

Resum

L'objectiu fonamental d'aquest projecte ha estat el disseny de càlcul d'un mur pantalla discontinu per a un aparcament soterrani.

Per a realitzar el projecte de fonamentació es parteix dels plànols de l'estructura i estudi geotècnic de l'edifici a construir. S'ha utilitzat també un programa informàtic de càlcul de pantalles basat en els mètodes de càlcul tradicionals tot comprovant anteriorment la seva eficàcia com a eina de càlcul.

Finalment es presenta un plànol en planta amb la distribució de les pantalles de pilots en les diferents seccions, així com el pressupost i Plec de Condicions Tècniques, com a solució final d'aquest projecte.





Sumari

RESUM	1
SUMARI	3
1. INTRODUCCIÓ	7
Objectius del projecte.....	7
Abast del projecte.....	8
2. ANTECEDENTS	9
Introducció. Tipologia de pantalles.....	9
Pantalles de pilots.....	10
2.1.1. Tipologia de pilots per a pantalles.....	11
2.1.2. Arriostrament de pantalles de pilots.....	12
2.1.3. Terminacions de pantalles de pilots.....	13
3. ACCIONS A LES PANTALLES	15
Introducció.....	15
Anàlisi del càlcul d'empentes en pantalles.....	16
3.1.1. Influència dels moviments pantalla-terreny en les empentes.....	17
Mètodes de càlcul.....	19
3.1.2. Pantalla en voladís.....	19
3.1.3. Pantalles amb un ancoratge.....	26
3.1.4. Pantalles amb més d'un nivell d'ancoratges.....	35
3.1.5. Efecte de les sobrecàrregues.....	36
3.1.6. Efecte de la pressió d'aigua i de la filtració.....	37
4. PROGRAMA INFORMÀTIC DE CàLCUL DE PANTALLES	39
Introducció.....	39
Característiques del programa.....	39
Descripció del mòduls principals del programa.....	40
Sortida de resultats.....	48
5. VERIFICACIÓ DELS CàLCULS	50
Introducció.....	50
Pantalla en voladís.....	50
Pantalla amb un ancoratge calculada amb suport lliure.....	54
Pantalla amb un ancoratge calculada amb suport fix.....	56



6. APLICACIÓ SOBRE UN APARCAMENT SITUAT AL CENTRE DE BARCELONA	60
Antecedents	60
6.1.1. Objecte	60
6.1.2. Situació	60
6.1.3. Configuració del solar	60
6.1.4. Condicions urbanístiques del solar	60
Estudi geotècnic	62
Bases de disseny	64
Fases de disseny	66
Memòria de càlcul	67
6.1.5. Disseny i càlcul de les fonamentacions	67
6.1.6. Capacitat de càrrega del pilotatge	67
6.1.7. Justificació de la solució adoptada	70
6.1.8. Característiques dels materials a utilitzar	75
6.1.9. Assaigs a realitzar	77
CONCLUSIONS	79
BIBLIOGRAFIA	82
Referències bibliogràfiques	82
Bibliografia complementària	83
ANNEXES	85
SUMARI	86
A. TIPOLOGIA DE PILOTS PER A PANTALLES	89
B. ANCORATGES	93
C. LLISTATS DE CàLCUL	111
C.1 Secció IA	112
C.2 Secció IB	115
C.3 Secció II	118
C.5 Secció IIE	121
C.6 Secció III	124
D. PRESSUPOST	127
D.1 Amidaments	127



D.1.1	Amidaments mur de pilots	127
D.1.2	Amidament ancoratges	127
D.1.3	Amidaments mur de micropilots	128
D.2	Pressupost aproximat.....	128
E.	PLEC DE CONDICIONS	131
F.	L'IMPACTE AMBIENTAL DELS EDIFICIS	155
F.1	Introducció.....	155
F.2	Els materials	156
F.3	Gestió de residus.....	161



1. Introducció

En les últimes dues dècades la utilització de pantalles com a mètode ràpid, econòmic i segur per a la realització d'excavacions profundes, ha experimentat un extraordinari increment degut fonamentalment a tres causes:

- i. L'augment de la profunditat d'excavació per obtenir un major aprofitament dels solars. Aquest augment es produeix directament per un encariment del sòl, les limitacions d'alçada imposada per la legislació vigent i la construcció de nous serveis com aparcaments subterranis, grans centres comercials, edificis singulars, ...
- ii. L'avanç en la tecnologia i la maquinària que ha permès reduir els costos.
- iii. La gran competència desenvolupada. Avui dia existeixen nombroses empreses capacitades per a la realització de pantalles amb gran qualitat i rendiment, reduint així el cost de les obres.

Aquest fort desenvolupament de la utilització de pantalles i de les tècniques de la seva execució s'ha desenvolupat paral·lelament amb un millor coneixement de la seva forma de treball com estructura. No obstant, aquest coneixement teòric ha anat sempre amb un cert retràs respecte a la tecnologia, cobrint aquest fet amb l'ús de coeficients de seguretat elevats.

Objectius del projecte

Els objectius principals del projecte es poden englobar en tres apartats:

- I. Estudi del comportament de les pantalles mitjançant l'aplicació dels mètodes de càlcul clàssics. Amb aquest punt es pretén una familiarització amb els diferents mètodes d'anàlisi de pantalles remarcant l'àmbit d'utilització de cada un de forma que es conegui la seva aplicabilitat.



- II. L'estudi del comportament de les pantalles inclou el desenvolupament d'un programa informàtic i la seva verificació com a un programa efectiu i útil per a les empreses del sector.
- III. Aplicació sobre un cas pràctic real de la metodologia a seguir per a la realització del càlcul d'una fonamentació per a un aparcament soterrani situat a Barcelona.

Tots aquest objectius es realitzaran sota la visió de la normativa més recent que s'està desenvolupant en el nostre país.

Abast del projecte

El desenvolupament d'aquest projecte s'ha realitzat, principalment, en dos parts ben diferenciades.

La primera part, que compren els capítols de l'1 al 5, ens introdueix en el món de les pantalles tot explicant els diferent tipus i, més concretament, les pantalles de pilots. El capítol 3 ens mostra els mètodes de càlcul clàssics: pantalles en voladís i mètode de suport fix o lliure per a pantalles amb un sol nivell d'ancoratges. Al capítol 4 i 5 s'explica el programa informàtic de càlcul de pantalles i es realitza una verificació dels resultats que proporciona el mateix. Per a això s'analitzen varis casos simples de pantalles amb solució analítica per a després comparar-los amb els obtinguts amb el programa informàtic.

La segona part, capítol 6, es realitza l'aplicació pràctica de l'estudi i projecció sobre un cas real, un edifici destinat a aparcament soterrani situat al centre de Barcelona. Es mostren els antecedents i l'estudi geotècnic del solar i es presenta la memòria de càlcul d'aquest projecte.

A l'annex d'aquest projecte s'han afegit, primerament, la tipologia de pilots per a pantalles i una descripció dels ancoratges, així com els fulls de càlcul i codi del programa utilitzat. A continuació, es presenten els plànols, pressupost i Plec de Condicions Tècniques.



2. ANTECEDENTS

Introducció. Tipologia de pantalles

Avui en dia se sap que quan el terreny és ferm (terreny resistent) es troba a molta profunditat, o és pràcticament inexistent, és a dir, quan la capa adequada per a resistir les accions, amb acceptable seguretat, es troba a més de 6 metres, o no està clar que es trobi en els 5 o 6 metres una resistència suficient, i/o les càrregues són importants, aleshores, la fonamentació apropiada és la profunda.

Els exemples típics d'aquestes fonamentació són els pilots i els murs pantalla.

El cas que ens ocupa és una combinació entre ambdós exemples, és a dir, un mur pantalla de pilots, aconseguint així la funció d'un mur pantalla amb les avantatges de la utilització del pilotatge.

A l'esborrador del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) es denominen pantalles a les estructures de contenció de terres que s'utilitzen per a realitzar excavacions verticals en aquells casos en que el terreny o les estructures cimentades en les immediacions de l'excavació, no serien estables sense subjecció, o bé, es tracta d'eliminar possibles filtracions d'aigua a través dels talús de l'excavació i eliminar o reduir a límits admissibles les possibles filtracions a través del fons d'aquesta. Es construeixen des de la superfície del terreny prèviament a l'execució i treballen fonamentalment a flexió.

Les condicions essencials de les pantalles que les diferencien dels murs i les entibacions, són:

- S'executen prèviament a l'excavació.
- Assoleixen una profunditat superior a la d'excavació, en magnitud comparable a l'alçada d'aquesta.
- L'encastament de la pantalla en el terreny per sota del fons de l'excavació és indispensable per a la seva estabilitat, constituint en ocasions l'únic element que la



proporciona i essent el pes propi de la pantalla un factor d'influència molt petita o nul·la.

- Són estructures flexibles i resisteixen les empentes del sòl deformant-se.

A la taula 2-1 es mostren els diferent tipus de pantalles que es recullen a l'esborrany del CTE.

Pantalles d'elements prefabricats	Clavades (Hincades)	Tablestaques de fusta
		Tablestaques de formigó armat o pretensat
		Tablestaques d'acer
	Panells prefabricats de formigó armat o pretensat que se col·loquen en una rasa prèviament excavada	
Pantalles executades in situ	Pantalles contínues de formigó	
	Pantalles de pilots	
	Pantalles realitzades por bataches, conforme s'executa l'excavació	

Taula 2.1. Tipus de pantalles

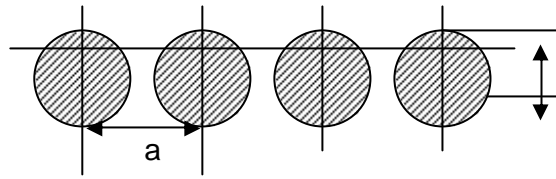
Donat que el cas pràctic que es tractarà en aquest projecte s'ha estudiat amb una pantalla de pilots, a continuació s'aprofundirà més en aquest tipus de pantalles.

Pantalles de pilots

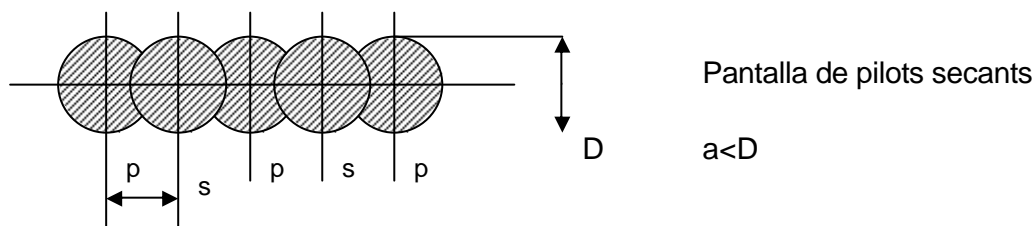
Les pantalles de pilots poden ser:

- **Pantalles de pilots discontinues**, on la separació entre eixos de pilots oscil·la entre $0,2+D$ i $2D$ (D = diàmetre del pilot en metres, aquests límits són orientatius ja que depenen de la cohesió i de l'angle de fregament del terreny, de la longitud dels pilots i de la precisió de la maquinària utilitzada).





- **Pantalla de pilots secants.** La distància entre eixos de pilots és menor d'un diàmetre del pilot, és a dir, els pilots es "mosseguen". Aquest tipus de pantalles és més costosa que l'anterior, però aquest tipus no competeix amb aquest ni amb les pantalles contínues convencionals. Les pantalles de pilots secants s'utilitzen quan en el terreny existeix un nivell freàtic la cota del qual es troba per sobre del buidat i el que es pretén és aconseguir la impermeabilitat, i a més existeixen en el terreny capes tan dures que una pantallera convencional no pot perforar. El competidor natural d'aquest tipus de pantalles són les hidrofresses.



2.1.1. Tipologia de pilots per a pantalles

Els pilots que s'utilitzen per executar les pantalles de pilots són normalment in situ, i s'executen igual que els pilots per a fonamentació, però en el cas de pantalles s'ha de tenir en compte certes consideracions com per exemple la verticalitat i excentricitat o el fet de que l'esforç majoritari en pilots de pantalles és el de flexió.

En la decisió d'escollir un tipus de pilot o un altre intervenen varies variables no quantitatives com són el terreny, l'espai disponible per la maquinària, el diàmetre del pilot, la seva longitud, l'existència d'aigua; d'aquestes variables la principal és el terreny.

És important tenir en compte que la variabilitat de tipologia de pilots respon al fet de que el terreny sigui estable o no a la perforació. Si el terreny és estable es podrà executar el pilot "ideal" (és a dir, el pilot que és més econòmic i que ens ofereix majors garanties de qualitat en quant a l'execució). Si per el contrari el terreny no és estable a la perforació



s'haurà de recórrer a algun mètode que ens permeti perforar, armar i formigonar contenint les parets de la perforació (amb entubació o amb llots estabilitzadors o un sistema mixt). Tots aquests mètodes suposen una dificultat a l'execució; dificultat que tindrà repercussió directa en el preu.

Els tipus de pilots que s'utilitzen normalment són els que s'indiquen a continuació i es descriuen a l'annex 1 tot indicant la seva forma d'efectuar-se, les seves avantatges i inconvenients i els seus rendiments mitjos:

- Pilots perforats en terreny coherent;
- Pilots amb entubació recuperable;
- Pilots amb llots estabilitzadors;
- Pilots amb barrina continua.

2.1.2. Arriostament de pantalles de pilots

Les pantalles de pilots són elements flexibles provisionals, la rigidesa d'aquestes és menor que la rigidesa de les pantalles contínues i en la majoria de les ocasions requereixen alguna forma d'arriostament provisional fins que els forjats interiors subjectin la pantalla. Els arriostaments utilitzats a les pantalles de pilots són els mateixos que els empleats a les pantalles contínues i són els següents:

Arriostament actiu. Es denomina d'aquesta manera perquè es comprimeix la pantalla contra el terreny abans d'assolir la deformació màxima. Consisteix en fer una perforació en el trasdós abans del buidat definitiu introduint un o varis cables, injectant morter a l'extrem formant un bulb que subjecti el cable i després de que el morter s'hagi endurit, tensar el cable contra la pantalla de pilots.

Els ancoratges de cables són els que més s'utilitzen. Algunes consideracions a tenir en compte a l'hora d'utilitzar ancoratge de cables: si el nivell de l'ancoratge se situa a la biga de coronació la separació màxima pot ser fins a 5 metres i la inclinació de l'ancoratge de 0° a 45° respecte a l'horitzontal, si el cap de l'ancoratge es situa entre els pilots la separació màxima depèn de com es transmeti l'esforç del cap de l'ancoratge als pilots, (que pot fer-se amb una biga de formigó o metàl·lica o correguda) i per tant la separació



depèn de la rigidesa de la biga o amb trams de bigues metàl·liques que recolzen sobre dos pilots consecutius, deixant com a màxim dos pilots sense biga de recolzament. Quan el nivell dels ancoratges estigui entre els pilots **NO ES DEU PERFORAR ELS PILOTS**, encara que això és una obvietat no és la primera vegada que es fa. S'ha de tenir clar quin servei i a quina cota ens trobem sota la via pública per a que no sigui afectada amb els cables; aquests ancoratges suposen un invasió del subsòl a les parcel·les veïnes. A l'hora de calcular es deu tenir en compte la posició dels forjats i que aquests no coincideixin amb la posició dels ancoratges, una vegada que l'estructura interior estigui executada s'ha de retirar el tascons i les plaques dels caps dels ancoratges.

Arriostament passiu: són aquells que entren en càrrega quan la pantalla es deforma, consisteixen en estructures metàl·liques que subjecten la pantalla de pilots contraposada en escaire, aquestes estructures poden ser perfils simples o en gelosia depenent de la longitud de les estructures.

Un altre solució provisional per subjectar les pantalles és la de deixar unes **bermes de terres** a la part inferior del buidat, aquestes es retiraran quan estigui executat el forjat inferior. Tenen l'inconvenient de que dificulten la col·locació d'encofrats pel forjat inferior. Un altre inconvenient és el de treure aquest terreny amb el forjat executat pel que es precisen màquines petites; un altre inconvenient és el d'haver d'executar una part de la solera (el que ocupava la berma), del sòtan inferior després del forjat.

2.1.3. Terminacions de pantalles de pilots

Un cop executada l'estructura interior es procedeix a cobrir la pantalla de pilots mitjançant, per exemple, un gunitat de forma que quedi una superfície més uniforme (Fig. 2.1).



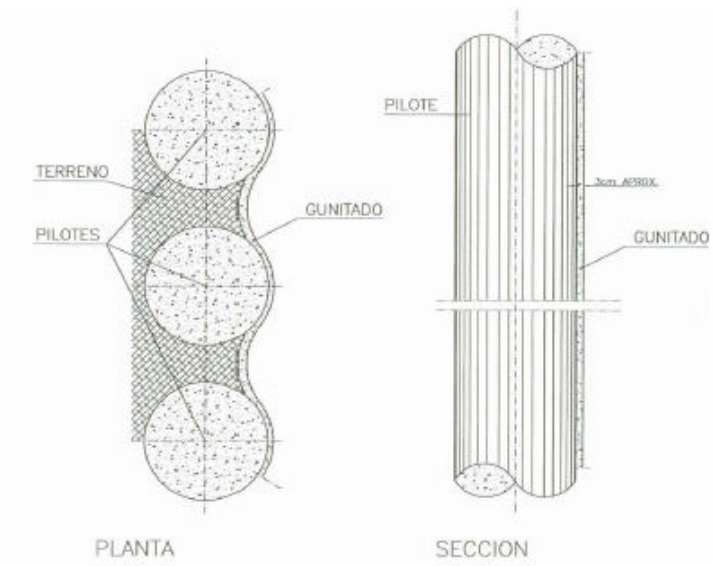


Fig. 2.1. Gunitat a les pantalles de pilots



3. ACCIONS A LES PANTALLES

Introducció

Les accions a les pantalles, així com a totes les estructures flexibles, seran les corresponents a la seva situació dins un determinat perfil estratigràfic de sòl, i al seu particular entorn i casuística estructural.

El total d'accions a considerar es pot resumir en:

- empentes actives de terres (quan aquestes es descomprimeixen horitzontalment);
- empentes passives de les terres (quan aquestes es comprimeixen horitzontalment);
- empentes horitzontals degudes a l'aigua freàtica en repòs i/o en moviment;
- empentes horitzontals degudes a sobrecàrregues;
- accions instantànies o alternants (compactacions, impactes d'atracaments dels vaixells, esforços deguts a terratrèmols, impactes d'onades).

En el procés de càlcul i projecte de la pantalla, un cop establertes les accions en aquesta, es continua amb l'elecció del tipus de pantalla en quant a si treballarà en voladís o tindrà ancoratges.

Si s'escull la solució dels ancoratges es decidirà si es segueix el mètode del suport lliure, o del suport fix, els quals determinaran la longitud de la clava i l'esforç en els ancoratges per a garantir l'equilibri.

També s'haurà d'escollir el tipus d'ancoratges, i determinar les seves zones d'acció i dimensions.

Amb tot lo anterior es podrà delimitar els esforços estructurals a la pantalla i obtenir els diagrames d'esforços tallants i moments flectors.



La determinació d'aquests esforços estructurals apuntaran a comprovar la secció de formigó, l'armat i la seva disposició.

Així mateix es comprovarà la correcta elecció prèvia de les qualitats i resistències del formigó i de l'acer dels rodons a utilitzar, d'acord amb la norma d'obligat compliment EHE (Instrucció de Formigó Estructural, de 1999).

