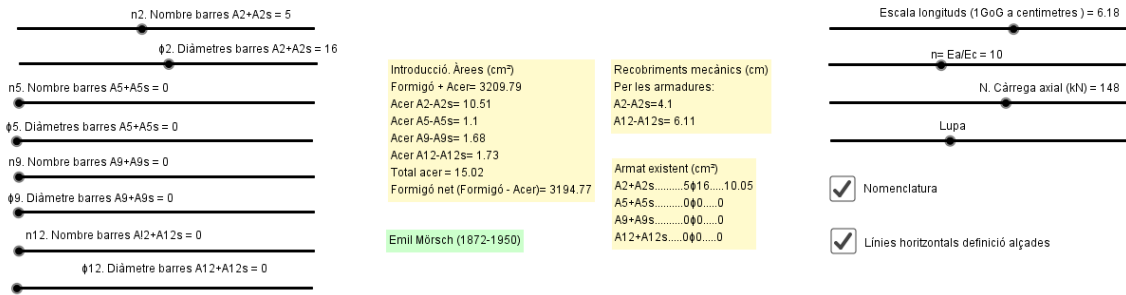


Fig. 12.10



| Resultats | Geometria. Alçades (cm) | Geometria. Bases (cm) | Geometria. Bases parcials formigó (cm) | Geometria. Bases parcials buits |
|--|-----------------------------------|-----------------------|--|---------------------------------|
| N. Càrrega axial= 148 kN | h0-h1= 3.66 | b0-e0= 40.27 | b0-c0 = d0-e0= 19.98 | c0-d0= 0.31 |
| ex. Baricentre geomètric. Excentricitat respecte N. ex= 65.22 cm | h1-h2= 0.88 | b1-e1= 40.27 | b1-c1 = d1-e1= 20.03 | c1-d1= 0.22 |
| M= N ex. Moment flector. M= 96.53 mkN | h2-h3= 12.35 | b2-e2= 39.98 | b2-c2 = d2-e2= 19.88 | c2-d2= 0.22 |
| x. Profunditat fibra neutra. x= 29.1 cm | h3-h4= 8.87 | b3-e3= 40.27 | b3-c3 = d3-e3= 20.09 | c3-d3= 0.09 |
| e. Distància fibra neutra a N. e= 54.2 cm | h4-h5= 4.82 | b4-e4= 39.98 | b4-c4 = d4-e4= 19.95 | c4-d4= 0.09 |
| lx= e (A-F) · H. Moment d'inèrcia respecte fibra neutra. lx= 587531.92 cm ⁴ | h5-h6= 5.55 | b5-e5= 39.95 | b5-c5 = d5-e5= 19.87 | c5-d5= 0.22 |
| Tensions formigó (N/mm ²) | h6-h7= 9.71 | b6-e6= 39.76 | b6-c6 = d6-e6= 19.87 | c6-d6= 0.01 |
| Línia b0-e0. σ_0 = 6.99 | h7-h8= 11.08 | b7-e7= 39.83 | b7-c7 = d7-e7= 19.81 | c7-d7= 0.22 |
| Línia b13-e13. σ_{13} = 3.97 | h8-h9= 4.06 | b8-e8= 39.98 | b8-c8 = d8-e8= 19.82 | c8-d8= 0.35 |
| Tensions acer (N/mm ²) | h9-h10= 5.62 | b9-e9= 39.98 | b9-c9 = d9-e9= 19.88 | c9-d9= 0.22 |
| A2-A2s. σ_2 = 64.3 | h10-h11= 6.02 | b10-e10= 40.57 | b10-c10 = d10-e10= 20.18 | c10-d10= 0.22 |
| A5-A5s. σ_5 = 31.46 | h11-h12= 3.18 | b11-e11= 40.57 | b11-c11 = d11-e11= 20.28 | c11-d11= 0.01 |
| A9-A9s. σ_9 = 10.54 | h12-h13= 4.52 | b12-e12= 40.27 | b12-c12 = d12-e12= 20.28 | c12-d12= -0.29 |
| A12-A12s. σ_{12} = 31.36 | $\Sigma z = h = (h0-h13) = 80.31$ | b13-e13= 40.27 | b13-c13 = d13-e13= 19.96 | c13-d13= 0.35 |

Fig. 12.11

12.3.2 Formigó armat. Flexió composta. Secció simètrica. Exemple

Aquest mètode gràfic permet amb facilitat calcular seccions d'ànima buida. En aquest cas, és la col·locació de l'armat qui demana la màxima atenció possible (fig. 12.12 i 12.13).

