

B. CÀLCUL DE LES DIMENSIONS DE L'ASSUT

B.1 Càlcul de les dimensions de l'assut. Elecció del perfil final

Per dimensionar correctament l'assut, és necessari conèixer prèviament l'avinguda màxima que pot haver-hi en el punt d'implantació de l'assut perquè la riuada no s'endugui l'estructura. Per fer aquesta estimació s'ha pres l'avinguda dels 500 anys, que correspon a 1660 m³/s aproximadament. L'altura d'aigua que es tindria per sobre la coronació en aquest cas s'ha estimat considerant que el perfil frontal de l'assut s'aproxima a un trapezi, el qual té una base inferior de 23.8 m (l'amplada del riu en aquest lloc) i una base superior de 100 m, aproximadament. Amb aquestes dades, s'ha pres l'expressió (Eq. B.1.1) [22] que relaciona cabal i altura en abocadors trapezials per determinar l'altura de columna d'aigua que hi ha per sobre de l'assut.

On Q és el cabal expressat en m³/s.

$$Q = \frac{2}{15} \cdot \mu \cdot h_i \sqrt{2 \cdot g \cdot h_i} \cdot (2 \cdot b_s + 3 \cdot b_i) \quad (\text{Eq. B.1.1})$$

h_i és l'altura de l'aigua per sobre la coronació, expressada en m.

b_s i b_i són les longituds de les bases superior i inferior del trapezi, respectivament, expressades en m.

μ és el coeficient de sortida, el qual es calcula segons l'expressió següent:

On H és l'altura total des de la base de l'assut fins a la cresta superior, en m.

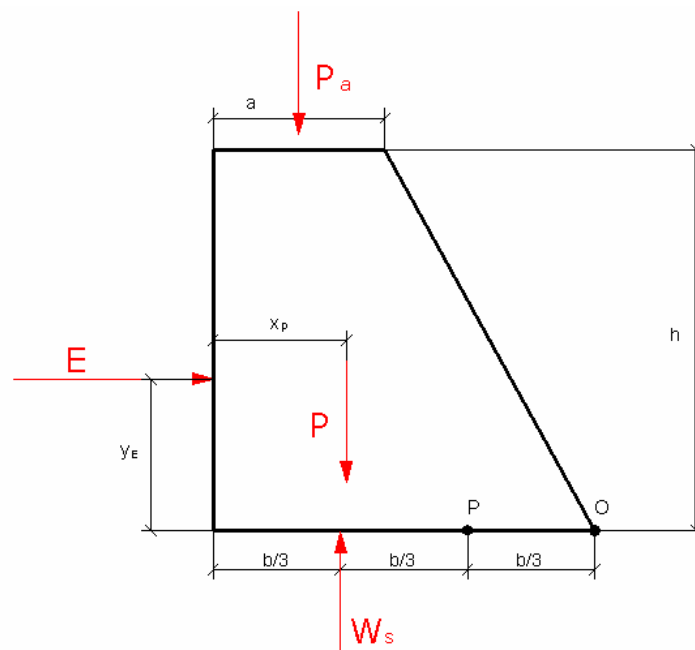
$$\mu = 0.6035 + \frac{0.0813 \cdot (h_i + 0.0011)}{H - h_i} \quad (\text{Eq. B.1.2})$$

Substituint els valors corresponents, s'obté una altura aproximada de 6 m per sobre de la coronació, un valor elevat que suposarà que l'assut hagi de ser molt robust per no cedir amb tanta pressió hidrostàtica.



A continuació, cal avaluar totes les forces que s'han considerat i imposar les condicions necessàries per evitar els dos fenòmens més comuns pels quals cedeix un assut: la bolcada i l'esllavissament. En la memòria s'han justificat cada una de les forces tingudes en compte i tot seguit s'estimarà el valor de cada una d'elles.

Cal dir que els càlculs s'han fet considerant un perfil trapezial com el de la Fig. B.1.1 malgrat que l'assut té formes arrodonides. No obstant, els càlculs són força fiables fent aquesta simplificació. En cada una de les forces a calcular es determinarà tant la intensitat de la força com la línia d'aplicació de la mateixa, és a dir, la distància representada per cada força en la Fig. B.1.1.



[Fig. B.1.1](#) Esquematització de les forces actuants sobre l'assut.

B.1.1 El pes de l'assut

En el cas d'aquesta força, el valor que té pel perfil considerat és el següent, en kg:



$$P = \gamma_f \cdot \frac{a+b}{2} \cdot h \quad (\text{Eq. B.1.1.1})$$

On γ_f és la densitat del formigó de l'obra, el qual es pren generalment $\gamma_f = 2400 \text{ kg/m}^3$.

a és l'amplada de la coronació, en m.

b és l'amplada de la base, en m.

h és l'altura de l'assut, en m.