Com a pas obligat final està la comprovació de l'estabilitat del conjunt (terreny-pantalla-ancoratges-sobrecàrregues), tenint en compte que la distribució de pressions a la pantalla flexible es deu manifestar el tipus de coacció exterior i viceversa; els puntals, els ancoratges o inclòs la profunditat de la clava estan en relació directa amb les deformacions en la pantalla i amb la llei d'empentes, amb la possibilitat de "efecte arc".

L'estudi de l'equilibri total del conjunt es pot anar seguint el mètode de Kranz (es detalla més endavant).

L'efecte arc es pot manifestar per la descàrrega en les zones de major moviment i per concentració de més càrrega a les zones més rígides (els ancoratges són elements rígids o "durs").

Anàlisi del càlcul d'empentes en pantalles

Les empentes que s'han de considerar en una estructura de contenció flexible són els corresponents, en cada cas, a l'estat d'equilibri mínim o actiu (estats de Rankine), o al màxim (passiu), o al resultant d'ambdues empentes (per un costat la de pantalla actuarà l'empenta activa i per l'oposat el passiu; com a resultant de la pantalla actuarà la suma algebraica d'ambdues empentes).

A la figura 3-1 s'esquematitzen les zones en estat actiu i passiu que es poden presentar en el terreny involucrat per la pantalla.



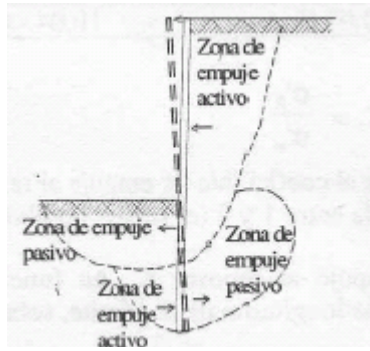


Fig. 3.1. Zones en estat actiu i passiu

El valor final de les empentes o esforços que rep la pantalla vénen notablement influïts per la pròpia deformabilitat; com és característic a les estructures flexibles.

Generalment les estructures flexibles es dissenyen per a treballar a flexió i per aprofitar la resistència passiva de la seva zona enterrada.

3.1.1. Influència dels moviments pantalla - terreny en les empentes

Segons si el terreny es descomprimeix o es comprimeix per efecte dels moviments de la pantalla, s'aproparà a un comportament d'equilibri límit actiu o passiu, respectivament. Això es pot veure representat a la figura 3.2, en el qual es pot observar la proporció existent entre les empentes unitàries (tensions horitzontals) corresponents als diferent estats d'equilibri actiu, repòs o passiu, i la seva correspondència amb els moviments de la pantalla necessaris per aconseguir aquests estats.

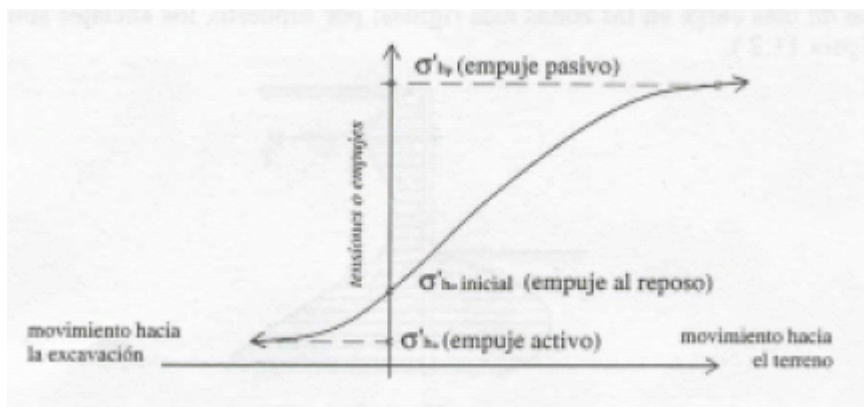


Fig. 3.2. Proporció entre empentes unitàries



Coefficient d'empenta actiu, K_a : se sol aplicar el de Rankine [12]

$$K_a = \frac{\tan^2(p/4 - f/2)}{1} \quad (\text{Eq. 3.1})$$

o també

$$K_a = \frac{1 - \sin f}{1 + \sin f} \quad (\text{Eq. 3.2})$$

Per al predimensionament es sol considerar com valors de coeficient d'empenta actiu els de Rankine i, per tant, no es considera el fregament pantalla- terreny, o sigui: $d = 0$. No obstant, si es prefereix considerar en el càlcul el previsible fregament, segons l'augment de la rugositat de la pantalla, s'anirà augmentant el valor del coeficient de fregament pantalla- terreny des de:

$d = 1/3f$ per pantalles amb superfície no rugosa, fins a $d = f$ per a superfície rugosa.

Coefficient d'empenta passiu, K_p :

Per a una primera idea de predimensionament es pot utilitzar el de Rankine:

$$K_p = \frac{\tan^2(p/4 + f/2)}{1} \quad (\text{Eq. 3-3})$$

o també

$$K_p = \frac{1 + \sin f}{1 - \sin f} \quad (\text{Eq. 3-4})$$

L'error que es comet al considerar aquestes formules de Rankine (en el cas de l'empenta passiva és molt major que per a l'actiu), fa aconsellable, sobre tot en casos de fregaments importants, l'ús dels coeficients de Coulomb, o de Caquot y de Kerisel, i dels valors de fregament entre pantalla i sòl es reflexaran en els valors de d , funció de f que variaran des de $d = 1/3f$ fins a $d = f$

En tot cas s'aconsella reduir el valor del passiu (se sol dividir per 1,5), ja que en realitat el desplaçament de la pantalla no és tant com per a arribar a l'estat límit de màxim (estat passiu).



Mètodes de càlcul

3.1.2. Pantalla en voladís

En aquest cas, la pantalla està introduïda en el terreny fins a una profunditat suficient com per a assegurar una fixació com a element estructural en voladís, aprofitant la resistència passiva que es desenvolupa a l'intradós sota el nivell d'excavació.

La pantalla es desplaça fins al forat de l'excavació, empentada per les terres del trasdós, i tendeix a rotar al voltant d'un punt d'aquesta, que està situat, aproximadament, a mig camí entre el nivell d'excavació i la seva base.

Com a conseqüència de la resistència a l'empenta de les terres, es desenvolupen al llarg de tota la pantalla una sèrie de tensions les quals es poden esquematitzar (Fig. 3.3) i calcular així:

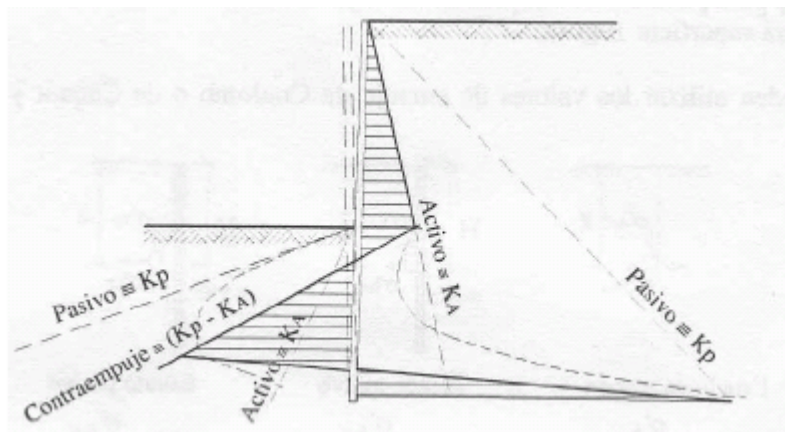


Fig. 3.3. Tensions per al càlcul de pantalles en voladís.

En el trasdós, fins a la profunditat d'excavació, només actuen les empentes actives.

A partir de la línia d'excavació es tindrà en el trasdós un canvi de resultant de tensions, ja que si bé per el mateix trasdós continuen actuant les empentes actives, tanmateix, per l'intradós i sota l'excavació es tenen unes empentes passives (encara que difícilment s'arriba al valor teòric d'empenta passiva, doncs faria falta molt més desplaçament d'aquestes terres). Les reduccions que s'acostumen a fer d'aquest valor varien, segons



les diferents teories, però oscil·la entre la meitat i un terç del valor del passiu deduït per Coulomb o Caquot (el de Rankine ja està molt reduït).

Es pot representar un esquema detallat de distribució d'empentes en pantalla autoestable per al cas de sòl homogeni granular i sec (Fig. 3.4).

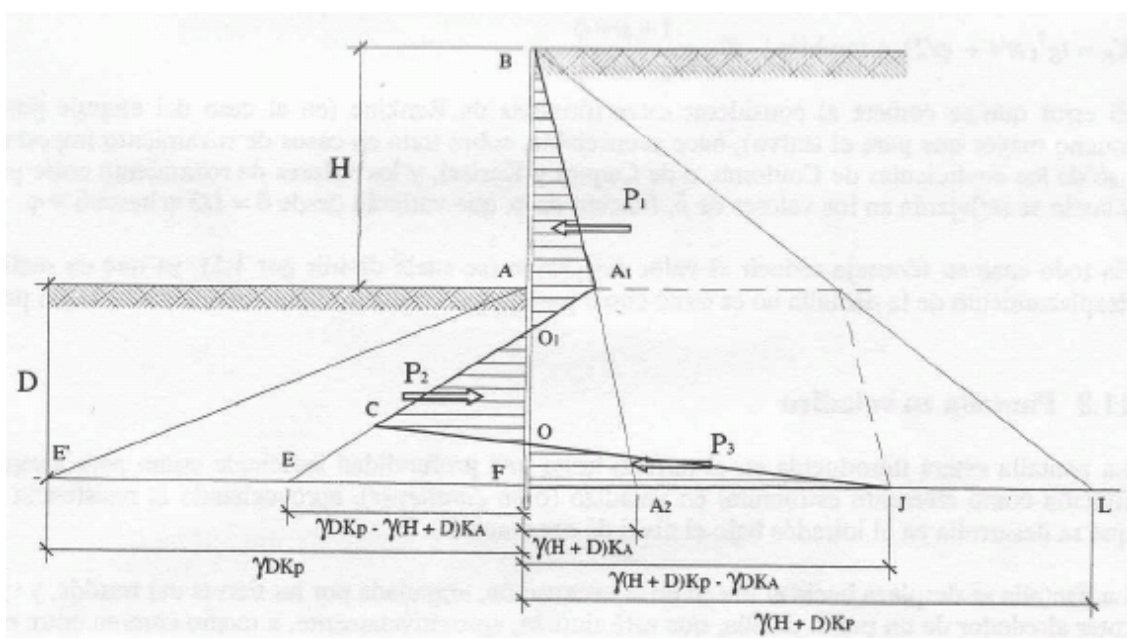


Fig. 3.4. Pantalla autoestable per al cas de sòl homogeni granular i sec.

El càlcul de la pantalla en voladís en terreny granular i sec es farà segons els següents passos:

- 1) Estimar un valor aproximat de clava (profunditat d'encastament), D ; segons el tipus de terreny es recomana predimensionar amb els següents valors:

Terreny dens:	$D = 0,75H$
Terreny ferm:	$D = H$
Terreny mig solt:	$D = 1,5H$
Terreny solt o flux:	$D = 2H$

- 2) Establir les pressions actives i passives segons Rankine, o Coulomb, o Caquot i Kerisel).



- 3) Estudiar l'equilibri de les forces horitzontals ($SF_h = 0$): seguint l'esquema de la figura 3-4, en el que ja s'ha establert el diagrama de pressions actives i passives, es planteja l'equació d'equilibri entre forces horitzontals:

$$\Delta(EA1A2) - \Delta(FBA2) - \Delta(ECJ) = 0, \text{ o sigui:}$$

$$\frac{1}{2} \gamma D^2 K_P - \frac{1}{2} \gamma (H + D)^2 K_A - \frac{1}{2} z [\gamma D K_P - \gamma (H + D) K_A + \gamma (H + D) K_P - \gamma D K_A] = 0 \quad (\text{Eq. 3-5})$$

$$\text{I resulta } z = \frac{D^2 K_P - (H + D)^2 K_A}{(2D + H)(K_P - K_A)} \quad (\text{Eq. 3-6})$$

- 4) Comprovar l'equilibri de moments ($SMF = 0$).

Si $SMF \neq 0 \rightarrow$ variar el valor estimat de D , i tornar als passos 3 i 4.

Davant a la distribució més real de tensions, i donada la complexitat del càlcul amb el mètode més exacte, es permet la distribució simplificada de les tensions i, per tant, l'ús del mètode de càlcul simplificat (fig. 3.5), segons l'esquema de triangle passiu amb base horitzontal i força de contraempenta (passiu), CR, en el fons del trasdós de la pantalla.

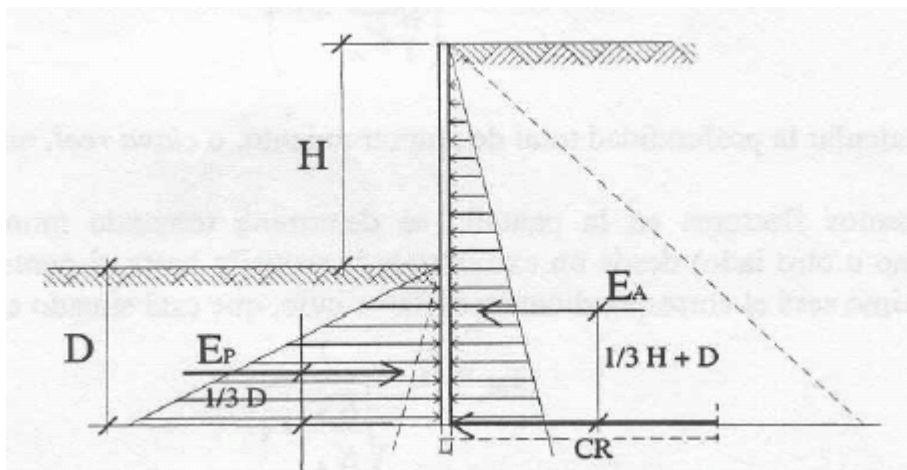


Fig. 3.5. Mètode simplificat per a pantalla en voladís.

Es considera que les forces que actuen a la pantalla són:



SEA: resultant d'empentes actives, que tendeixen a fer girar la pantalla, tombant-la cap a fora, cap al forat excavat.

SEP: resultant d'empentes passives que tendeixen a estabilitzar-la. Se sol dividir el coeficient d'empenta passiva (resistència passiva) per el valor de 1,5 ja que no està suficientment segur que estigui tal desplaçament com per a garantir tota la resposta passiva.

L'equilibri de forces horitzontals ($SF_h = 0$), assumeix l'existència d'una força de reacció (CR), que equilibra el predomini de l'empenta passiva.

El mètode de Blum [11] introdueix una hipòtesi simplificadora: admet que el punt d'aplicació d'aquesta reacció, també anomenada contraempenta (CR), coincideix amb el centre de rotació –moment nul-, a profunditat t des del nivell d'excavació, i la longitud de clava necessària s'augmenta de l'ordre del 20 % de la profunditat d'aquest punt de rotació; o sigui, la longitud encastada, o clava real, serà en total:

$$D = 1,2 t$$

A partir del diagrama de tensions horitzontals en la pantalla, es pot continuar amb el diagrama d'esforços tallants i després amb el de moments, tenint els esquemes gràfics següents (fig. 3-6):

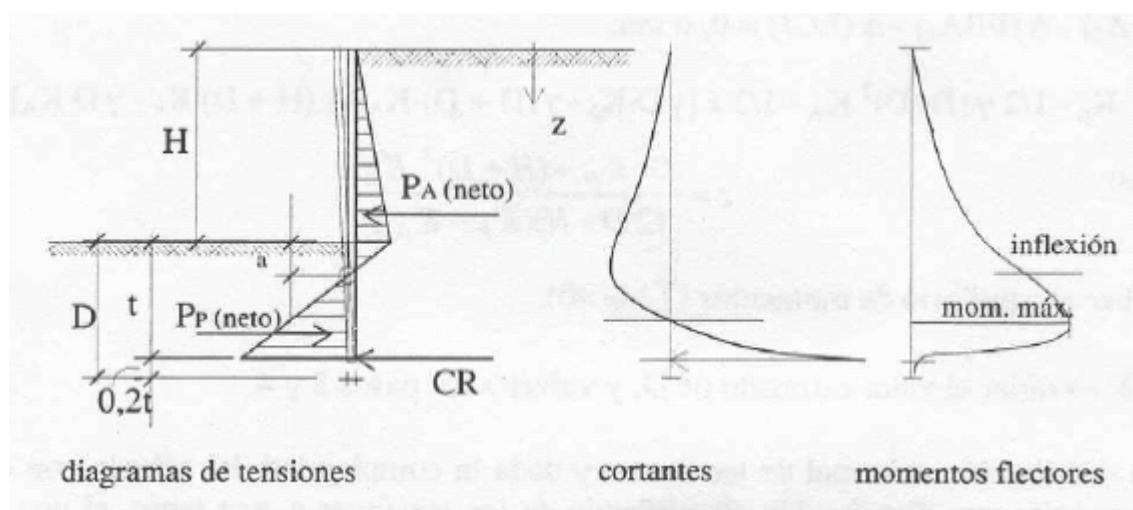


Fig. 3.6. Diagrama de tensions, tallants i flectors



El càlcul d'estabilitat derivarà a la determinació de la profunditat de clava teòrica t , que en el cas simple de terreny granular i homogeni, serà prenent moments respecte al punt d'aplicació de la contrareacció (CR)

$$1/3 PA (H + t) = 1/3 Pp t, \text{ o sigui: } 1/3 \gamma K_a (H + t)^3 = 1/6 \gamma K_p t^3 \quad (\text{Eq. 3.7})$$

D'on

$$T = H \sqrt[3]{\frac{K_p}{K_a} - 1} \quad (\text{Eq. 3.8})$$

Ara es podrà calcular la profunditat total d'encastament, o clava real, que serà $D \geq 1,2 t$.

La llei de moments flectors en la pantalla es determina prenent moments de les empentes acumulades (a un i altre costat) des d'un extrem de la pantalla fins el punt considerat. El punt de moment màxim serà el corresponent a tallant nul, que està situat a una profunditat Z_M ,

$$L_{nul} = h \cdot \sqrt{\frac{K_p}{K_a} - 1} \quad (\text{Eq. 3.9})$$

$$Z_M = h + L_{nul} \quad (\text{Eq. 3.10})$$

El valor del moment màxim serà

$$M_{max} = 1/6 \gamma \cdot K_p \cdot H^3 \cdot \frac{1}{\left(\sqrt{\frac{K_p}{K_a} - 1}\right)^2} \quad (\text{Eq. 3.11})$$

A continuació es tractarà de forma independent el cas de pantalles en voladís en medi cohesiu ja que introdueix restriccions en el càlcul que val la pena remarcar.



3.3.1.1 Influència de la cohesió

L'estudi de pantalles en medi cohesiu és aplicable al càlcul de l'estabilitat a curt plaç, considerant el terreny purament cohesiu ($\phi = 0$, $c \neq 0$). Si el terreny està saturat i el procés es dona en un curt espai de temps, no es pot dissipar la pressió d'aigua per el que es treballa amb tensions totals. En lloc de considerar la cohesió es treballa amb la resistència al tall sense drenatge c_u i l'angle de fregament intern nul, en aquestes condicions es verifica que $K_a = K_p = 1$ amb lo que els diagrames de pressions actives i passives tenen la mateixa pendent.

L'anàlisi de la distribució d'empentes sobre la pantalla mostra que en la zona de la pantalla compresa entre la coronació i el fons de l'excavació apareixen empentes negatives. Aquestes empentes negatives reflexen el fet de que en la superfície apareguin esquerdes de tracció degut a la impossibilitat del terreny a resistir traccions.

