

8 Mur de contenci3

8.1 Mur de contenci3. En m3nsula. M3tode1. Poncelet

8.2 Mur de contenci3. En m3nsula. M3tode1. Tal3s discontinu

8.3 Mur de contenci3. En m3nsula. M3tode2. Coulomb

Les empentes d'un terreny sobre una superf3cie de contenci3 ha preocupat sempre als estudiosos de la qüestió (fig. 8.1). En efecte, la determinaci3 dels paràmetres de càlcul són difícils de determinar. L'angle de tal3s natural φ , i especialment l'angle de fregament entre terreny i mur δ , sempre han estat qüestionats. Aquest últim varia entre zero per a terreny coherent inundat o murs de superf3cie molt llisa, fins arribar al valor φ amb terrenys ben drenats o superf3cie de mur molt rugosa. El valor $\delta = 2/3$ de φ que molts autors aconsellen no sobrepassar, pot donar idea de la complexitat del tema. Però no només aix3: una vegada definits aquests paràmetres, l'anàlisi de les empentes ha produït (avui també) diferències sovint importants entre els investigadors. Molts científics han col·laborat amb més o menys intensitat, tant en els procediments analítics com en els gràfics. Entre aquests últims destaca especialment *Charles-Augustin de Coulomb* (1736-1806) i *Jean Poncelet* (1788-1867). Les aplicacions que es donen estan, excepte la de Poncelet, més o menys insinuats al llibre *Mecànica de la Construcci3* de *Ram3n Termens Mauri* (1957). I dels dos m3todes indicats és el segon l'atribuït a Coulomb.

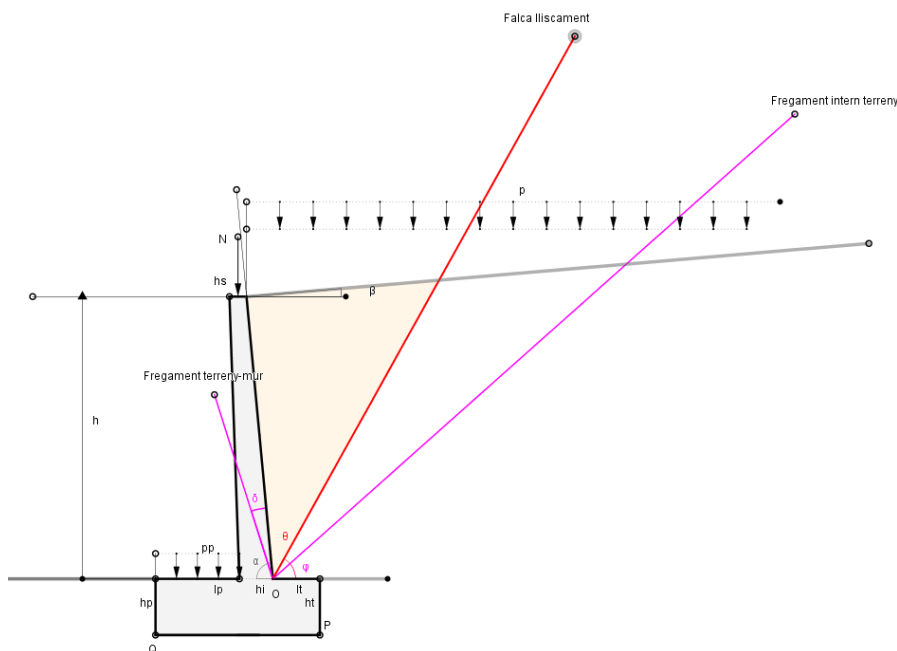


Fig. 8.1

Per tant, es donen dos m3todes, encara que descomposts en tres aplicacions, per resoldre les empentes de la terra (o de l'aigua) en un mur de contenci3 en m3nsula. A continuaci3 es defineixen les característiques comuns a tots ells.