El punt d'aplicació d'aquesta força és el centre de gravetat del trapezi, per tant, la distància x_p , en m, és:

$$x_p = \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot a^2 + (2 \cdot a + b) \cdot (b - a)}{(a + b)} \quad (\text{Eq. B.1.1.2})$$

B.1.2 L'esforç hidrostàtic

Per determinar l'esforç hidrostàtic E , en N, s'ha partit d'un dF aplicat en un punt determinat de l'eix vertical de l'assut, el qual integrat en totes les diferencials de superfície on s'aplica aquesta força s'obté l'esforç hidrostàtic total, tal i com es desenvolupa en l'(Eq. B.1.2.1).

$$E = \int dF = \int P_h \cdot dS = \int P_h \cdot dy = \int_0^h [P_1 + \rho \cdot g (h - y)] dy = P_1 \cdot y \Big|_0^h + \rho \cdot g \left(h \cdot y - \frac{y^2}{2} \right) \Big|_0^h = P_1 \cdot h + \rho \cdot g \left(\frac{h^2}{2} \right) \quad (\text{Eq. B.1.2.1})$$

On P_h és la pressió hidràulica, en Pa.

P_1 és la pressió hidrostàtica en la coronació, en Pa.

ρ és la densitat de l'aigua, que s'ha pres com a $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.



Per saber la distància y_E d'aplicació de l'esforç hidrostàtic, s'imposa la condició que el moment de E respecte el punt O és igual a la suma de moments de tots els petits esforços hidrostàtics que actuen en tota l'altura de l'assut. En altres termes, això equival a escriure la condició següent:

$$E \cdot y_E = \int_0^h y \cdot dF \quad (\text{Eq. B.1.2.2})$$

Si es resol la integral i s'aïlla d'aquesta expressió la distància y_E s'obté l'expressió següent:

$$y_E = \frac{h(3 \cdot P_1 + \rho \cdot g \cdot h)}{3(2 \cdot P_1 + \rho \cdot g \cdot h)} \quad (\text{Eq. B.1.2.3})$$

B.1.3 La subpressió

Per estimar aquest terme, s'ha suposat que es reparteix de forma triangular en tota la base de l'assut amb un valor màxim $W_{s\text{m}\acute{a}\text{x}}$ (Pa) en la part d'aigües amunt, i té el valor següent:

$$W_{s\text{m}\acute{a}\text{x}} = \rho \cdot g \cdot h \quad (\text{Eq. B.1.3.1})$$

Per tant, la subpressió total W_s expressada en kg és l'àrea d'aquest triangle.

$$W_s = \rho \cdot h \cdot \frac{b}{2} \quad (\text{Eq. B.1.3.2})$$

El punt d'aplicació d'aquesta força és el centre de gravetat del triangle, per tant, la distància x_{W_s} és $b/3$.

B.1.4 El pes de l'aigua

Generalment, aquesta força favorable no es considera, d'aquesta forma, s'introdueix un marge de seguretat en els càlculs. No obstant, aquí sí que s'ha considerat perquè del contrari, s'introduiria un coeficient de seguretat massa elevat i totalment innecessari. De totes maneres,



només es considera el pes de l'aigua que hi ha per sobre de la coronació. Dit d'una altra manera, aquesta força té el valor següent, en kg:

$$P_a = \rho \cdot a \cdot h_i \quad (\text{Eq. B.1.4.1})$$

I la distància d'aplicació x_{P_a} és $a/2$ m.

B.1.5 Determinació del perfil de l'assut

Un cop calculades totes les forces importants que intervenen cal imposar les dues condicions d'estabilitat abans esmentades, les condicions de bolcada i l'esllavissament, que són, respectivament:

$$\sum M_O = 0 \quad (\text{Eq. B.1.5.1})$$

$$\tan \alpha = \frac{R_H}{R_V} = 0.5 \quad (\text{Eq. B.1.5.2})$$

On R_H és la resultant de les forces horitzontals, en kg.

R_V és la resultant de les forces verticals, en kg.

α és l'angle d'inclinació de la resultant que forma amb la vertical.

En principi, imposant aquestes condicions ja és suficient per dimensionar correctament l'assut, però per introduir un marge de seguretat abans obviat, enlloc de prendre moments respecte el punt O , es prendran respecte el punt P , situat a $\frac{b}{3}$ del punt O . D'aquesta manera, l'(Eq. B.1.5.1) queda expressada de la manera següent:

$$\sum M_P = E \cdot y_E + W_s \cdot \frac{b}{3} - P \cdot \left(\frac{2b}{3} - x_P \right) - P_a \cdot \left(\frac{2b}{3} - \frac{a}{2} \right) = 0 \quad (\text{Eq. B.1.5.3})$$

Per la seva banda, l'(Eq. B.1.5.2) queda expressada tal i com s'indica a continuació:



$$\frac{E}{P + P_a - W_s} = 0.5 \quad (\text{Eq. B.1.5.4})$$

Tal i com es pot denotar, cal resoldre el sistema d'equacions no lineal que queda. Utilitzant el programa *Mathematica*, s'obtenen dues solucions, una d'elles no real. L'altra solució, real, del sistema és la que dóna els valors: a és 5.3 m i b és 6 m.

Degut a què les formes de l'assut es fan arrodonides per disminuir una mica l'efecte de la depressió en la paret d'aigües avall, la dimensió de la base de l'assut s'augmenta fins a 7 m, longitud que també aconsegueix les condicions inicialment imposades.