Aquest fet defineix una altura d'excavació crítica, ja que si en el tram de la pantalla que va des de la coronació fins al fons de l'excavació no apareixen empentes actives, l'estabilitat del conjunt no depèn de la pantalla ja que el terreny es manté per sí sol.

L'alçada crítica es defineix com, h_c

$$h_c = 2 \cdot c_u / \gamma \quad (\text{Eq. 3.12})$$

Per altre banda, si $h_c > 4 \cdot c_u / \gamma$, el valor de l'empenta neta és sempre positiu, per lo que tot el diagrama d'empentes es trasllada al costat del trasdós de la pantalla. Tota la pantalla rebrà empentes sempre amb igual sentit, efecte que teòricament faria que la pantalla mai fos estable.

Aquesta situació es només teòrica ja que no existeixen terrenys que compleixin que la resistència al tall sense drenatge, c_u , sigui constant, habitualment aquesta augmenta amb la profunditat.

A la figura 3.7 es mostra la distribució d'empentes per una pantalla en voladís situada en un terreny cohesiu.



3.3.1.2 Pantalla autoportant en medi cohesiu

L'esquema de càlcul de pantalla autoportant, també anomenada en cantilever o en voladís, quan està en terreny cohesiu, és en especial igual que l'adoptat per a terreny granular, però amb els canvis en les tensions que en l'apartat anterior s'han esposat.

Les tensions a un i altre costat de la pantalla es representaran en l'esquema de la fig. 3.7.

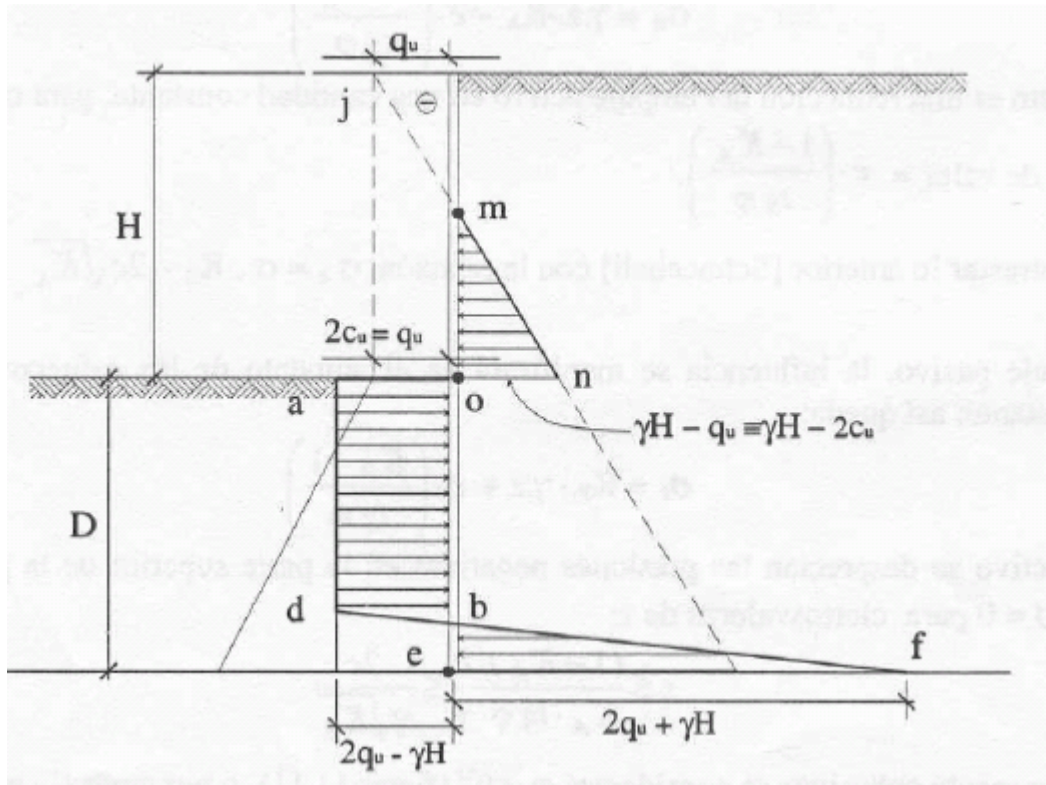


Fig. 3.7. Diagrama de tensions per una pantalla en medi cohesiu

L'equilibri de forces s'analitza per trams de pantalla (zones de diferent profunditat), diferenciant, per exemple, tensions a l'esquerra de la pantalla, segons el croquis

$$\sigma_{hP} = g \cdot (z - H) + q_u \text{ i les tensions a la dreta: } \sigma_{hA} = g \cdot z - q_u$$

La zona de tracció es menysprea; però si es preveu que les esquerdes de tracció puguin estar amb aigua, s'ha de considerar el pes de l'aigua com a sobrecàrrega.

A la zona sota el nivell d'excavació (tram ob) es considera la pressió neta ($\sigma_{hP} - \sigma_{hA}$), és a dir:



$$[g(z-H) + q_u] - [g \cdot z - q_u] = 2q_u - gH \quad (\text{Eq. 3-7})$$

Valor constant que anirà en el sentit de l'intradós a trasdós.

La part inferior de la pantalla (tram b) es mourà cap al trasdós, per el que es genera una reacció passiva. Per tant es té com a resultant:

$$\sigma_P - \sigma_A = g \cdot z + q_u - [g(z-H) - q_u] = 2q_u + gH \quad (\text{Eq. 3.8})$$

3.1.3. Pantalles amb un ancoratge

Quan l'alçada requerida d'excavació sigui molt gran, de manera que els moments màxims que s'obtinguin en la pantalla autoportant facin la obra pràcticament irrealitzable i/o antieconòmica (generalment a partir d'una alçada de pantalla de 8 a 9 m, segons les condicions del terreny), la solució serà no solament resistir l'estabilitat a la resistència passiva desenvolupada en la part encastada, sinó també en un recolzament a la coronació de la pantalla; això és lo essencial en la pantalla ancorada.

A vegades, per fer front a grans empentes i garantir l'estabilitat d'una gran pantalla, fan falta més d'un nivell d'ancoratges; en aquest cas es calcula com biga contínua amb varis suports.

Les pantalles amb un ancoratge es caracteritzen per poder assolir l'equilibri considerant forces en un sol sentit a la zona ensorrada de la pantalla. (Fig 3.8)

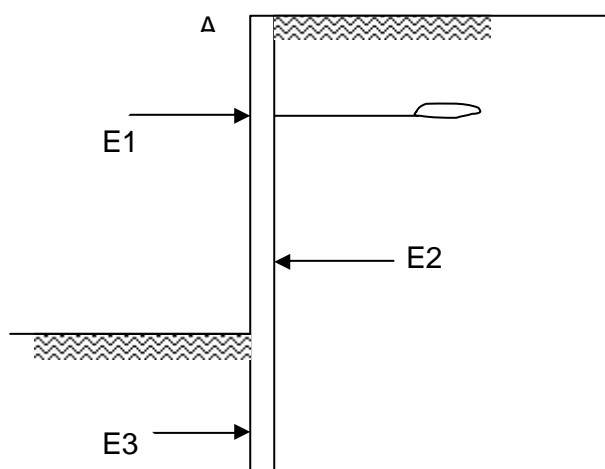


Fig. 3.8. Esquema d'una pantalla amb un ancoratge.



La força representada a la figura 3.8 per E1 representa la força de l'ancoratge necessària per obtenir l'equilibri, la força E2 representa la resultant de l'empenta a l'intradós de la pantalla i la força E3 la resultant de l'empenta a l'intradós de la pantalla. Amb aquestes tres forces és possible assolir l'equilibri de la pantalla.

En aquest cas, a diferència de les pantalles en voladís, en la zona de la pantalla corresponent a la clava només hi ha forces en un sentit, a més d'això, el mòdul de la força E3 és molt més petit que en el cas anterior ja que ara $E3 = E2 - E1$ i en cas anterior era igual a la suma de les dues components.

Cal recordar que una pantalla està ancorada un cop s'ha col·locat l'ancoratge, fins al moment l'estructura es comporta com una pantalla en voladís.

A continuació es presenten dos mètodes de càlcul per la resolució de pantalles ancorades en un nivell. El primer mètode és "el mètode de suport lliure" i el segon "el mètode de suport fix".

Si l'element flexible de contenció està introduït en el terreny a una profunditat relativament petita però suficient per a l'equilibri de forces, es diu que té un suport o base lliure.

Si l'element flexible de contenció està introduït en el terreny amb clava suficient per a que sigui insignificant el moviment del seu extrem, s'aconsegueix una espècie d'encastament, i s'anomena pantalla encastada o de suport fix (fig. 3.15). L'estructura es comporta com biga recolzada encastada; per tant, no té (o és menyspreable) desplaçament ni gir en la seva base.

Les principals diferències entre aquests dos mètodes, independentment de les hipòtesis de càlcul, estan en els resultats obtinguts. Aplicant el mètode de suport lliure s'obté la longitud de clava mínima que garanteix l'equilibri estricte de la pantalla, per el contrari si s'aplica el mètode de suport fix, s'obté la longitud de clava màxima, a partir de la qual incrementar la clava és innecessari des del punt de vista econòmic i tècnic.



Respecte als moments màxims obtinguts sobre la pantalla, el mètode de suport lliure dona moments màxims majors que el mètode de suport fix.

L'augment de la longitud de clava influeix en les deformacions que pateix la pantalla i el terreny: a mesura que augmenta la longitud de clava disminueix la fletxa de la pantalla en superfície. L'elecció del mètode de càlcul a aplicar dependrà de totes aquestes variables, el moment màxim, la longitud de clava i deformabilitat de l'estructura i el terreny.

L'estructura es comporta com una biga doblement recolzada, i estarà sotmesa a grans desplaçaments i girs –també s'anomena pantalla articulada. Aquesta pot fallar per col·lapse degut a excés de càrrega en el puntal o per fallida de l'element de recolzament o ancoratge. La ruptura sol produir-se per fallida a la resistència estructural del propi element.

Els casos típics de col·lapse o patologia greu es poden reduir als esquematitzats a la figura 3-9.

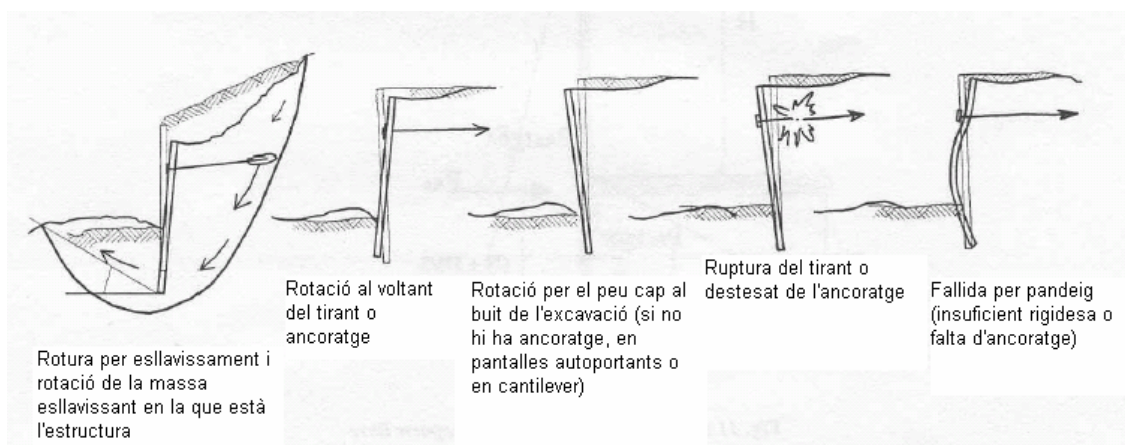


Fig. 3.9. Patologies en pantalles amb un ancoratge

3.3.2.1 Mètode del suport lliure

L'anàlisi i càlcul de pantalles per aquest mètode segueix hipòtesis similars a les preses per pantalles autoportants. Com qualsevol estructura de contenció flexible, es projecta per treballar a flexió i s'aprofita la resistència passiva que desenvolupa la seva base encastada. Però, en aquest cas, també s'assumeix que la profunditat d'encastament, D , és insuficient per fixar el peu de la pantalla, el qual es desplaça cap endavant



desenvolupant la resistència passiva. És a dir, la longitud de clava que s'obté amb aquest mètode se suposa que és lo suficientment reduïda per a que no es produeixi un punt d'inflexió en la deformada d'aquesta zona.

El valor del coeficient de l'empenta passiva, KP , s'ha de disminuir, de manera que es considerarà per càlcul, aproximadament, els $2/3$ del màxim teòric.

L'esquema de tensions per càlcul, en cas de terreny homogeni i sense cap altre complicació (existència de nivell freàtic, sobrecàrregues, compactació, etc.) s'esquematitza a la fig. 3.10.

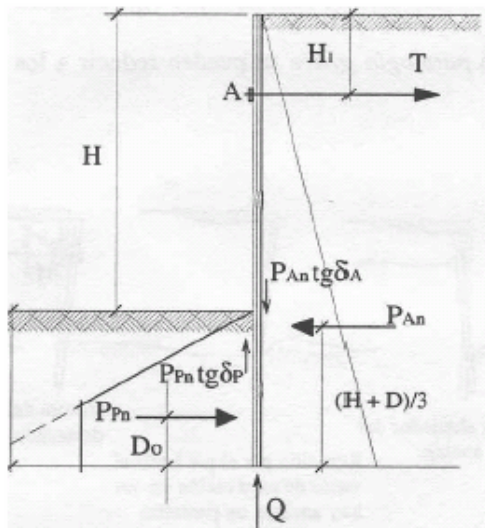


Fig. 3.10. Esquema de tensions per al mètode de suport lliure.

On:

$$F.S. = \frac{\text{Àrea_de_pressió_passiva_teòrica}}{\text{Àrea_de_càlcul}} = \text{Factor_de_seguretat} \quad (\approx 2)$$

P_{An} : Resultant de pressions actives nominal

P_{Pn} : Resultant de pressions passives nominal

P_{Pm} : Resultant de pressions passives minorades; (amb un $CS = 1.5$ a 2)



T: Força d'ancoratge

Q: reacció vertical del terreny

dA : Angle de fregament pantalla-terreny.

Imposant les equacions d'equilibri:

$$SFV = 0 ? PAn \cdot \operatorname{tg}dA - PPm \cdot \operatorname{tg}dP - Q = 0 \quad (\text{Eq. 3.9})$$

$$SFh = 0 ? T + PPm - PAn = 0 \quad (\text{Eq. 3.10})$$

$$SM = 0 ? PAn [2/3(H+D) - H1] - PPm \cdot (H+D - H1 - D0) = 0 \quad (\text{Eq. 3.11})$$

On les incògnites són:

- la clava, o profunditat d'encastament: D;
- la reacció de recolzament o de l'ancoratge: T, que s'obté del sistema de les dues últimes equacions.

La longitud total de la pantalla s'ha de prendre com la suma de l'alçada H sobre el nivell de l'excavació i del valor sota l'excavació: $D = t + 0,2 t = 1,2 t$.

Segons sigui el moviment vertical, els valors de dA i dP poden variar de signe; per això sol ser més simple i conservador considerar $dA = dP = 0$.

Si existeix sobrecàrrega uniforme, se sol substituir per una alçada equivalent de terres.

El màxim moment flector es situa en el punt de tallant nul per sota del cable de l'ancoratge (a la figura 3.11 es representen els diagrames per pantalla de suport lliure en terreny granular i homogeni):



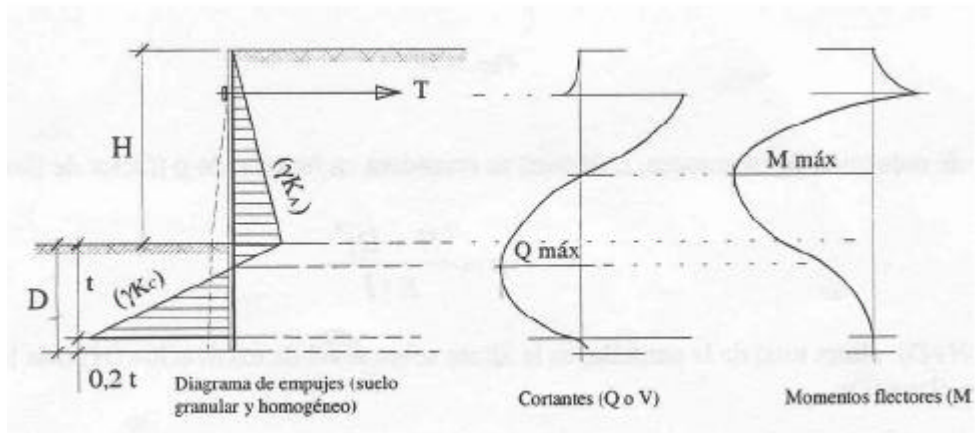


Fig. 3.11. Diagrames per pantalla de suport lliure en terreny granular.

Els moments flectors que es dedueixen del mètode exposat són majors que els reals. Degut als següents motius:

Per sobre del tirant el moviment de la pantalla pot donar empentes passives.

Quant més flexible és la pantalla, major és l'efecte arc"; les tensions es concentren en zones de menor deflexió –o de major rigidesa- com són la zona del tirant i la del fons de l'excavació.

Difícilment s'assoleix tot l'estat límit passiu (se sol dividir PP per 1,5 o 2, sobretot si són valors deduïts del coeficient de l'empenta de Coulomb).

Front als diagrames d'empentes clàssics utilitzats en el mètode de suport lliure (figura 3.10), existeixen altres que volen plasmar les diferents tensions que en realitat es produeixen quan hi ha sobrecàrregues, compactacions, quan es produeix l'efecte arc, etc. Els més representatius són el de Verdeyen, i els de les normes daneses (figura 3.12).



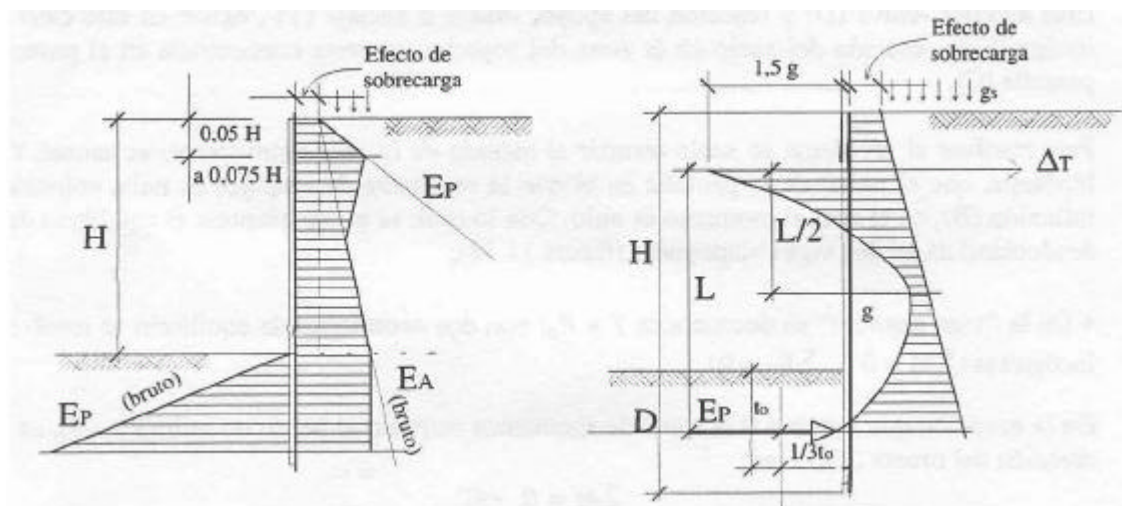


Fig. 3.12. Diagrames d'empentes amb efecte de les sobrecàrregues i efecte arc.