.Mur. El mur pot ser de formig3 o de qualsevol altre material del qual es conegui el pes específic. Les dimensions dels diferents elements, com fust i capçal, així com la inclinaci3 de les parets es determinen arrossegant els punts indicats. Es considera 1m d'amplada de mur.

.Sobrecàrregues. Les sobrecàrregues exteriors considerades són tres. Dues d'elles uniformement repartides pp sobre la puntera del capçal i p sobre les terres. No es consideren

les càrregues no uniformement repartides. La tercera càrrega és concentrada al damunt de la testa superior del mur. La variant de Poncelet a l'aplicació 8.1 no permet la sobrecàrrega p .

.Terres. L'angle de talús β amb la linealitat o no de les terres és allò que distingeix l'aplicació 8.2 de les altres. L'angle de fregament intern del terreny φ i el de fregament entre terreny i mur δ queden definits en línies de diferent color partint del punt O de contacte entre el trasdós del mur i la testa superior del capçal.

8.1 Mur de contenció. En mènsula. Mètode1. Poncelet

El procés constructiu de la geometria amb l'objectiu de trobar l'empenta E a què està subjecte el mur degut a les terres és el següent (fig. 8.2):

.1. S'obtenen les forces gravitatòries del sistema. Per a les càrregues externes seran N_p i N_{pp} obtingudes respectivament de les càrregues uniformement distribuïdes p i pp . La càrrega provocada per les terres degut a la falca de lliscament d'angle θ es N_t . Atès que θ es variable, N_t també ho serà. En el mur es donen dues forces, per al fust N_f i per al capçal N_c . La resultant de N_t i N_p es designa com a N_t+N_p . Finalment, la càrrega N no precisa de tractament especial.

.2. Es crea un polígon de forces amb una doble finalitat. Primerament es coneixerà el punt d'aplicació de la resultant N_t+N_p i, en segon lloc, es descompondrà en $E(\theta)$ i $R(\theta)$. $E(\theta)$ serà l'empenta que provoquen les terres en el mur de contenció i $R(\theta)$ l'esforç que produeix la terra de la falca de lliscament a les terres que es troben per sota seu i que no té cap interès per al tema que ens ocupa. Però abans serà necessari conèixer les direccions de $E(\theta)$ i $R(\theta)$ que, com es comprova, varien en funció de l'angle θ .

.3. Per conèixer la direcció d' $E(\theta)$ es traça una perpendicular a la falca de lliscament i , des d'aquesta, l'angle φ ens donarà la direcció d' $R(\theta)$. Per a la direcció d' $E(\theta)$ es fa el mateix des de la línia de fregament terreny-mur, però en aquest cas considerant l'angle δ .

.4. Es tracen rectes des del punt O amb angles φ , tant des de la línia de fregament terreny-mur com des de la falca de lliscament. Des d'un punt qualsevol de la línia de fregament terreny-mur A es traça una horitzontal fins trobar el punt B. Tracem un cercle amb centre O i radi O-B fins trobar el punt C a la falca de lliscament i igualment amb centre O i radi O-A fins trobar D. La recta D-C és paral·lela a la línia de fregament intern del terreny.

.5. Des d'O i per la recta de fregament intern del terreny marquem el segment O-X igual a N_t+N_p , i des del punt X tracem una paral·lela a O-D fins que trobi a la falca de lliscament. La magnitud X-Y serà l'empenta que s'origina en el mur degut a les terres per una falca de lliscament d'angle θ .

.6. Es tantejaran diversos valor de θ fins obtenir el màxim valor de l'empenta E. Es comprova que, en general, aquest valor es troba al voltant de la bisectriu d'entre l'angle de fregament intern del terreny i el trasdós del mur.

.7. El punt d'aplicació de l'empenta es troba a 1/3 de la dimensió del trasdós a partir del punt O.

.8. Tant els moments d'estabilització degut a les càrregues gravitatòries com els de desestabilització degut a l'empenta E es referencien al punt Q.

.9 A mesura que l'angle de fregament entre terreny i mur δ disminueix, també disminueix la seguretat a la bolcada.