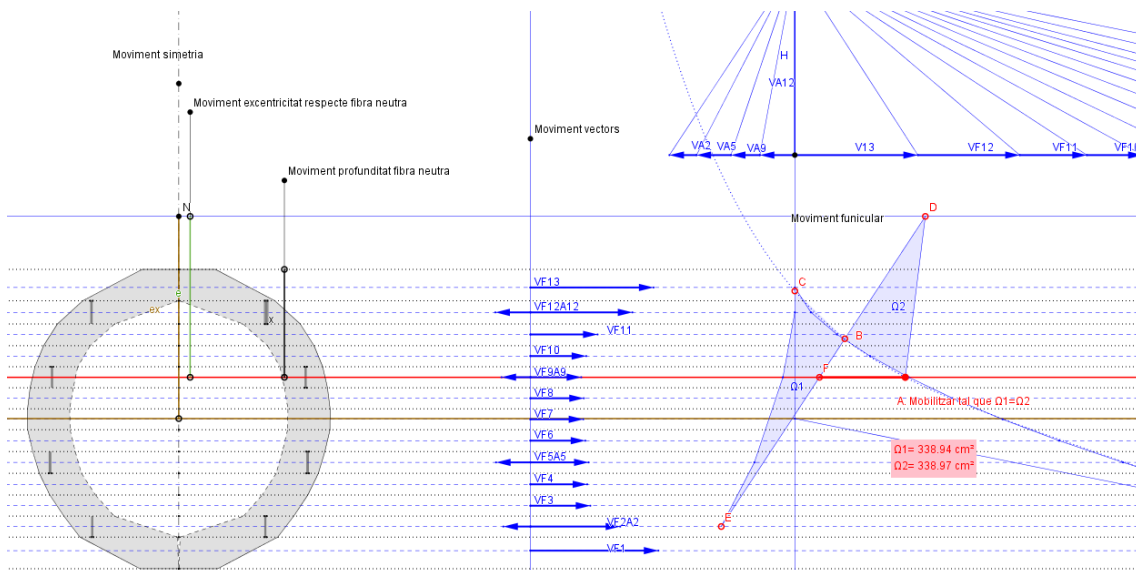


Fig. 12.12

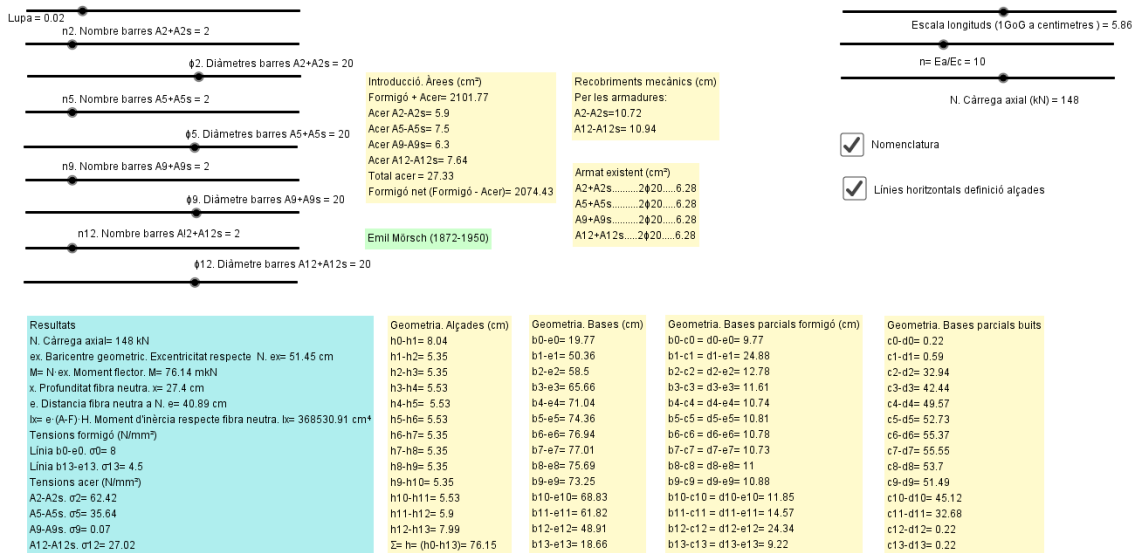


Fig. 12.13

12.3.3 Formigó armat. Flexió composta. Secció simètrica. Exemple

Es tracta de calcular una secció en forma de T de formigó armat (fig. 12.14 i 12.15). Amb la intenció d'observar el grau d'exactitud, es compararà aquesta secció amb la que apareix en el llibre *Il Cemento Armato de Luigi Santarela. Editore Ulrico Hoepli* de 1956, també calculada amb l'ajut del polígon funicular. És una secció de 120 cm d'amplada superior i de 30 cm d'amplada inferior. Amb un cantell total de 80 cm i una dimensió de 20 cm del cap comprimit. La càrrega axial és de $N = 40$ t (394 kN en GeoGebra) i una excentricitat $e = 43.5$ cm (46.1 cm en GeoGebra). Els resultats han estat: Inèrcia $I_x = 978.750$ cm⁴ (1.037.286 en GeoGebra) i una tensió en la vora més comprimida del formigó de 42 kp/cm² (4.22 N/mm² en Geogebra) i, finalment, una tensió en l'acer de 920 kp/cm² (85.56 N/mm² en Geogebra). Valors que es donen com a admissibles.

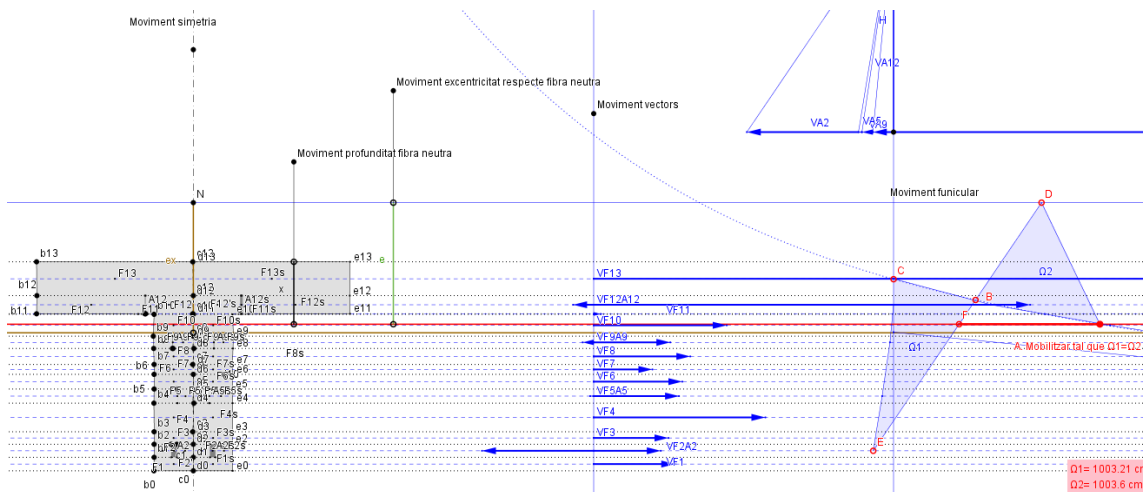


Fig. 12.14

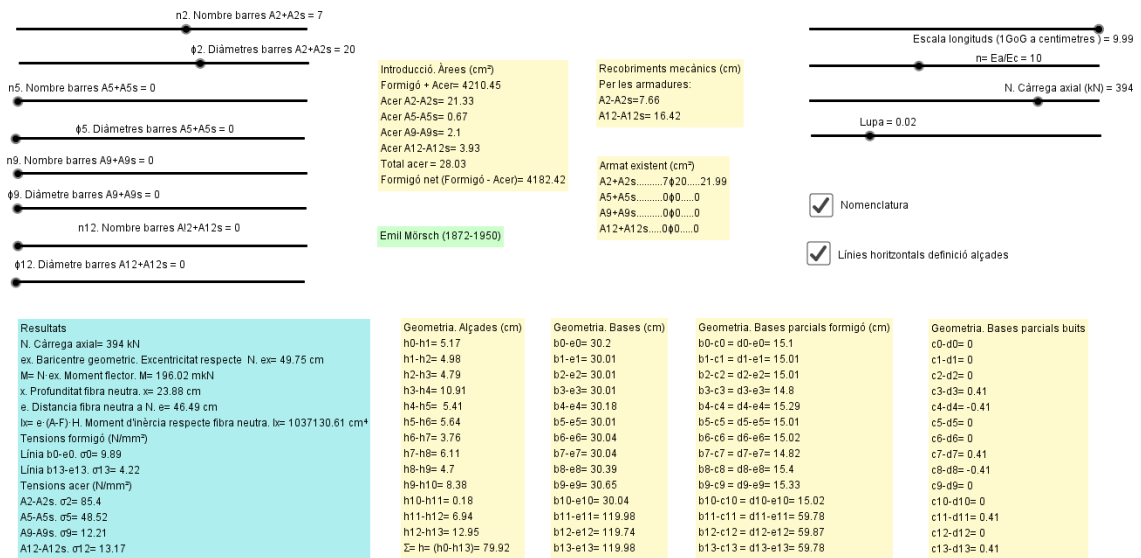


Fig. 12.15

12.3.4 Formigó armat. Flexió composta. Secció simètrica. Exemple

El sistema gràfic utilitzat amb GeoGebra permet el càlcul de seccions tan exòtiques com la d'aquest exemple (fig. 12.16 i 12.17).