3.3.2.2 Mètode del suport fix

Per aconseguir disminuir els desplaçaments, girs i moments en la pantalla, s'ha trobat una solució que consisteix en augmentar la longitud encastada o longitud de clava; d'aquesta manera es poden aconseguir moviments nuls a la seva base i molt disminuïts al resta de la pantalla.

En aquest mètode la longitud d'encastament es suposa més elevada i es considera que la deformada té un punt d'inflexió per sota del nivell d'excavació (Fig. 3.13)

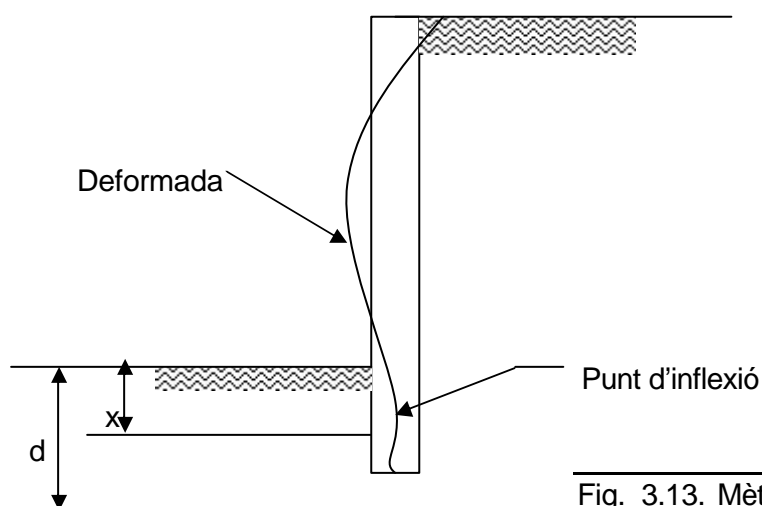


Fig. 3.13. Mètode del suport fix, deformada.



La profunditat encastada o enterrada de la pantalla, ha de ser suficient com per garantir la "fixació de peu" (d'aquí el seu nom). L'estructura treballarà amb l'extrem inferior com si fos un encastament perfecte; en aquest cas també es coneix amb el nom de la pantalla encastada o de base fixa (figura 3.14). Aquest mètode d'estudi de la pantalla també s'anomena de Blum, per ser el nom del primer enginyer que el va desenvolupar, o també mètode europeu, per diferenciar-lo del de suport lliure i mètode americà.

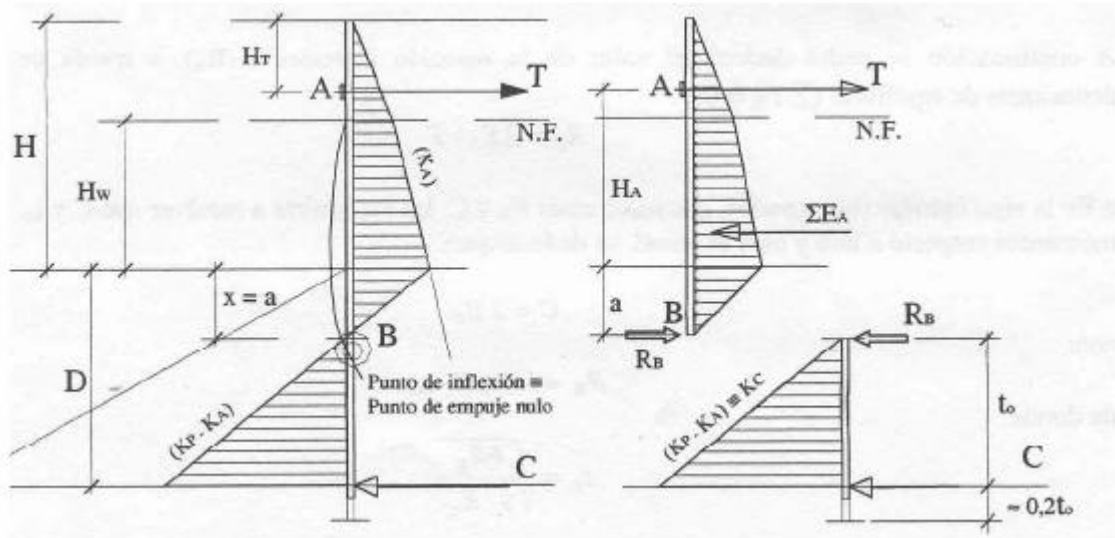


Fig. 3.14. Mètode del suport fix, diagrama de tensions.

El mètode de suport fix s'aplica principalment a terrenys sorrencs de densitat mitja a alta.

D'entrada representa un problema diferent al del suport lliure, ja que a part de les dues incògnites del cas anterior –clava D i reacció del recolzament (T)-, existeix en aquest cas una tercera incògnita: la reacció del sòl a la zona del suport, suposada concentrada en el punt final de la pantalla (C).

Per resoldre el problema se sol recórrer al mètode de la biga equivalent: s'assumeix, com una nova hipòtesi, que el punt de la pantalla en el que la resultant de les empentes és nul·la, coincideix amb el d'inflexió (B), en el qual el moment és nul. Per tant, es pot plantejar l'equilibri de la pantalla desdoblant-la en dues bigues birecolzades (figura 3.14).

De la biga superior es desconeixen T i R_B; amb dues equacions es resoldran les dues incògnites ($\sum M = 0$ i $\sum F_H = 0$).



De l'equació que iguala a 0 la suma de moments respecte al punt d'inflexió (B), s'obindrà la reacció del tirant (T), és a dir: $\sum M = 0 \Rightarrow T$

Per a això es necessitarà determinar la posició del punt B (punt d'empenta nul·la sota l'excavació). En el cas de terreny homogeni, sense influència de nivell freàtic, la profunditat del punt de tensions horitzontals nul·les, a , serà:

$$a = \frac{\gamma H K_A}{\gamma(K_P - K_A)} = \frac{H K_A}{K_C} \quad (\text{Eq. 3.12})$$

H : altura de excavació;

K_C : coeficiente de contraempuje = $K_P - K_A$.

Coneguda la situació del punt B (a una profunditat des de nivell d'excavació igual a i i la situació del punt de l'ancoratge a la pantalla (distància del punt d'ancoratge a la pantalla al nivell de l'excavació (H_A), es pot calcular el valor de T:

$$T (H_A + a) = S E_A - r' \quad (\text{Eq. 3.13})$$

A continuació es podrà reduir el valor de la reacció intermèdia (R_B), a través de les altres equacions d'equilibri ($\sum F_H = 0$):

$$R_B = S E_A - T \quad (\text{Eq. 3.14})$$

A la biga inferior (birecolzada), amb reaccions R_B i C , les incògnites a resoldre són C i t_0 . Prenent moments respecte a un i altre extrem, es dedueix que:

$$C = 2R_B \quad (\text{Eq. 3.15})$$

amb:

$$R_B = 1/6 \gamma K_C t_0^3 \quad (\text{Eq. 3.16})$$

D'on:

$$t_0 = \sqrt[3]{\frac{6R_B}{\gamma K_C}} \quad (\text{Eq. 3.17})$$

El valor de la part encastada total, clava real, serà igual a 1,2 t, és a dir:



$$D = 1,2 (a + t_0). \quad (\text{Eq. 3.18})$$

També s'aplica la reducció d'empenta passiva com el valor anterior, i com en les demés estructures de formigó armat s'estudiaran els diagrames de tensions, esforços tallants i moments flectors, per a calcular i distribuir el seu armat (figura 3.15).

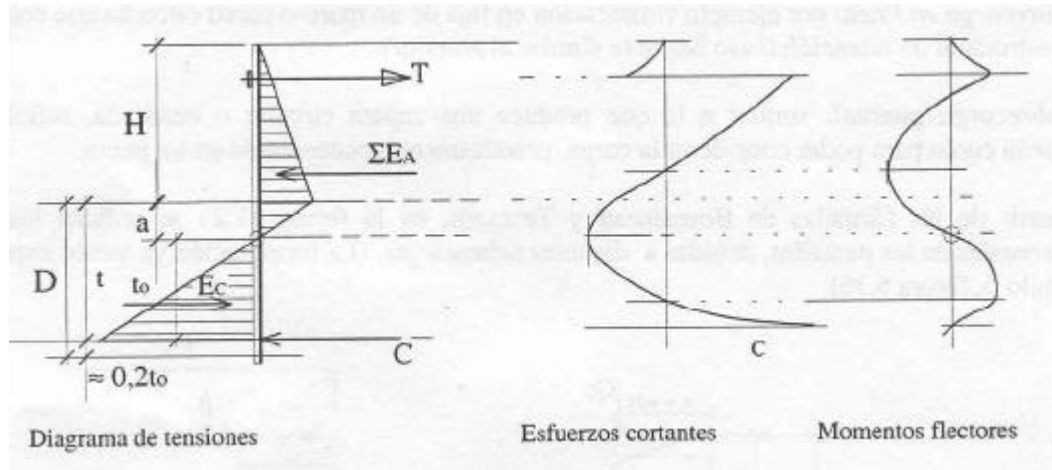


Fig. 3.15. Mètode del suport fix, diagrama d'esforços tallants i moments flectors

Aquest mètode de suport fix, s'adequa millor al comportament de pantalles en terrenys de tipus sorres mitges a denses. Per sorres i argiles en general sol utilitzar-se el mètode de suport lliure.

Els càlculs realitzats amb aquest mètode donen resultats menys semblants a la realitat que els que s'obtenen amb el mètode de suport lliure, ja que les hipòtesis fetes són menys reals.

3.1.4. Pantalles amb més d'un nivell d'ancoratges

En pantalles amb dos o més ancoratges es pot assolir l'equilibri amb una longitud de clava nul·la, per aquest motiu es tendeix a associar les pantalles amb varis ancoratges amb les entibacions.

L'anàlisi d'aquest tipus de pantalles es realitza considerant dues zones diferenciades. Per un costat es considera la zona de la pantalla que va des de la coronació fins al fons de l'excavació, aquesta zona es resoldrà com una biga contínua. La segona zona correspon amb la zona encastada de la pantalla, per a definir-la es proposen tres mètodes: un és



aplicar el mètode de suport lliure, altre és aplicar el mètode de suport fix i l'últim és considerar que la clava és nul·la. Els mètodes de suport fix i lliure s'han adoptat per a ser aplicats a pantalles amb varis ancoratges.

A continuació es detallen els dos mètodes de càlcul.

Mètode de suport lliure amb varis ancoratges.

Es mantenen les mateixes hipòtesis que el mètode per a un ancoratge. La longitud de clava obtinguda amb aquest mètode es suposa que és lo suficientment reduïda per a que no es produeixi cap punt d'inflexió en la deformada de la zona encastada. El mètode resol la pantalla tenint definint una biga contínua amb n vans i $n + 1$ recolzaments, on n és el número d'ancoratges. El mètode defineix la posició del recolzament $n+1$ en el peu de la pantalla i la profunditat de clava és aquella que proporciona una reacció nul·la en el recolzament situat en el peu de la pantalla. Per a resoldre la clava es realitza un procés iteratiu en el que s'augmenta la longitud de clava des de $d_0 = 0$ fins al valor de d_0 que doni una reacció nul·la en el recolzament $n+1$. (fig 3.16)

Mètode del suport fix per varis ancoratges

Es mantenen les mateixes hipòtesis que en el cas de pantalles amb un sol ancoratge, suposant aquest mètode que la deformada té un punt d'inflexió per sota del nivell d'excavació. Es considera que el punt d'inflexió de la deformada es situa en el punt d'empenta neta nul·la, el que equival a dir que en aquest punt el moment flector és nul.

Un cop definit el punt d'empenta nul·la el mètode desglossa la pantalla en dos trams. El tram superior, que va des de la coronació fins al punt d'empenta nul·la, es considera com una biga contínua de n vans i $n+1$ recolzaments, on n és el número d'ancoratges. Un cop resolta la biga contínua es trasllada la reacció R_b al tram inferior. (fig 3.14)

El tram inferior es resol de manera anàloga al mètode de suport fix per un ancoratge.

3.1.5. Efecte de les sobrecàrregues

La pressió lateral induïda en una estructura de retenció per efecte de les sobrecàrregues es manifesta de diferent mode i intensitat, segons siguin aquestes sobrecàrregues. Es solen distingir els següents tipus:



Sobrecàrrega uniforme repartida en una superfície extensa: el càlcul de la pressió de terres, sovint s'efectua substituint la sobrecàrrega per una alçada determinada de terres. L'espessor o alçada de terres d'aquesta capa fictícia serà igual al valor de la càrrega distribuïda dividit per el pes específic subjacent a la càrrega (figura 3.17):

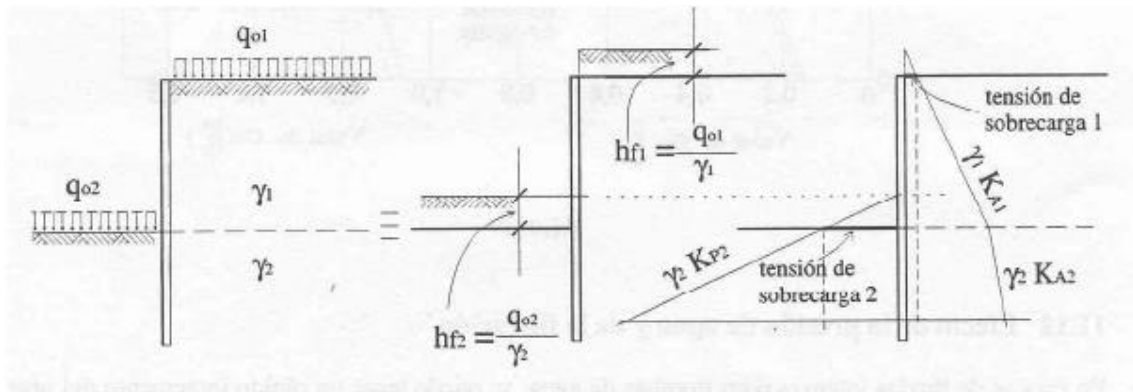


Fig. 3.17. Alçades equivalents en el cas de tenir sobrecàrregues.

Sobrecàrrega aplicada en un àrea limitada: per exemple la deguda a un carril d'autopista o qualsevol carretera, o sabates de fonamentació corregudes que en un determinat tram vagin paral·leles a l'estructura de contenció.

Sobrecàrrega en línia: per exemple fonamentació en faixa d'un mur o paret estreta que corri paral·lela a l'estructura de retenció (cas bastant similar a l'anterior).

Sobrecàrrega puntual: similar a la que produeix una sabata circular, suficientment petita com per a poder considerar la càrrega, pràcticament, concentrada en un punt.

3.1.6. Efecte de la pressió d'aigua i de la filtració

En el cas de que la pantalla sigui contínua no serà possible el drenatge i per tant en èpoques de pluja intensa o de trombes d'aigua, es pot tenir un ràpid increment del nivell de l'aigua en el terreny i, per tant, darrera la pantalla pot haver un nivell d'aigua més alt que en el front d'aquesta; aquesta diferència de nivells d'aigua introdueix unes pressions addicionals en la pantalla.

Pot empitjorar la situació si l'aigua es filtra a través del terra, buscant sortida cap al front de pantalla ja que s'originarien unes pressions cap baix del trasdós de la pantalla, que després –seguint unes línies de filtració– passarien per sota d'aquesta, i en la part de terra



front al seu peu la pressió de filtració, que aquí és ascendent, reduiria la pressió efectiva d'aquella zona de terra i, per tant, disminuiria la seva resistència passiva, el qual és altament perillós per a l'estabilitat de la pantalla.

A efectes de càlcul de pressions d'aigua en la pantalla, se sol establir unes distribucions de pressions horitzontals com les esquematitzades en la figura 3.18, segons Wayne i Teng.

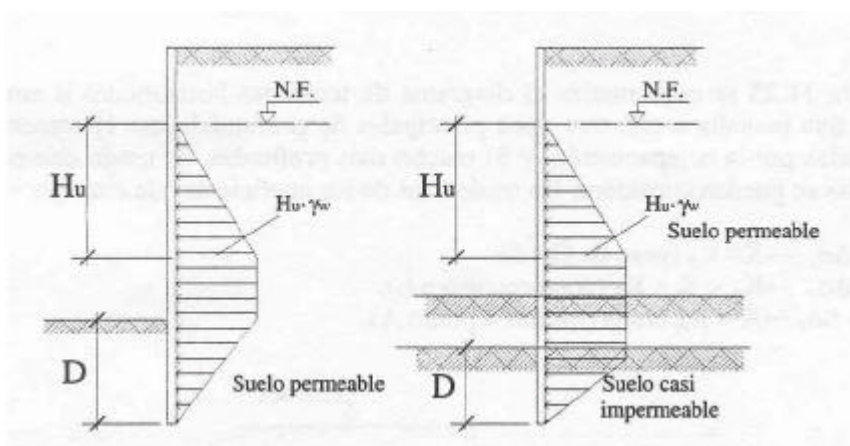


Fig. 3.28. Distribucions de pressions horitzontals amb presència d'aigua



4. PROGRAMA INFORMÀTIC DE CàLCUL DE PANTALLES

Introducció

Aquest capítol es centra en el desenvolupament d'un programa de càlcul de pantalles basat en els mètodes de càlcul clàssics vist en el capítol anterior.

Un cop desenvolupat el programa, es realitza una verificació dels resultats obtinguts per poder assegurar la fiabilitat dels resultats. Per portar a cap la verificació, es comparen els resultats obtinguts pel programa amb la solució analítica dels casos més simples.

Característiques del programa

El programa ha estat fet per l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins Canals i Ports UPC, i en la actualitat està sent utilitzat per diferents empreses del sector per al càlcul de les pantalles.

El desenvolupament del programa es realitza utilitzant l'editor de Visual Basic. Visual Basic és un llenguatge visual, i per tant, gran quantitat de tasques es realitzen sense escriure codi, simplement amb operacions gràfiques realitzades amb el ratolí sobre la pantalla. Els programes desenvolupats en Visual Basic, en general, són orientats a objectes per successions, fet que facilita la interacció entre l'usuari i l'aplicació.

S'està habituat a veure aplicacions típiques de Windows que presenten una o més pantalles plenes d'objectes tals com finestres, quadres de text, botons i imatges; per altre costat, l'usuari interacciona amb aquests objectes a través de fets tal com fer clic en un botó o prémer enter, lo qual, en general, dona origen una resposta de l'aplicació, donant-se una nova interacció, i així successivament.

El programa ha estat dissenyat en base a les teories clàssiques de càlcul de pantalles, descrites en el capítol 3. Les principals característiques són les següents:

- Se suposa un estat de deformació plana.



- S'apliquen les teories clàssiques de càlcul de pantalles.
- Es poden aplicar n capes de terreny.
- El número de nivells d'ancoratges a utilitzar és il·limitat.
- Es poden introduir sobrecàrregues al trasdós de la pantalla.
- Els ancoratges es consideren punts fixos.
- Possibilitat de càlcul de la pantalla en varies fases constructives.

Descripció del mòduls principals del programa

En el present apartat es descriuen els mòduls principals desenvolupats per a la realització del programa.

Per a la seva elaboració, s'han diferenciat sis mòduls o finestres: 'general', 'datos del terreno', 'sobrecargas', 'cargas del edificio', 'otros' i 'empujes'.