.10. Es tindrà en compte, a efectes del moviment de θ , que es poden produir inestabilitats geomètriques si la longitud de les línies de referència no és l'adequada.

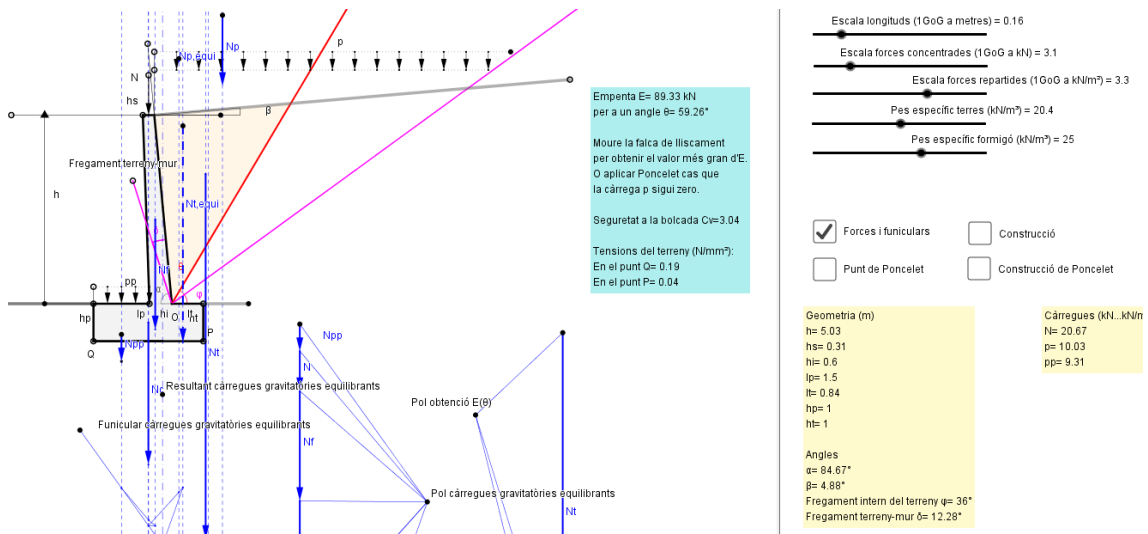


Fig. 8.2

La complexitat de la geometria proposta només té sentit si es pretén obviar el polígon de forces, atès que:

- .La direcció de l'empenta queda definida en aplicar l'angle de fregament entre terreny i mur a la paret d'aquest.
- .La intensitat de l'empenta queda definida en el polígon de les forces en conèixer les direccions d'E i d'R. En el punt 3 anterior es dona la forma d'obtenció d'R.
- .Finalment el punt d'aplicació de l'empenta, en els casos estudiats, es troba a un terç d'altura del mur a partir del punt on el mur troba la seva fonamentació.

L'aplicació incorpora el traçat de Poncelet per a l'obtenció del punt (Punt de Poncelet) on s'ha de col·locar la falca de lliscament per obtenir el valor màxim de l'empenta E (fig. 8.3). El mètode, el traçat geomètric del qual és fàcil de seguir, permet igualment obtenir el valor de l'empenta E. Una restricció que pot resultar significativa en alguns casos, és que Poncelet no permet sobrecàrregues p en un talús β que ha de ser necessàriament lineal.