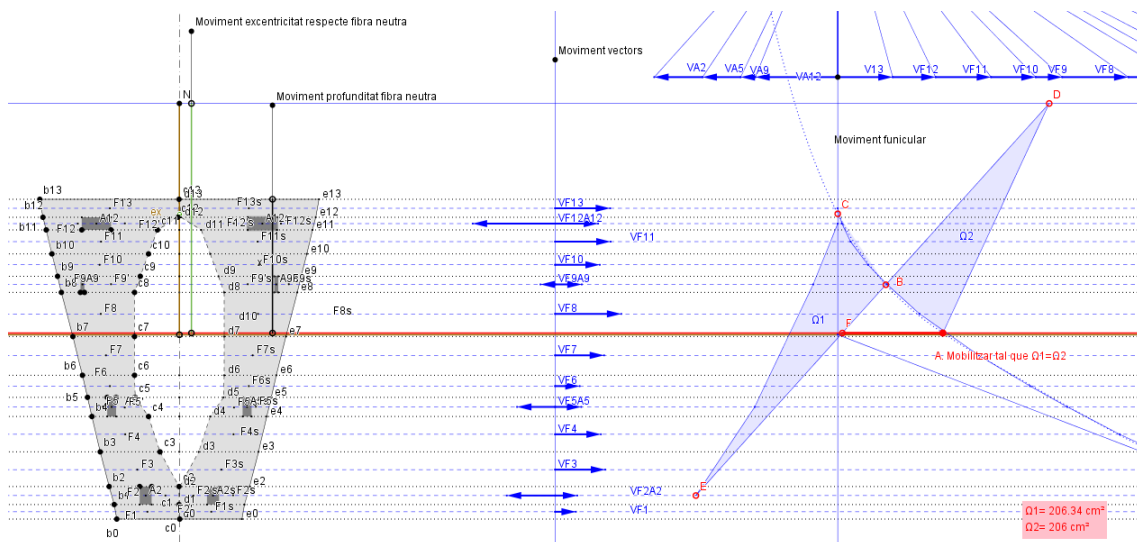


Fig. 12.16

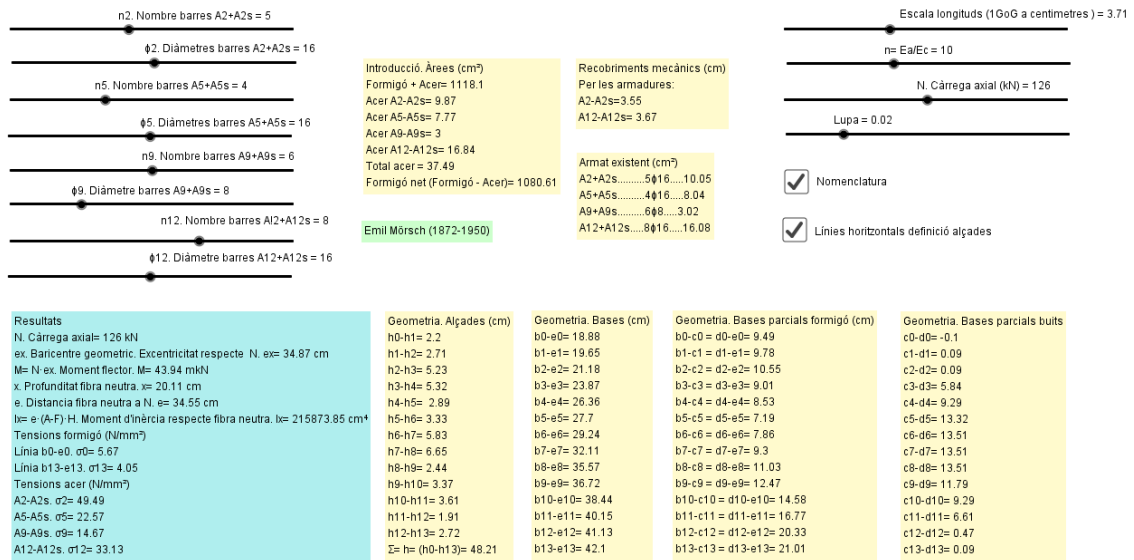


Fig. 12.17