GENERAL. Fa referència a les dades del projecte d'estudi com són el títol o número de projecte, la data, la zona o secció que s'està estudiant i la cota de coronació del mur pantalla, per si es volen referenciar les alçades a aquesta cota. Tota la informació inclosa en aquesta finestra és purament informativa i no afecta als càlculs posteriors. (Fig. 4.1)

DATOS DEL TERRENO. En aquesta pestanya cal introduir les dades del terreny en el que es troba el solar d'estudi. Primerament la cota del nivell freàtic; a continuació el número de capes del terreny i, mitjançant l'ajuda d'un formulari, caldrà introduir les característiques de cada una d'aquestes: profunditat, densitat, angle de fregament i cohesió. (Fig. 4.2)

SOBRECARGAS i CARGAS DEL EDIFICIO. Fa referència a la càrrega que hi pot haver en el trasdós de la pantalla degut a la presència del carrer (cas d'una sobrecàrrega lineal, (Fig. 4.3a) o de la fonamentació d'un edifici veí (Fig. 4.3b).



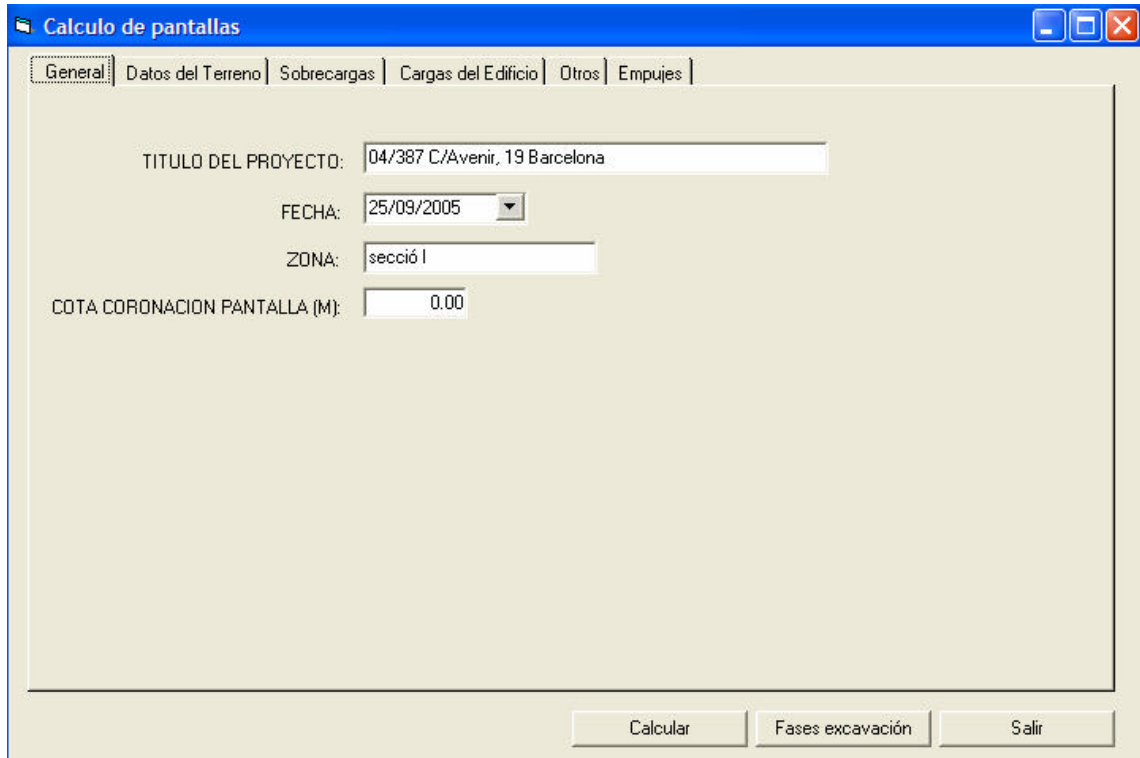


Figura 4.1. Pestanya de “General” del programa informàtic de càlcul de pantalles.

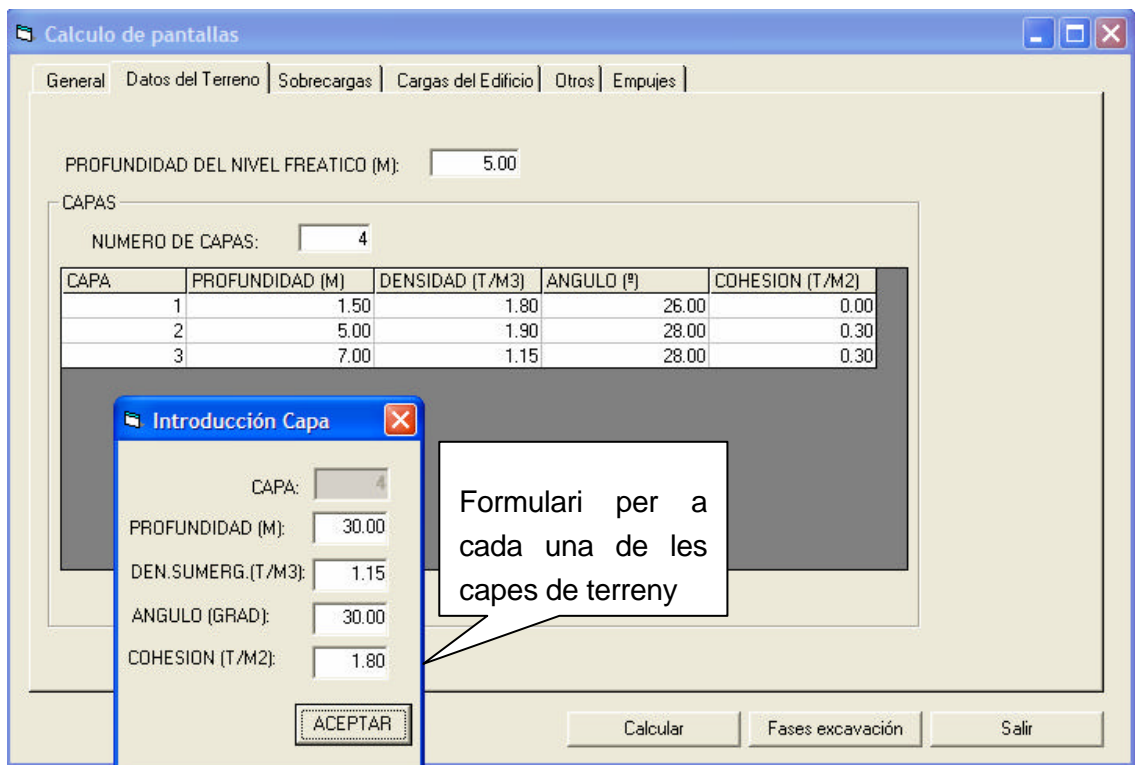


Figura 4.2. Pestanya de “Datos del Terreno” del programa informàtic de càlcul de pantalles.



Calculo de pantallas

General | Datos del Terreno | **Sobrecargas** | Cargas del Edificio | Otros | Empujes

SOBRECARGA UNIFORME (T/M2):

SOBRECARGA LINEAL UNIFORME (T/M2): ABCISA ZONA UNIFORME (M):

SOBRECARGAS INDEFINIDAS

NUMERO DE SOBRECARGAS INDEFINIDAS:

Nº	CARGA (T/M)	ABCISA (M)
----	-------------	------------

Calcular Fases excavación Salir

Figura 4.3a. Pestanya de “Sobrecargas” del programa informàtic de càlcul de pantalles.

OTROS, En aquesta pestanya cal introduir els coeficients de seguretat per aplicar al càlcul de la pantalla com són el coeficient de minoració de la cohesió i de la k_p o la relació δ/ϕ en el cas que es tingui en compte el fregament de la pantalla amb el terreny, tal i com s'explica a l'apartat 3.2.1. de la pàgina 14 (Fig. 4.4).



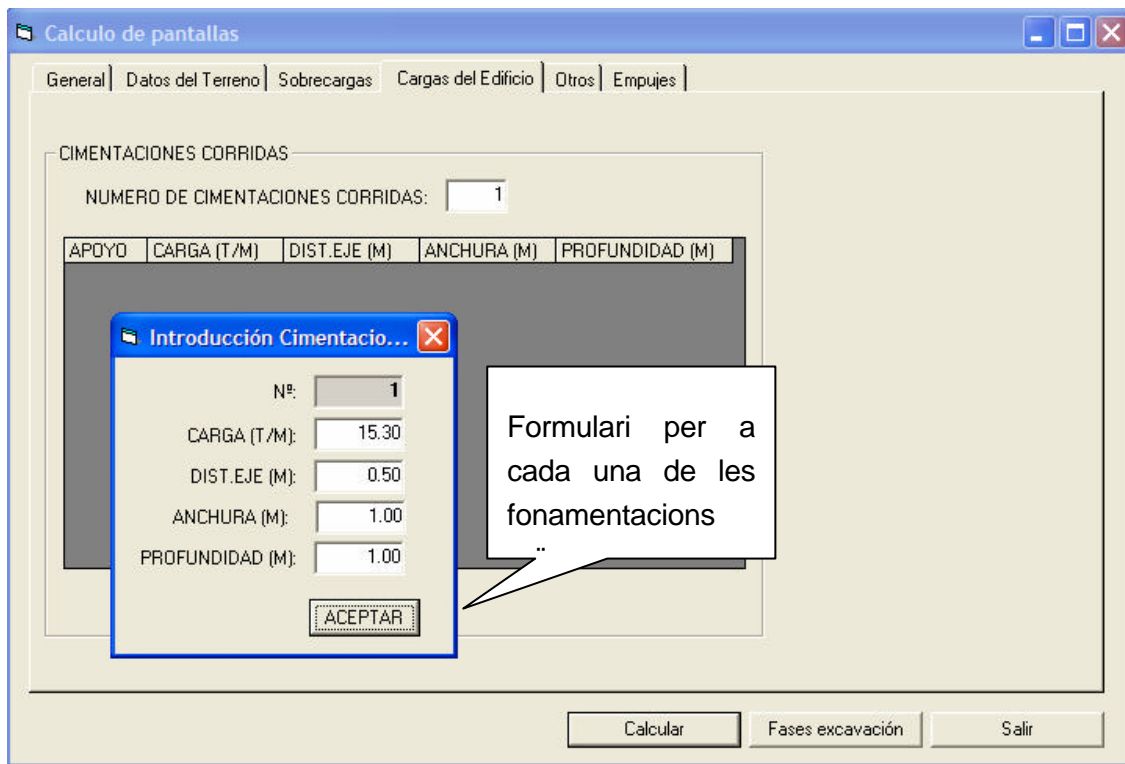


Figura 4.3b. Pestanya de “Cargas del Edificio” del programa informàtic de càlcul de pantalles.

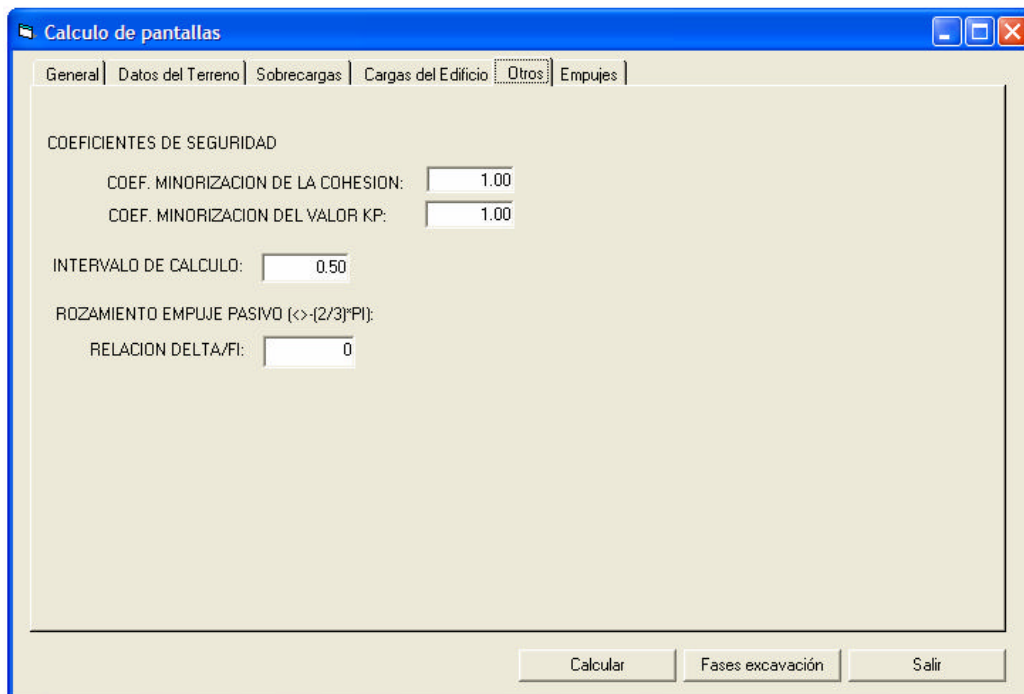


Figura 4.4. Pestanya de “Otros” del programa informàtic de càlcul de pantalles.



EMPUJES, en aquesta pestanya caldrà prémer directament el botó de calcular per a que el programa doni les empentes que provoca el terreny. En aquest instant ja queda activat el botó de 'fases de excavación'. (Fig. 4.5)

Un cop introduïdes les dades i calculades les empentes, cal prémer el botó de 'fases de excavación' i anar introduint les diferents fases en les que es vol realitzar la pantalla.

Si es tracta d'una única excavació només caldrà introduir la cota d'excavació en el formulari que apareix per a cada una de les fases i prémer enter.

En el cas de realitzar una pantalla amb ancoratges cal afegir un recolzament i indicar la cota a la que es col·locarà i el tipus de mètode de càlcul que es vol aplicar en aquest cas: suport fix, lliure o empenta nul·la (Fig. 4.6).

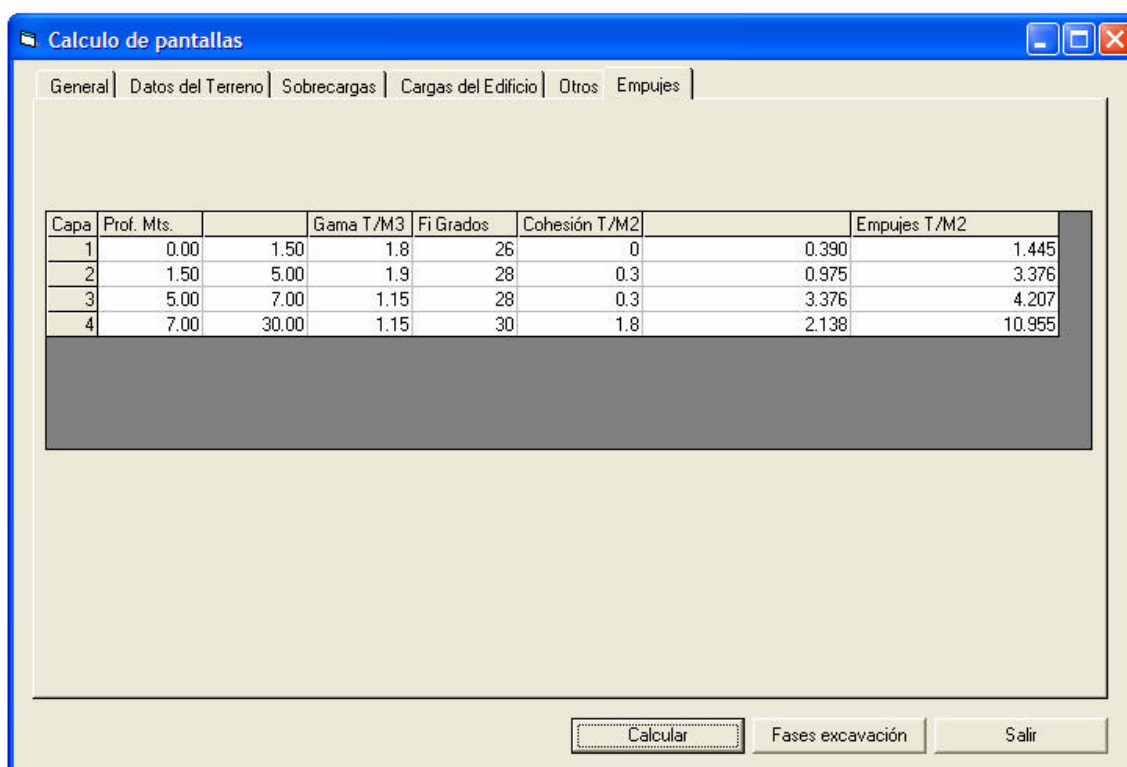
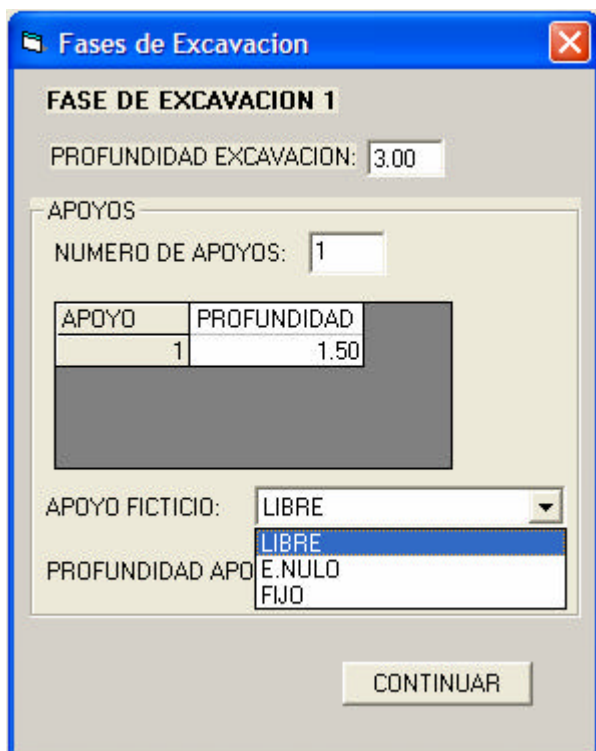


Figura 4.5. Pestanya de "Empujes" del programa informàtic de càlcul de pantalles.





Fases de Excavacion

FASE DE EXCAVACION 1

PROFUNDIDAD EXCAVACION: 3.00

APOYOS

NUMERO DE APOYOS: 1

APOYO	PROFUNDIDAD
1	1.50

APOYO FICTICIO: LIBRE

PROFUNDIDAD APO: LIBRE
E.NULO
FIJO

CONTINUAR

Figura 4.6. Finestra per a cada una de les fases d'excavació.

A mesura que es van establir les fases d'excavació es genera un altre finestra on es veuen reflexats els moments i esforços tallants que es generen a cada fase (Fig.4.7).