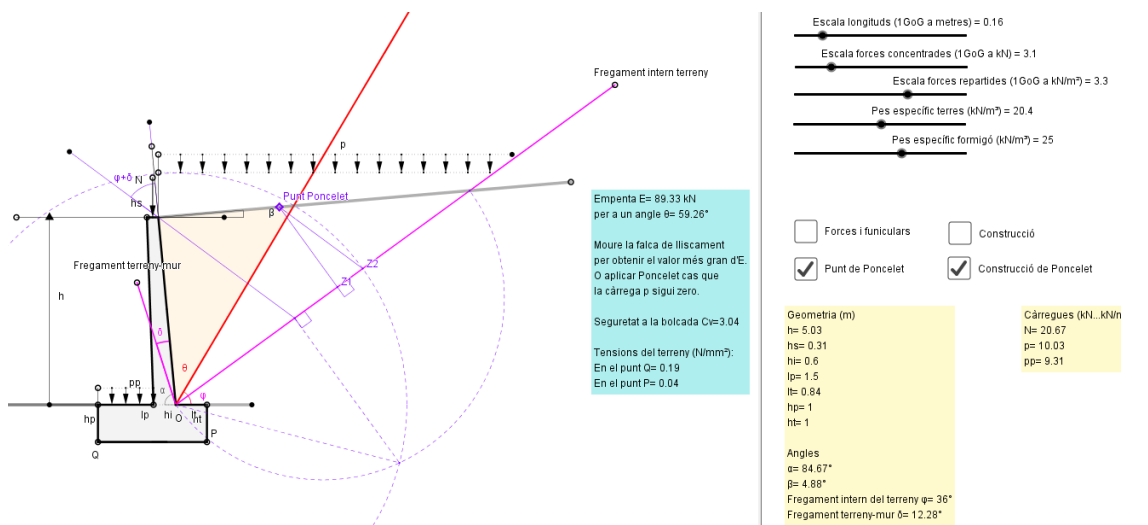


Fig. 8.3

8.2 Mur de contenció. En mènsula. Mètode1. Talús discontinu

Allò que distingeix aquesta aplicació de les altres és que permet que en el talús de les terres β es produeixi una irregularitat del terreny $p1...p7$ (fig. 8.4). A canvi, en el punt S de trobament del talús amb la falca de lliscament i degut a una qüestió geomètrica del programa, la inclinació de la falca de lliscament θ amb el talús β queden vinculats, cosa que pot produir molèsties en el moment de realitzar tanteigs amb la intenció de trobar el valor màxim de l'empenta E.

Encara que basat amb el mateix procés constructiu que l'aplicació anterior, es donen diferències notables en el tractament geomètric. En aquest cas, la desestabilització geomètrica es pot donar més fàcilment.

En aquesta aplicació, al contrari de l'anterior, no es donen les tensions en el terreny però es realitza una composició general amb el conjunt de les forces que permet conèixer si la resultant passa pel terç central del capçal.