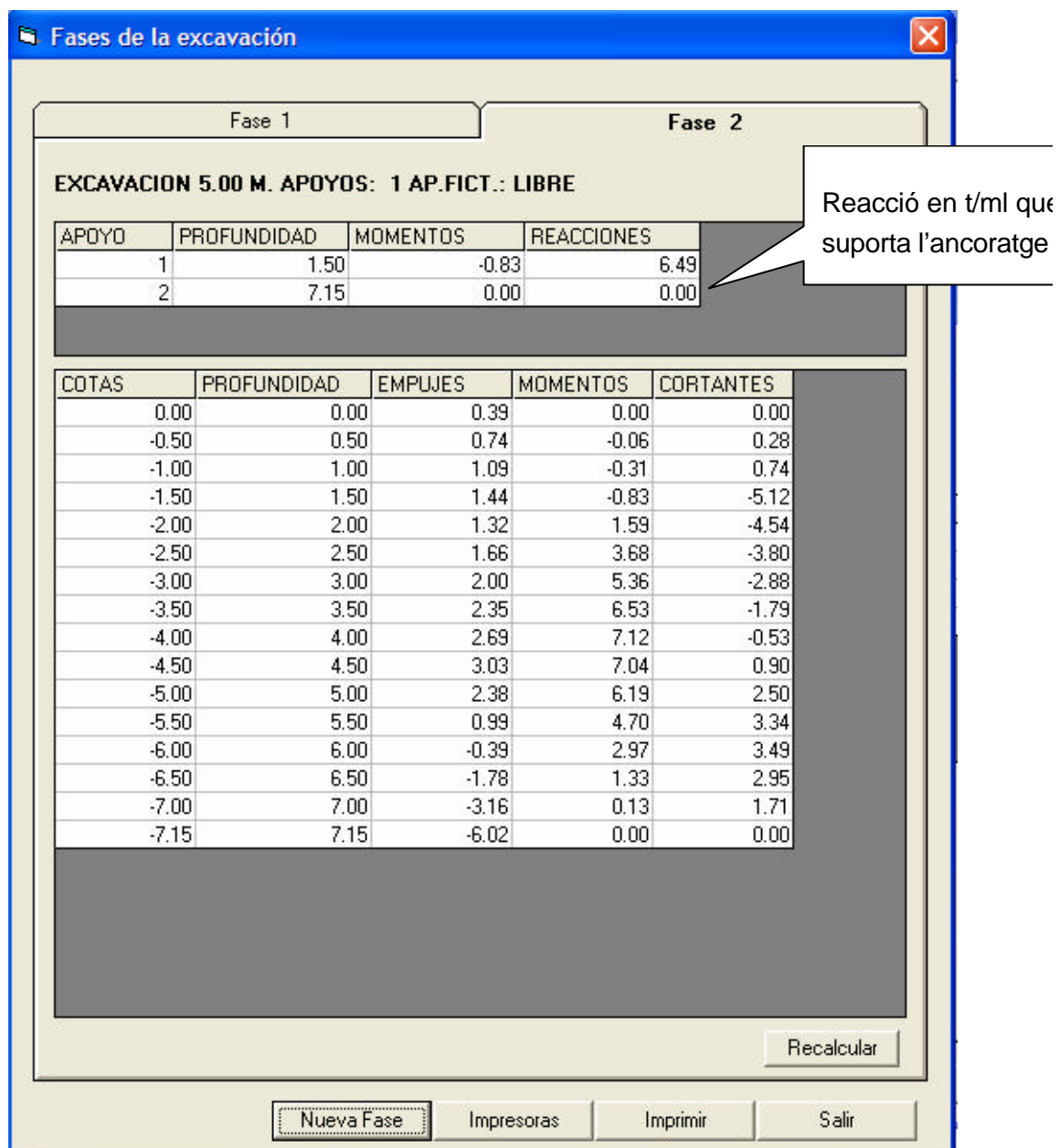


Figura 4.7. Finestra amb la taula de moments i tallants per a cada una de les fases d'excavació.



Sortida de resultats

Els resultats obtinguts es mostren en un full DIN A4 per facilitar la seva impressió. Així, a la part superior del full es mostra, per ordre, un encapçalament amb la informació introduïda en les dades del projecte (pestanya de 'general'), les dades de les capes del terreny i la informació referent a les sobrecàrregues del trasdós.

Per sota es mostren en columna un llistat de la distribució d'empentes netes, moments i tallants al llarg de tota la pantalla per cada interval de càlcul que haguem indicat, normalment cada mig metre. Pel que fa referència al criteri de signes es considera que les empentes per la part de l'excavació de la pantalla (intradós) són positius i les empentes per la part del terreny (trasdós) negatius.

A la última fase d'excavació s'indica la longitud teòrica de la pantalla, valor amb el que es pot extreure la longitud mínima de clava que caldrà que tingui la pantalla.

Es reflexa també, en fulls posteriors, els diagrames del resum de moments flectors i esforços tallants, diferenciant els valors mínims i màxims, i tot indicant de forma gràfica el costat de la pantalla que els pateixen.

En el fulls de càlcul que s'annexen (**Annex C**) es poden veure els resultats obtinguts amb aquest programa per a l'aplicació sobre un aparcament que es tracta en aquest projecte.





5. VERIFICACIÓ DELS CÀLCULS

Introducció

L'objectiu d'aquest apartat és verificar els resultats obtinguts amb el programa informàtic i comparar-los amb els realitzats de manera analítica. En els següents apartats es mostren els casos més representatius, incloent-hi per a cada cas els resultats analítics i els obtinguts amb el programa.

La comparació i verificació es realitzarà per als casos més simples: primerament per pantalles en voladís i en segon lloc per pantalles ancorades en un nivell, tot comprovant que les lleis de moments flectors i d'esforços tallants siguin correctes i que els mètodes de càlcul, ja sigui el de suport lliure o fix, s'apliquin de forma adequada. Aquests han estat resolts de forma analítica amb l'ajuda, en el majoria dels casos, d'una calculadora científica.

Pantalla en voladís

En aquest apartat es considera el cas d'una pantalla en voladís amb una alçada d'excavació de $h = 4.0$ m, sense la presència de nivell freàtic ni sobrecàrregues.

El mètode de càlcul que s'ha aplicat per a la resolució d'aquest cas és el mètode simplificat, veure apartat 3.3.1.

Per a realitzar el càlcul de la pantalla en voladís es busca l'equilibri de moments respecte al peu de la pantalla per obtenir la longitud de clava que proporciona l'equilibri de forces i moments.



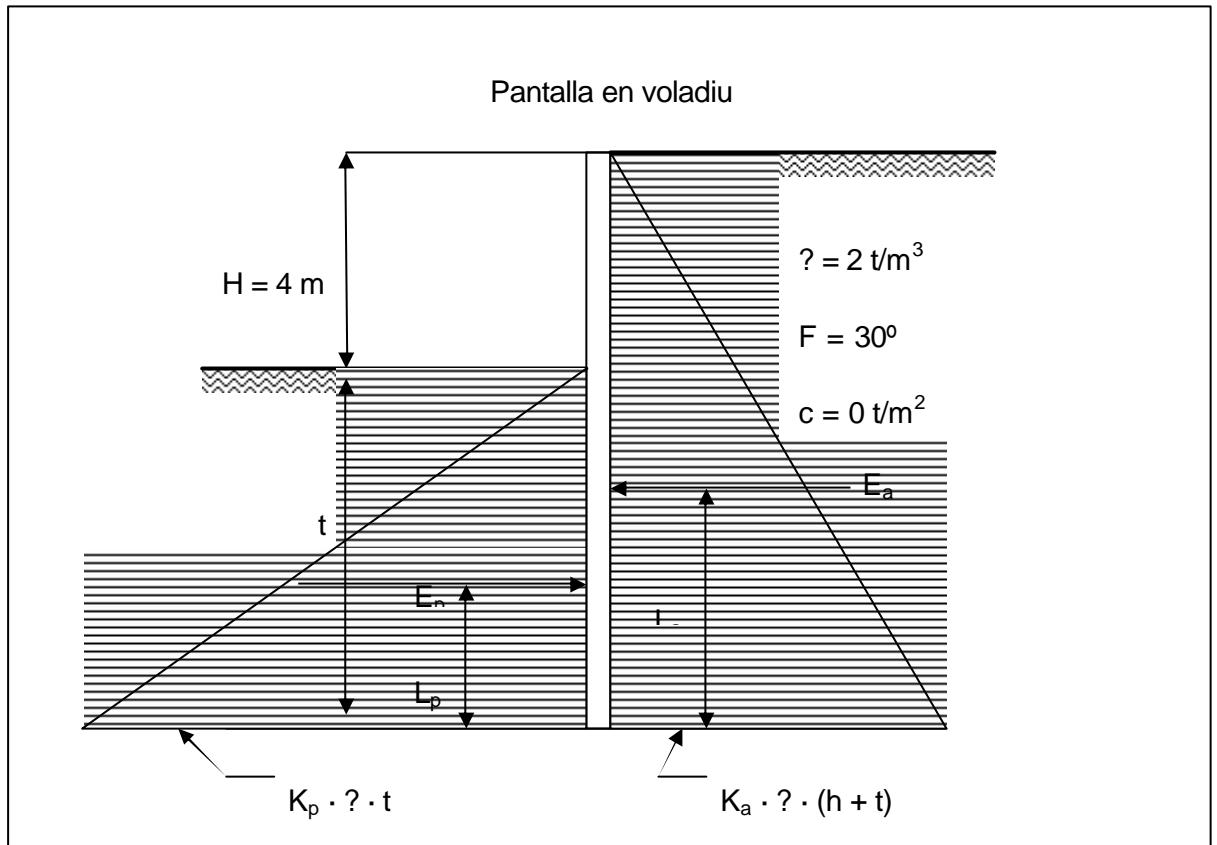


Figura 5.1. Esquema de les empentes sobre la pantalla en voladís

Segons els paràmetres del terreny considerats els coeficients d'empentes valen: $K_a = 0,33$ i $K_p = 3,0$.

A la taula 5-1 es mostren les forces i moments actuant sobre la pantalla.

	Força equivalent, E_i	Punt d'aplicació, l_i	Moment = $E_i \cdot l_i$
ACTIU	$E_a = 1/2 \gamma K_a (H + t)^2$	$l_a = 1/3 (H + t)$	$M_a = 1/6 \gamma K_a (H + t)^3$
PASSIU	$E_p = 1/2 \gamma K_p t^2$	$l_p = 1/3 t$	$M_p = 1/6 \gamma K_p t^3$

Taula 5.1

Igualant $M_a = M_p$ obtenim, tal i com indica a l'apartat 3.3.1, obtenim



$$[\text{eq. 3.8}] \quad T = H \frac{1}{\sqrt[3]{\frac{K_P}{K_A} - 1}}$$

Substituint els valors $h = 4 \text{ m}$, $K_P = 3$, $K_A = 0,33$ tenim que la longitud de la clava és $t = 3,70 \text{ m}$. La longitud total de la pantalla és $4 \text{ m} + 3,7 \text{ m} = 7,70 \text{ m}$.

El moment màxim es produirà en el punt amb esforç tallant nul, aquest punt es situa, per a aquest cas, a la profunditat definida a l'equació 3.9.

$$[\text{Eq. 3.9}] \quad L_{\text{nul}} = h \cdot \sqrt{\frac{K_P}{K_A} - 1}$$

El valor del moment màxim serà

$$[\text{Eq. 3.11}] \quad M_{\text{max}} = 1/6\gamma \cdot K_P \cdot H^3 \cdot \frac{1}{\left(\sqrt{\frac{K_P}{K_A} - 1}\right)^2}$$

Substituint els valors anteriors tenim que:

$$L_{\text{nul}} = 2 \text{ m}$$

$$Z_M = 2 \text{ m} + 4 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

$$M_{\text{max}} = 16 \text{ t}\cdot\text{m}/\text{m.l.}$$

A la figura 5.2 es mostra la solució que dona el programa per a aquest cas.

A la taula 5.2 es comparen els resultats obtinguts amb la solució analítica i el programa en Visual Basic.



PANTALLA CONTINUA:						
ZONA :						
HIPOTESIS DE CALCULO				MINORACION EMP.PASIVOS		
EMP.ACTIVOS= RANKINE				COEF.COHESION= 1.00		
EMP.PASIVOS= CAQUOT D/FI= 0.000				COEF.VALOR KP= 1.00		
DATOS DE LAS CAPAS Y EMPUJES ACTIVOS						
Capa	Prof. Mts.		Gama T/M3	Fi Grados	Cohesión T/M2	Empujes T/M2
1	0.00	30.00	2	30	0	0.000 20.000
PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO: 99.00 M						
FASE DE EXCAVACION 1						
EXCAVACION 4.00 M. EN VOLADIZO						
COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
-0.50	0.50	0.33	-0.01	0.08		
-1.00	1.00	0.67	-0.11	0.33		
-1.50	1.50	1.00	-0.38	0.75		
-2.00	2.00	1.33	-0.89	1.33		
-2.50	2.50	1.67	-1.74	2.08		
-3.00	3.00	2.00	-3.00	3.00		
-3.50	3.50	2.33	-4.76	4.08		
-4.00	4.00	2.67	-7.11	5.33		
-4.50	4.50	0.00	-10.00	6.00		
-5.00	5.00	-2.67	-12.89	5.33		
-5.50	5.50	-5.33	-15.11	3.33		
-6.00	6.00	-8.00	-16.00	0.00		
-6.50	6.50	-10.67	-14.89	-4.67		
-7.00	7.00	-13.33	-11.11	-10.67		
-7.50	7.50	-16.00	-4.00	-18.00		
-7.70	7.70	-17.08	0.00	-21.37		
LONGITUD TEORICA DE LA PANTALLA= 7.70M						

Moment màxim

Figura 5.2. Resultat que s'obté amb el programa informàtic

Tipus de càlcul	Solució analítica	Solució programa informàtic	Diferència
Alçada excavació	4 m	4 m	---
Longitud de clava	3,70 m	3,70 m	0
Longitud total	7,70 m	7,70 m	0
Moment màxim	16 m·t	16 m·t/ml	0

Taula 5.2. Comparació dels resultats obtinguts en el cas de pantalla en voladís.



Pantalla amb un ancoratge calculada amb suport lliure

En aquest cas es resoldrà una pantalla amb un ancoratge aplicant el mètode de suport lliure. L'ancoratge està situat a dos metres per sota de la coronació. Els paràmetres del terreny considerat es mostren a la figura 5.3.

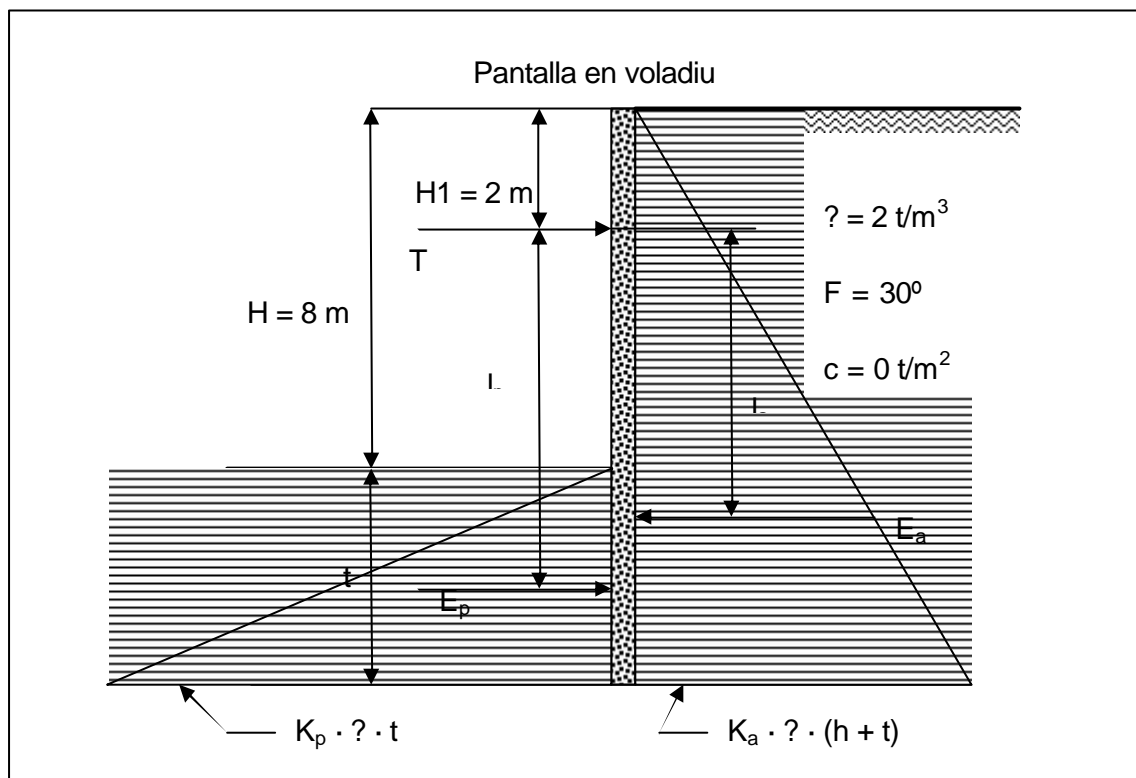


Figura 5.3. Esquema de les empentes sobre una pantalla ancorada, suport lliure.

A la taula 5.3 es mostren les forces i moments que actuen sobre la pantalla. Per al càlcul de la longitud de clava, t, es prenen els moments respecte l'ancoratge.

	Força equivalent, E_i	Punt d'aplicació, l_i	Moment = $E_i \cdot l_i$
ACTIU	$E_a = \frac{1}{2} \gamma K_a (H + t)^2$ $= 0,33 (8 + t)^2$	$l_a = \frac{2}{3} (H + t) - H1 =$ $\frac{2}{3} (5 + t)$	$M_a =$ $= 0,22 \cdot (8 + t)^2 \cdot (5 + t)$
PASSIU	$E_p = \frac{1}{2} \gamma K_P t^2 =$ $= 3 \cdot t^2$	$l_p = \frac{2}{3} t + (H - H1)$ $= \frac{2}{3} \cdot t + 6$	$M_p = 3 \cdot t^2 \cdot (\frac{2}{3} t + 6)$



Taula 5.3. Forces i moments sobre una pantalla amb un ancoratge.

Per a obtenir t s'igualen els moments, $M_a = M_p$, obtenint un polinomi de tercer grau en t, $-8t^3 - 60,008t^2 + 144t + 320 = 0$, el valor obtingut de t és 2,99 m.

La reacció a l'ancoratge s'obté igualant les forces horitzontals,

$$SF_h = 0 \quad T + P_{Pm} - P_{An} = 0$$

$$T = 0.33(8 + 2,99)^2 - 3 \cdot (2,99)^2 = 13,44 \text{ t/m.l.}$$

Un cop es coneix la força de l'ancoratge i la longitud de clava queda perfectament definida tota l'estructura.

A la figura 5.4 es mostra la solució que dona el programa per a aquest cas.

A la taula 5.4 es mostren i es comparen els resultats obtinguts per el programa i per la solució analítica.

PANTALLA CONTINUA:					
ZONA :					
HIPOTESIS DE CALCULO				MINORACION EMP.PASIVOS	
EMP.ACTIVOS= RANKINE				COEF.COHESION= 1.00	
EMP.PASIVOS= CAQUOT D/FI= 0.000				COEF.VALOR KP= 1.00	
DATOS DE LAS CAPAS Y EMPUJES ACTIVOS					
Capa	Prof. Mts.	Gama T/M3	FI Grados	Cohección T/M2	Empujes T/M2
1	0.00 30.00	2	30	0	0.000 20.000
PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO: 99.00 M					
FASE DE EXCAVACION 1					
EXCAVACION 8.00 M. APOYOS: 1 AP.FICT.: LIBRE					
APOYO	PROFUNDIDAD	MOMENTOS	REACCIONES		
1	2.00	-0.89	13.43		
2	10.99	0.00	0.00		
COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-0.50	0.50	0.33	-0.01	0.08	
-1.00	1.00	0.67	-0.11	0.33	
-1.50	1.50	1.00	-0.38	0.75	
-2.00	2.00	1.33	-0.89	-12.10	
-2.50	2.50	1.67	4.98	-11.35	
-3.00	3.00	2.00	10.43	-10.43	
-3.50	3.50	2.33	15.38	-9.35	
-4.00	4.00	2.67	19.75	-8.10	
-4.50	4.50	3.00	23.46	-6.68	
-5.00	5.00	3.33	26.41	-5.10	
-5.50	5.50	3.67	28.53	-3.35	
-6.00	6.00	4.00	29.73	-1.43	
-6.50	6.50	4.33	29.93	0.65	
-7.00	7.00	4.67	29.05	2.90	
-7.50	7.50	5.00	27.00	5.32	
-8.00	8.00	5.33	23.70	7.90	
-8.50	8.50	2.67	19.20	9.90	
-9.00	9.00	0.00	14.03	10.57	
-9.50	9.50	-2.67	8.85	9.90	
-10.00	10.00	-5.33	4.35	7.90	
-10.50	10.50	-8.00	1.17	4.57	
-10.99	10.99	-10.62	0.00	0.00	
LONGITUD TEORICA DE LA PANTALLA= 10.99M					

Reacció en t/ml que



Figura 5.4

Tipus de càlcul	Solució analítica	Solució informàtica programa	Diferència
Alçada excavació	8 m	8 m	----
Longitud de clava	2,99 m	2,99 m	0
Longitud total	10,99 m	10,99 m	0
Reacció a l'ancoratge	13,43 m·t	13,44 m·t/ml	0,074%

Taula 5.4.

Pantalla amb un ancoratge calculada amb suport fix

En aquest cas es resol la mateixa pantalla del cas anterior però aplicant ara, el mètode de suport fix. A la figura 5.5 es mostra la distribució d'empentes sobre la pantalla i les propietats del terreny considerades.



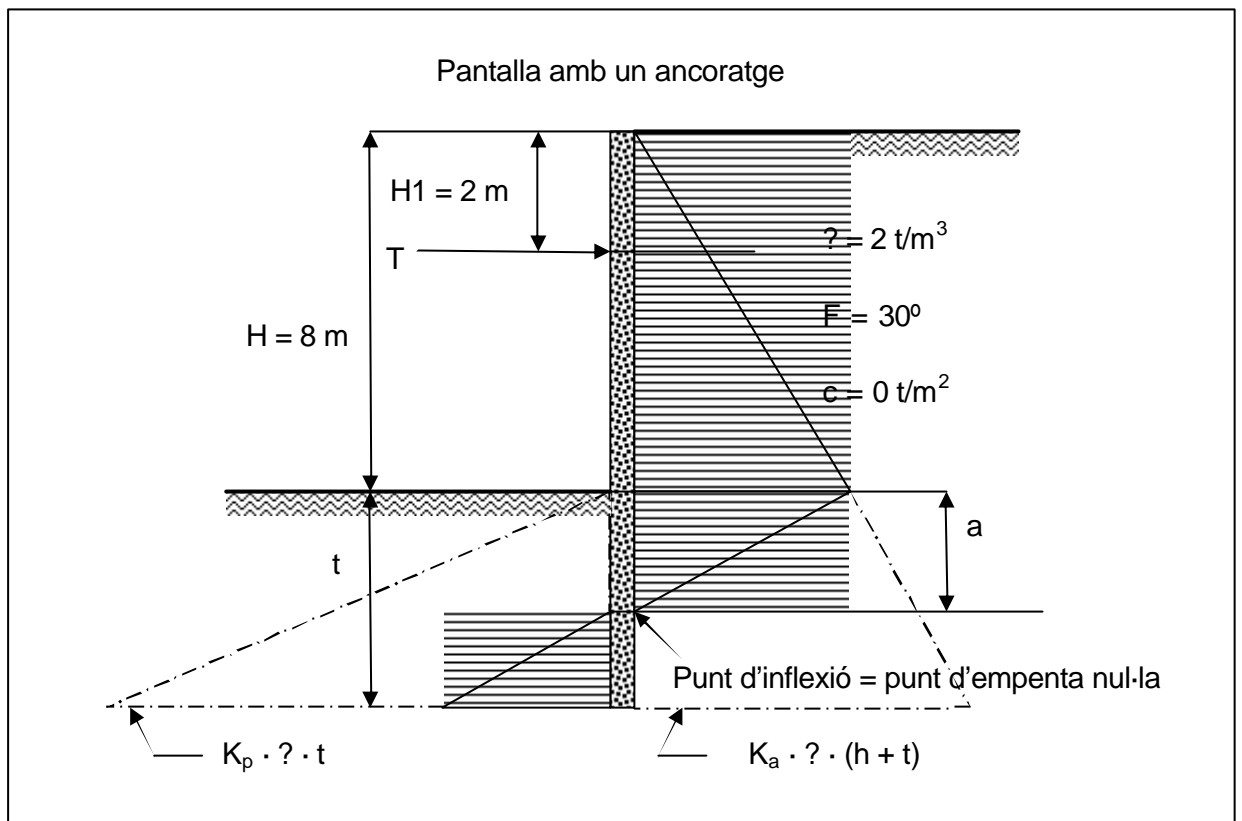


Figura 5.5 Esquema de les empentes sobre una pantalla ancorada, suport fix.

Aplicar el mètode de suport fix implica:

1. Calcular el punt d'empenta neta nul·la.
2. Calcular la biga superior que va des de la coronació fins al punt d'empenta nul·la.
3. Calcular la biga inferior imposant la reacció que prové de la biga superior.

Per la cas que estem estudiant la profunditat a la que es situa l'empenta neta nul·la es troba amb la següent equació (eq. 3.12)

$$[\text{Eq. 3.12}] \quad a = H K_p / (K_p - K_a) = 8,99 \text{ m.}$$

La biga superior està formada per dos vans, el primer es troba en voladís i el segon birecolzat. Per accelerar el procés de resolució de bigues s'utilitza el programa d'estructures CYPE en el que s'introdueixen les dues bigues que resulten d'aplicar el mètode de suport fix.



El valor de la reacció en el recolzament fictici és $R_b = 12,55$ t, amb aquesta reacció s'obté la longitud de clava, t , tal i com s'indica a l'apartat 3.3.2.2 [eq. 3.16]:

$$t_0 = \sqrt{\frac{6R_B}{\gamma K_C}} \quad (\text{Eq. 3.16})$$

Substituint els valors s'obté $t = 3,7575$ m

El valor de la part encastada total, clava real, D , serà igual a 1,2 t; és a dir, $D = 1,2 (a + t_0) = 1,2 (0,99 + 3,7575) = 5,697$ m.

A la figura 5.6 es mostra la solució que dona el programa per a aquest cas.

A la taula 5.5 es mostren i es comparen els resultats obtinguts per el programa i per la solució analítica.

Tipus de càlcul	Solució analítica	Solució programa informàtic	Diferència
Alçada excavació	8 m	8 m	----
Longitud de clava	5,697 m	4,76 m	16,45%
Longitud total	13,697 m	12,76 m	6,84%
Reacció a l'ancoratge	11,39 t/m.l.	11,43 m·t/ml	0,35%
Moment màxim	21,42 m· t/m.l.	21,71 m·t/ml	1,33%

Taula 5-5

Fig 5-7. Resultat obtingut mitjançant el programa informàtic per a una pantalla amb un ancoratge per el mètode de suport fix.



PANTALLA CONTINUA:
ZONA :

HIPOTESIS DE CALCULO
EMP.ACTIVOS= RANKINE
EMP.PASIVOS= CAQUOT D/FI= 0.000

MINORACION EMP.PASIVOS
COEF.COHESION= 1.00
COEF.VALOR KP= 1.00

DATOS DE LAS CAPAS Y EMPUJES ACTIVOS

Capa	Prof. Mts.	Gama T/M3	Fi Grados	Cohesión T/M2	Empujes T/M2
1	0.00 30.00	2	30	0	0.000 20.000

PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO: 99.00 M

FASE DE EXCAVACION 1

EXCAVACION 8.00 M. APOYOS: 1 AP.FICT.: E.NULO

APOYO	PROFUNDIDAD	MOMENTOS	REACCIONES
1	2.00	-0.89	11.43
2	9.00	0.00	12.57

Reacció de l'ancoratge

COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	0.50	0.33	-0.01	0.08
-1.00	1.00	0.67	-0.11	0.33
-1.50	1.50	1.00	-0.38	0.75
-2.00	2.00	1.33	-0.89	-10.10
-2.50	2.50	1.67	3.98	-9.35
-3.00	3.00	2.00	6.43	-8.43
-3.50	3.50	2.33	12.38	-7.35
-4.00	4.00	2.67	15.75	-6.10
-4.50	4.50	3.00	18.45	-4.68
-5.00	5.00	3.33	20.40	-3.10
-5.50	5.50	3.67	21.51	-1.35
-6.00	6.00	4.00	21.71	0.57
-6.50	6.50	4.33	20.91	2.65
-7.00	7.00	4.67	19.03	4.90
-7.50	7.50	5.00	15.98	7.32
-8.00	8.00	5.33	11.68	9.90
-8.50	8.50	2.67	6.17	11.90
-9.00	9.00	0.00	0.00	12.57
-9.50	9.50	-2.67	-6.17	11.90
-10.00	10.00	-5.33	-11.68	9.90
-10.50	10.50	-8.00	-15.86	6.57
-11.00	11.00	-10.67	-18.03	1.90
-11.50	11.50	-13.33	-17.54	-4.10
-12.00	12.00	-16.00	-13.71	-11.43
-12.50	12.50	-18.67	-5.89	-20.10
-12.76	12.76	-20.06	0.00	-25.14

LONGITUD TEORICA DE LA PANTALLA= 12.76M

Com s'ha pogut comprovar amb els resultats mostrats, es pot concloure que el programa en Visual Basic soluciona de manera adequada les pantalles en voladís i les ancorades en un nivell, tant si s'aplica el mètode de suport lliure com el fix.



6. APLICACIÓ SOBRE UN APARCAMENT SITUAT AL CENTRE DE BARCELONA

6.1 Antecedents

6.1.1. Objecte

El present projecte té com a objectius determinar les característiques de la fonamentació necessària per a la construcció d'un edifici destinat a ús escolar i aparcament públic de tres plantes sotan.

6.1.2. Situació

L'aparcament que es projecta es situarà a l'interior d'un solar situat al c/ Avenir de Barcelona, tal i com s'indica en els plànols de situació i emplaçament que s'adjunta en aquest projecte.

El solar on s'ubicarà la construcció està ocupada actualment per un jardí i pati.

6.1.3. Configuració del solar

El solar on es realitzarà l'execució de l'edifici té forma rectangular, amb una superfície total de 450 m² aproximadament.

El solar està englobat dintre el Pla Parcial d'Ordenació.

6.1.4. Condicions urbanístiques del solar

Aquest solar està qualificat com a SÒL URBÀ.

6.1.5. Paràmetres específics de la zona.

- 1.- Intensitat d'edificació: l'índex d'edificabilitat neta per parcel·la es fixa en 1 m²st/ m²s.
- 2.- Ocupació màxima de la parcel·la: l'ocupació màxima de la parcel·la en aquesta zona es fixa el 60%.



- 3.- Parcel·la mínima: es considera que tot el sòl privat és una parcel·la única.
- 4.- Separacions mínimes: La separació mínima en la façana com a mínim s'ajustarà a la zona d'afectació de la carretera.
- 5.- Alçada màxima i nombre de plantes: l'alçada màxima de les edificacions es fixa en 12,50 m.
- 6.- Tancament de la parcel·la: el tancament serà d'obra massissa fins a una alçada de 1,10 m. en la façana principal; la resta del tancament es realitzarà amb material que no sigui opac o bé vegetal.
- 7.- Condicions d'ús: en aquesta zona s'admeten els següents usos:
- Habitatge: es permet un màxim de dos habitatges pel conjunt dels dos sectors, destinats a guarda i vigilància de les instal·lacions i la superfície construïda a aquest ús serà de 90 m² per habitatge que s'encabiranaràn dins l'edificació.
- Indústria, emmagatzematge i distribució.



6.2 Estudi geotècnic

Es detallen a continuació les característiques bàsiques d'un estudi geotècnic realitzat sobre l'esmentat solar.

Es realitza una campanya de sis sondeigs mecànics, la fondària dels quals oscil·la entre 7 i 15 metres.

Un dels sondeigs s'ha dut a terme pel mètode de rotació i extracció de testimoni efectuant assaigs S.P.T. a l'interior del sondeig. La fondària assolida és de 15 metres.

La resta dels sondeigs s'han efectuat amb un penetròmetre dinàmic tipus "Borros". La fondària assolida entre 7 i 9 metres.

Les característiques de l'esmentat penetròmetre són:

Pes de la maça 63,5 kg.

Alçada de caiguda 50 cm.

Interval de penetració 20 cm.

Es presenta també en aquest estudi geotècnic un esbós litològic-estructural de la zona com ajuda per a interpretar el comportament dels materials en la mida en que afectin a la geotècnicia.

La zona objecte d'estudi es troba enclavada en un àrea d'ambient terciari i quaternari, formant part, des del punt de vista litològic, de la unitat geològica i geogràfica denominada Pla de Barcelona.

L'esmentada unitat situada entre els rius Llobregat i Besòs s'exten al peu de la Serra de Collserola i una alineació de turons-illes (El Carmel, Putxet, Monteroles, etc.) per endinsar-se vers el mar.

El Pla es troba recobert totalment per materials quaternaris que es recolzen sobre un substrat rocós que pot ésser paleozoic o terciari segons els sectors.



La base dels sediments quaternaris està constituïda per un nivell de graves amb matriu argilosa compacta. Les graves són fragments de llicorelles, quars i altres roques procedents del paleozoic de Collserola.

Per sobre d'aquests materials es troba una alternància de capes que es coneix amb el nom de "Tricicle" i que de baix a d'alt està format per:

Argiles vermelles compactes amb graves.

Llims groguencs d'origen eòlic amb nòduls calcaris.

Costres calcàries amb un gruix de 20 a 30 cm. de promig. Però que en punts localitzats poden tenir més d'un metre i que localment es coneix amb el nom de "tortorà".

De l'estudi dels testimonis dels sondeigs i dels diagrames de penetració, s'adverteix la presència dels següents estrats principals:

CAPA A.- Apareix superficialment a tots els sondeigs amb un gruix que oscil·la entre 1,5 i 2 metres. Està formada per argila llimosa marró fosca amb gravetes de calitx disperses. La consistència és baixa.

CAPA B.- Es troba per dessota de l'anterior amb un gruix entre 2 i 4 metres. La constitueixen lims sorrencs de color fosc amb sorres fines. La consistència entre baixa i mixta.

CAPA C.- Amb un gruix d'uns 4 metres, està constituïda per argiles compactes marrons amb nòduls i sorres. La consistència és elevada.

CAPA D.- Amb un gruix no definit, la formen argiles vermelles molt compactes amb sorres i graves de llicorelles. Podria tractar-se del cicle terciari. La consistència és elevada.

Interestratificades a les capes A, C i D, apareixen les capes de "tortorà" de 20 a 40 cm. de gruix.

No es detecta la presència de nivell freàtic a la fondària assolida pels sondeigs.



A continuació l'estudi reflexa les càrregues admissibles per sabata o llosa, és a dir, en el cas de fer servir una fonamentació superficial.

Donat que es tracta de construir varies plantes sòtan i per tant, un mur de contenció o un mur de pilots, no desenvoluparem aquest punt.

6.3 Bases de disseny

Les condicions que s'han de considerar en un projecte de fonamentació es poden resumir en:

a) Condicions que imposa l'estructura

Per a qualsevol tipologia d'estructura: de murs de càrrega, de pilars, amb o sense sòtan, etc. (en realitat es deuria concretar d'acord a les condicions del terreny):

- Seguretat de l'estructura de fonamentaria en relació amb la càrrega transmesa a la superfície de fonamentació (comprovada a tensió normal i tallant), la resistència pròpia com a element estructural i la capacitat d'assumir assentaments diferencials; com per exemple: l'estructura metàl·lica s'acomoda millor que la de formigó armat.
- Influència de l'emplaçament i de les estructures pròximes. Possibles danys recíprocs, en quant a tensions degudes a sobrecàrregues, empentes, etc.
- Estabilitat de la fonamentació i el terreny involucrat. Es recomana evitar al màxim el deteriorament del material de la fonamentació, generalment formigó armat.

El factor de seguretat ha de ser suficient per garantir que la càrrega de ruptura estigui allunyada de l'admissible o de treball.

Les tensions que es transmeten el terreny han de ser compatibles (admissibles) amb la resistència a ruptura del terreny i amb les deformacions i assentaments permisos per l'estructura considerada.



b) Condicions que imposa el terreny

- Profunditat de l'estrat resistent al que s'ha d'arribar per a la fonamentació. És a dir, determinar la cota de la fonamentació (situació del ferm) i per tant del tipus d'aquesta (superficial, semiprofunda o profunda).
- Capacitat d'assentament de l'estrat de recolzament (o dels estrats influenciats).
- Influència veïnal en quant a vibracions, compactació, hinca de pilots, etc.
- Situació i possible variació del nivell freàtic. L'augment de cota del nivell freàtic implica disminució de pressió efectiva (augmenta la pressió neutra que de restar a la total), per tant disminueix la resistència; això indica perill de possible líquefacció de material granular fi saturat, sobretot per terratrèmols.
- Socavació deguda a corrents subterrànies, que provoquen erosió i fuga de terreny; el que dóna lloc als assentaments catastròfics.
- Canvis de volum del terreny, sobretot en argiles expansives i terrenys d'alta plasticitat. Es controlaran els possibles canvis d'humitat que provenen de regadius, de mals drenatges o ruptures de clavegueram, i també les dessecacions que provenen de foros, calderes de calefacció en sòtans o arrels de grans arbres.

Aquestes tres anteriors condicions porten a considerar, per seguretat, una profunditat mínima del pla de fonamentació de 1 m; encara que les normes N.T.E. permeten 80 cm.

- Defectes subterranis, com són les mines, falles, terreny yesífero, i també túnels i refugis subterranis.
- Agressivitat: es controlarà la possible existència d'aigües agressives, sòls agressius, etc., per a canviar o protegir els materials de la fonamentació.
- Erosió: s'ha de considerar en zones alterades o de replè.



Tot lo anteriorment comentat condueix a la necessitat d'una bona informació del terreny implicat, o sigui: exploració del sòl i assaigs necessaris per a un bon i complet estudi geotècnic.

Depenent de la fiabilitat en la qualitat de l'estudi geotècnic es recomana un factor de seguretat de 3 o de 4.

6.4 Fases de disseny

Les fases de disseny de la fonamentació, en un procés habitual de tempteig, es pot reduir a:

1. Definir unes dimensions de la fonamentació: superfície de la base i profunditat.
2. Determinar la pressió de l'enfonsament del terreny per a una primera aproximació de les dimensions de la fonamentació, a nivell d'avantprojecte.
3. Obtenir la pressió admissible (o càrrega admissible) considerant un coeficient de seguretat adequat davant l'enfonsament.
4. Verificar si la càrrega admissible del terreny (q_{ad}) és menor que la aplicada, q , també anomenada de treball, amb el que s'anirà al següent pas rectificador (5). Si és menor voldrà dir que en quant a l'enfonsament no hi haurà problema, i es deurà analitzar l'assentament (6).

$$q = Q_t / \text{Àrea de base de la fonamentació} = q_{ad} = q_h / F.S.$$

(Si $q_{ad} = q$, s'ha de seguir amb la fase 6, comprovació assentaments).

5. Reajust de les dimensions de la fonamentació, i per tant començar de nou el procés (1,2 i 3).
6. Càlcul dels assentaments esperats, i conseqüent comparació amb els admissibles a l'estructura, que portarà a una de les dues possibilitats següents: o donar per vàlida la fonamentació, o procedir a un altre reajust de les dimensions (començar el procés).