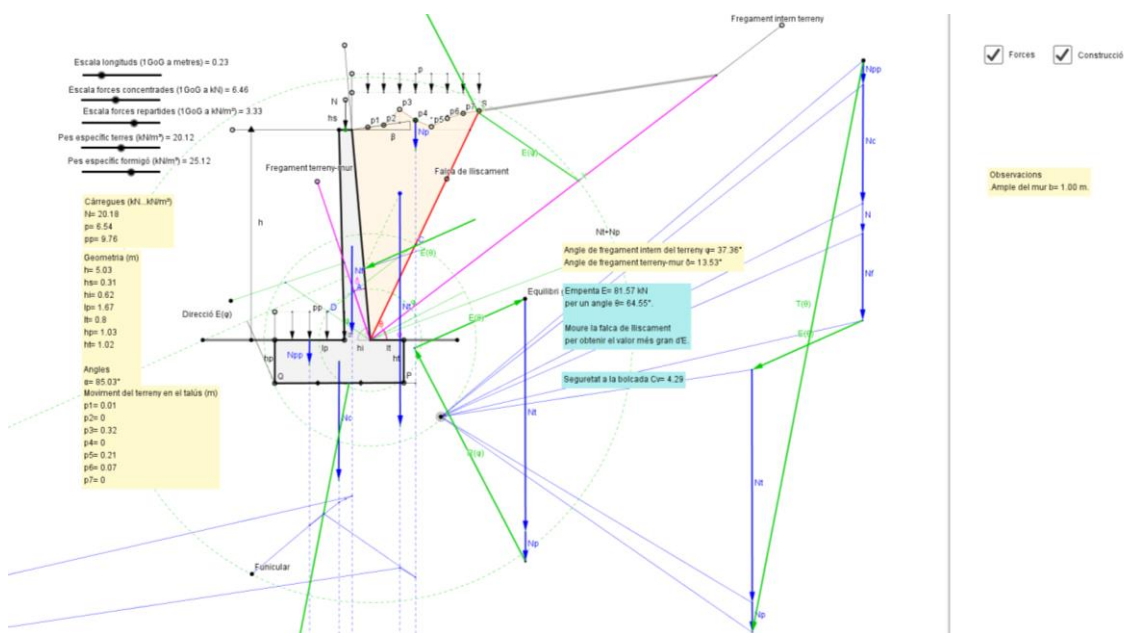


Fig. 8.4

8.3 Mur de contenció. En mènsula. Mètode2. Coulomb

La definició de la falca de lliscament és essencial en qualsevol aplicació de càlcul d'empentes en murs en mènsula. El que proposa Coulomb és que es determini a priori una sèrie de falques $f1...f10$ i que, amb les forces que es produeixin entre elles, i degut al pes de les terres i la sobrecàrrega exterior, es construeixi un polígon de forces (fig. 8.5). La direcció de les reaccions de les terres en cadascuna de les falques traslladades al polígon de forces determinarà el valor de l'empenta màxima. La falca triada serà aquella en què s'inverteix el procés lògic de les direccions de les reaccions del terreny. La definició de les falques s'ha efectuat dividint en parts l'angle comprès entre l'angle de fregament intern del terreny i el trasdós del mur, acumulant més falques a l'indret on és més probable que aquesta falca es doni.

Una vegada determinada la posició de la falca de lliscament, el procés constructiu per determinar el coeficient de seguretat de la bolcada o les tensions en el terreny és el mateix que a l'aplicació 8.1. Per aquest motiu no s'explicita amb botons de control.

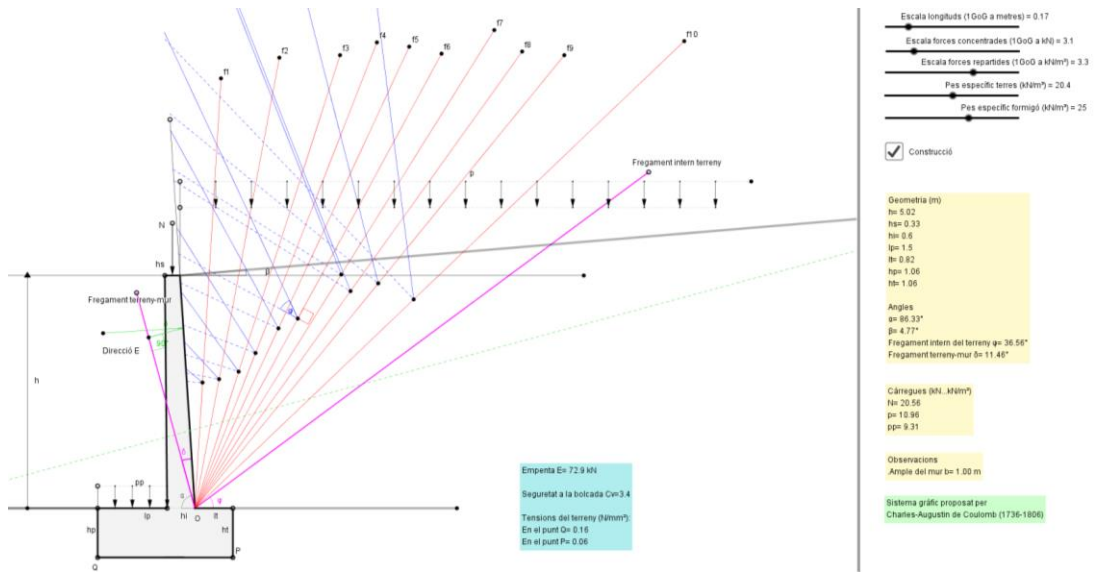


Fig. 8.5