6.5 Memòria de càlcul

6.5.1 Disseny i càlcul de les fonamentacions

Seguint les pautes de la normativa vigent (NTE), per al disseny i càlcul de les fonamentacions profundes, es comença per tenir la necessària informació prèvia del pilotatge i de l'estructura. Això es materialitzarà en un plànol acotat amb la posició relativa dels pilots, la separació entre eixos de pilots, numeració dels pilots, seccions del pilots on es reflexa el seu diàmetre i longitud, etc.

Les bases de càlcul per al disseny òptim de la cimentació es resumirà en mètodes per aconseguir no superar l'assentament diferencial o la distorsió angular admissible per l'estructura, i aconseguir una distribució de tensions en el terreny compatible amb la seva capacitat portant.

Aquests conceptes d'assentament i capacitat portant, es determinen amb l'estudi geotècnic previ del terreny, el qual es podrà portar a bon terme si es disposa d'un bon estudi geotècnic.

6.5.2 Capacitat de càrrega del pilotatge

Es recorda que la màxima pressió admissible en una cimentació està limitada o condicionada per el comportament dels elements interaccionats que estudiarem a continuació.

1.- En relació a l'enfonsament del sòl

$$Q_t = Q_{ad} = Q_h / F.S.$$

On:

Q_t : càrrega de treball, que transmet la superestructura al pilotatge;

Q_{ad} : càrrega admissible, determinable per l'anterior expressió (tercera o quarta part de la d'enfonsament);



Q_h : càrrega d'enfonsament ($Q_h = Q_p + Q_f$) o capacitat de càrrega última (trobada o deduïda per coneixements de la Mecànica del Sòl);

F.S.: factor de seguretat que normalment pren un valor de 3 donats els errors i incerteses implicats.

2.- En relació al límit estructural del material del pilot

La capacitat de càrrega del pilotatge, considerat aquest com un conjunt d'elements que formen part d'un grup de pilots, ve limitada per la capacitat resistent de l'estructura de cada pilot. És funció de la seva dimensió, naturalesa o material, mètode d'execució, qualitat aconseguida, etc. I s'expressa com:

$$Q_{i \text{ adm te}} = T_{i e} = Q_{\text{estr}} / F.S_{\text{est}}$$

On:

$Q_{i \text{ adm te}}$: càrrega admissible d'un pilot per límit estructural

$T_{i e}$: límit estructural d'un pilot, funció de la resistència última del seu material constituent (el formigó armat la característica, f_{ck}) minorada per un coeficient de seguretat estructural ($F.S_{\text{est}}$), que sol ser un valor proper a 4; si A és la secció transversal. El límit estructural serà

$$T_e \sim (f_{ck} \cdot A)/4 = 0,25 \cdot f_{ck} \cdot A$$

Els topes estructurals unitaris típics (per unitat de superfície són), te són:

per a l'acer:1200 kg/cm²;

per a la fusta:60 kg/cm²;

per al formigó in situ:de 35 a 50 kg/cm²;

si el formigó es troba sota el nivell freàtic: de 35 a 50 kg/cm²;

si es tracta de formigó prefabricat:..... = 90 kg/cm².



A la pràctica, s'admet el comportament elàstic del terreny; això contribueix a distribucions lineals de tensions en el terreny, o de reaccions en els pilots; es tracta d'una primera aproximació a la realitat, sempre que es pugui fer tal simplificació.

Les càrregues i reaccions per dimensionar els elements de cimentació, a efectes de comprovar si la càrrega unitària sobre el terreny, o les reaccions sobre els pilots o enceps o lloses, no superen els valors admissibles, es consideren:

Com a càrrega actuant sobre el terreny: la contribució pèssima de les sollicitacions transmises per el suport, més el pes propi de l'element de cimentació, més el terreny que descansa sobre ell; tots ells sense millorar, és a dir, amb els seus valors característics;

Per el contrari, a efectes de càlcul de sollicitacions actuants sobre l'element de cimentació es consideraran els valors ponderats (majorats) de les sollicitacions degudes a les reaccions dels pilots, menys els valors ponderats de les sollicitacions degudes al pes propi de l'element de cimentació i al terreny que descansa sobre ell.

Determinació de la càrrega d'enfonsament d'un pilot

La càrrega d'enfonsament d'un pilot aïllat és, en general:

$$Q_h = Q_p + Q_f$$

On:

Q_h : capacitat portant total, càrrega d'enfonsament o última, d'un pilot, en unitat de força: tones (t) o kilos-força (kilopondis) (kp).

Q_p : capacitat o càrrega última per punta (en les mateixes unitats que Q_h).

$$Q_p = A_p \cdot R_p \text{ amb}$$

- A_p : àrea de la base, o punta;

- R_p : resistència unitària per punta.

Q_f : capacitat o càrrega última per fust. $Q_f = A_f \cdot R_f$ amb

- A_f : àrea del fust, o superfície lateral;



-Rf : resistència unitària per fust.

El valor de la resistència auditoria de Fost teòricament augmentaria amb la profunditat indefinidament però es comprova experimentalment que arriba a un valor límit. S'admet, en general, un límit de $R_f = 1 \text{ kp/cm}^2$ ($R_f = 10 \text{ t/m}^2$).

6.5.3 Justificació de la solució adoptada

6.5.3.1 Estructura

S'han distingit tres seccions principals segons les càrregues en el trasdós de la pantalla:

Secció I: 40 m.l. paral·lels a edifici PB + IV.

Secció II: 39 m.l. paral·lels a edifici PB + II.

Secció III: 37,80 m.l. paral·leles a carrer

Donades les característiques dels edificis col·lidants i les del propi edifici a construir, s'ha previst la presència d'unes plataformes de treball que es troben quantificades per a cadascuna de les seccions en que s'ha dividit l'obra, atenent-se als desnivells a salvar.

La cota d'excavació definitiva es troba a $-11,90 \text{ m}$. per a les seccions IA i II, i a la cota $-10,50 \text{ m}$ per a les seccions IB i III.

Es detalla el tall promig del terreny present, d'acord amb les indicacions existents de l'informe geotècnic del terreny, i que determina els paràmetres de càlcul adoptats:

De cota 0,0 a $-2,0 \text{ m}$.

Capa A: argila llimosa amb gravetes de calitx.

$$c = 0,00 \text{ t/m}^2$$

$$f = 1,9 \text{ t/m}^3$$

$$F = 23^\circ$$

De cota $-2,0$ a $-6,0 \text{ m}$

Capa B: llims sorrencs amb sorres fines.

$$c = 1,80 \text{ t/m}^2$$

$$f = 1,9 \text{ t/m}^3$$



$$F = 29^\circ$$

De cota -6,0 en endavant Capa C: argiles compactes amb nòdols i sorres.

$$c = 3 \text{ t/m}^2$$

$$f = 2,0 \text{ t/m}^3$$

$$F = 26^\circ$$

No es detecta nivell freàtic.

El terreny NO presenta característiques d'agressivitat segons EHE.

Paràmetres per al càlcul de pilots com a fonament:

- Cota de recolzament -14,00 m.
- Resistència per punta per encastament de 8D 35 Kp/cm² (Abans de Coeficient de seguretat).
- Resistència per fust Capa C 0,30 Kp/cm² (Abans de Coeficient de seguretat).

En funció del terreny que ens apareix i d'acord amb la duresa del terreny, s'opta per la realització d'un mur pantalla discontinu a base de pilots a rotació del tipus CPI-8 de diàmetre 42 cm, donat que mitjançant el tradicional sistema de murs pantalla no es pot garantir l'encastament precís per aconseguir l'excavació desitjada, a més de presentar perills d'estabilitat temporal de les cares de la perforació. Així, amb el sistema de pilots es garanteix assolir les cotes previstes de perforació.

S'ha realitzat un predimensionament dels pilots amb un diàmetre nominal de 420 mm que arribaran fins a la cota -15,50 m. o -14,00 segons seccions, amb una profunditat d'encastament de 3,5 m.

Els pilots estaran separats entre si 70 cm.

Com s'ha apuntat amb anterioritat, s'ha dividit l'obra en seccions tal i com es pot observar detalladament en el plànol n. 03 de FONAMENTACIÓ, i que tot seguit detallarem a la Memòria de Càlcul.



6.5.3.2 Mètode de càlcul

Per a l'obtenció de les sol·licitacions i dimensionat dels elements estructurals, s'ha disposat del programa informàtic que s'ha descrit al capítol 4 i 5. A l'**annex C** es mostren els fulls de càlcul obtinguts per a cada una de les seccions.

Secció IA: Mur de pilots de 13 m. de profunditat mesurats des de plataforma de treball (cota -1,00 m). Aquesta secció per empentes de terres necessita la presència de dos nivells d'ancoratges temporals per garantir la seva estabilitat.

Secció IB: Mur de pilots de 11,50 m. de profunditat mesurats des de plataforma de treball (cota -4,00 m) degut a la presència d'una planta sòtan de l'edifici col·lindant de PB+IV. Aquesta secció per empentes de terres necessita de la presència de dos nivells d'ancoratges temporals per garantir la seva estabilitat.

Secció II: Mur de pilots de 10,50 m. de profunditat mesurats des de plataforma de treball (cota -4,00 m). Aquesta secció per empentes de terres necessita de la presència de dos nivells d'ancoratges temporals per garantir la seva estabilitat.

Secció IIE: Mur de pilots de 8,70 m. de profunditat mesurats des de cota -6,80 i realitzats des de plataforma de treball (cota -4,00 m.). Aquesta secció per empentes de terres necessita de la presència d'un nivell d'ancoratges temporals per garantir la seva estabilitat.

Secció IIM: Mur de micropilots per a la subjecció de les escales de l'edifici, de Ø200mm i de 11,50 m. de profunditat mesurats des de plataforma de treball (cota -4,00 m). Aquesta secció per empentes de terres necessita de la presència de dos nivells d'ancoratges temporals per garantir la seva estabilitat.

Secció III: Mur de pilots de 13 m. de profunditat mesurats des de plataforma de treball (cota -1,00 m). Aquesta secció per empentes de terres necessita la presència de dos nivells d'ancoratges temporals per garantir la seva estabilitat.

A continuació s'ha dimensionat l'armat i els ancoratges, segons seccions.



6.5.3.3 Càlcul de l'armat

El programa de càlcul ens subministra la distribució dels valors de moment flector i d'esforç tallant per cada 0,5 m de mur, tot dibuixant les seves respectives distribucions. El mateix programa subministra els valors de tensió de l'ancoratge i el valor d'esforç al nivell de l'excavació.

A continuació realitzarem l'armat a flexió del mur pantalla discontinu a partir del valor de moment flector màxim i la separació entre pilots.

Per a les seccions I i II armarem els pilots amb un armat mínim que consisteix en 6 Ø16 mm i estreps Ø10 cada 15 cm.

Per a la secció III tenim:

Mom. Flec. Màx = 9,41 m.t /ml

Mom. Flector per pilot = 9,41 m.t. x 0,70 m = 6,59 m.t.

Amb aquest valor de moment flector per pilot, per una secció circular de diàmetre 0,42 m executada amb formigó de resistència característica HA-25 i armada amb acer B 500SD, obtindrem, aplicant les formules de flexió simple, una capacitat mecànica que cobrirem amb un armat longitudinal de 8 barres Ø 16mm.

Per a l'obtenció d'aquest armat es fa servir un full d'excel on es calcula la capacitat mecànica necessària a partir del diàmetre del pilot, la capacitat de resistència del formigó i el moment que cal cobrir.

$$m = \frac{1,6 \cdot M}{Area \cdot D \cdot \frac{f_{ck}}{1,5}}$$

$$\Omega = 2,62 \cdot m \cdot (1 + m)$$

$$\text{Capacitat mecànica: } U(t) = \Omega \cdot \text{Àrea} \cdot (f_{ck}/1,5)$$

$$\text{Secció equivalent: } A \text{ (cm}^2\text{)} = U(t) / (f_{yk}/1,5)$$



En quant a l'esforç tallant, amb una disposició d'estreps de diàmetre 10 cada 15 cm, cobrim àmpliament l'esforç tallant resultant a totes les seccions.

Mur de micropilots

Per a la secció IIM s'ha projectat una pantalla de micropilots amb separació entre eixos de 33 cm., constituïda per micropilots de Ø 200mm. El micropilot s'omplirà amb beurada de ciment de dosificació mínima 800 kg/m³, i relació aigua/ciment A/C ≤ 0.5 i s'armaran en tota la seva longitud amb una barra d'acer Ø114.3 mm i 9 mm d'espessor. Aquesta secció és capaç d'aguantar un moment de 2,73 m·t per micropilot, és a dir, 2,73 / 0,33 = 8,27 m·t per metre lineal de mur.

Els valors d'empentes horitzontals, seran absorbits pel nivell pels ancoratges projectats. El dimensionat dels ancoratges temporals per la tensió de càlcul es realitzarà a l'apartat següent.

Càlcul dels ancoratges temporals

La tensió de tesat d'aquests ancoratges resultarà de multiplicar l'esforç obtingut a cada secció per l'ample al qual s'han distanciat. Per a totes les seccions i nivells resulten ancoratges de 30 t.

Els ancoratges es componen d'una part lliure o d'elongació, i d'una part activa o bulb (veure **annex B**).

El càlcul de la part lliure s'ha fet geomètricament, traçant una recta que passi pel peu de la pantalla amb un angle de 45° respecte l'horitzontal, decalant-la el 15 per cent de l'alçada del mur i que talli a la línia de l'ancoratge.

En quant a la longitud del bulb, pel seu càlcul utilitzarem l'expressió:

$$\text{Long} = (\text{Tensió} \times \gamma_{\text{seg}}) / (\pi \times \text{Ø}_{\text{perf}} \times \sigma_{\text{terreny-bulb}})$$



a on γ_{seg} és el coeficient de majoració de càrrega, \varnothing_{perf} és el diàmetre de perforació (majorat) i $\sigma_{terreny-bulb}$ és la tensió de fregament entre el bulb i el terreny.

A partir d'aquestes expressions i mitjançant un programa d'excel es calculen les longituds dels ancoratges (veure annex 3) per a cada secció.

La longitud de cada un d'aquests ancoratges resten detallats al plànol de planta n. 3 de l'annex 5.

6.5.4 Característiques dels materials a utilitzar

Els materials a utilitzar així com les característiques definitòries dels mateixos, nivells de control previstos, així com els coeficients de seguretat, s'indiquen en el següent quadre:

Formigó armat

- Formigons

	Pantalles de pilots	Biga de coronament
Resistència característica als 28 dies: fck (N/mm ²)	25	25
Tipus de ciment (RC-93)	CEM I 32,5R	CEM I 32,5R
Quantitat màxima/mínima de ciment (Kp/m ³)	400/275	400/275
Tamany màxim de l'àrid (mm)	12	20
Tipus d'ambient (agressivitat)	IIa	IIa
Consistència del formigó	Fluida	Tova
Assentament Con d'Abrams (cm)	10 a 15	6 a 9
Sistema de compactació	-	Vibrat
Nivell de control previst	Normal	Normal



Coefficient de minoració	1.5	1.5
Resistència de càlcul del formigó: fcd (N/mm ²)	16.66	16.66

- Acer en barres

	Fonaments
Designació	B-500-S
Límit Elàstic (N/mm ²)	500
Nivell de Control Previst	Normal
Coefficient de minoració	1.15
Resistència de càlcul de l'acer (barres): fyd (N/mm ²)	434.78

Execució

	Tota l'obra
A. Nivell de Control Previst	Normal
B. Coeficient de Majoració de les accions desfavorables	15/1.6
Permanents/Variables	1.5/1.6



6.5.5 Assaigs a realitzar

Formigó Armat. D'acord als nivells de control previstos, es realitzaran els assaigs pertinents dels materials, acer i formigó segons s'indica a la norma Cap. XV art. 82 i següents [8].

Assentaments admissibles

Assentaments admissibles dels fonaments. D'acord a la norma NBE-AE-88, capítol VIII [5], i en funció dels tipus de terreny, característiques de l'edifici, es considera acceptable un assentament màxim de 2.5 cm.



Conclusions

Inicialment el dimensionament dels murs es realitzava a partir de la resultant d'empentes i del seu punt d'aplicació per a poder aplicar les equacions de l'estàtica. D'aquesta manera van néixer una sèrie de teories de ruptura, com la de COULOMB (1776), que considerava la formació de possibles cunyes rectes rígides i obtenia, per derivació gràfica, el valor màxim d'empenta sobre el mur; i la de RANKINE (1857), que estudiava l'equilibri d'un prisma elemental de terreny i mitjançant l'aplicació del principi de tensions conjugades obtenia el valor de l'empenta total.

Fa tan sols uns 80 anys només es coneixien dos mètodes de càlcul que cobrien tots els casos possibles, es tracta del mètode de suport lliure, atribuït a KREY (1926) es refereix als casos en que la longitud d'encastament, és a dir la longitud de pantalla que està enterrada, és lo suficientment reduïda com per a permetre una certa llibertat de moviments a la pantalla en la zona encastada, mentre que el mètode de suport fix suposa l'existència d'un encastament bastant més fort que obliga a la pantalla a adoptar una deformada amb un punt d'inflexió. BLUM al 1931 va donar una sèrie de regles que permeten simplificar el mètode de càlcul de forma molt important. Aquests dos mètodes encara avui dia són utilitzats tot i de tenir quasi 80 anys d'antiguitat.

A partir d'aquí, aquests mètodes pateixen el que en podríem dir una sèrie d'aportacions realitzades per TSCHEBOTARIOFF, ROWE (1952), que proposa una reducció en els moments sobre la pantalla després de realitzar una sèrie d'assajos en models reduïts, o TERZAGHI (1954) que senyala la influència de les deformacions en la distribució de les empentes.

En el capítol 4 s'ha descrit el programa utilitzat per al càlcul de les pantalles. Aquest programa avalua les empentes que el terreny exerceix sobre el mur pantalla i obté amb axó els diagrames d'esforços (moments i tallants) resultants sobre el mur, així com les reaccions en els elements d'apuntament com poden ser els ancoratges o puntals.

En el capítol 5 s'ha pogut comprovar i concloure que l'ús del Visual Basic per Aplicacions ha resolt de manera satisfactòria tots els càlculs necessaris per la programació dels mètodes de càlcul de pantalles.



En els punt relacionats a continuació es resumeixen les conclusions derivades de l'estudi dels murs pantalles a un aparcament al centre de Barcelona.

- Cal realitzar un estudi exhaustiu de l'Estudi Geotècnic per tal de tenir una idea molt clara del tipus de terreny sobre el que s'executarà la fonamentació i adoptar els paràmetres que aquest indica. Aquest serà el principal punt que ens determinarà el tipus de pantalla que es pot utilitzar. La decisió definitiva dependrà també d'altres paràmetres com la presència d'aigua, el import econòmic, el procediment constructiu i la facilitat d'execució, la duració de les obres, o inclús l'experiència acumulada de l'enginyer.
- L'estudi de les pantalles considerant diferents valors per a la cohesió mostra que petites variacions d'aquest paràmetre comporten variacions elevades en els moments màxims i en la longitud de la clava, per el que un error en la seva determinació pot tenir grans conseqüències en l'estabilitat de les pantalles.
- L'aplicació de factors de seguretat en les pantalles mostra que el factor de seguretat que afecta als paràmetres geotècnics del terreny introdueix majors moments màxims i majors longituds de clava.
- Sempre i quant s'apliqui el mètode de càlcul simplificat en el disseny de pantalles en voladís, serà necessari un augment de la longitud de la clava en un 20%.
- El moment màxim que s'obté a la pantalla si es consideren les etapes constructives pot superar en un 100% al valor del moment màxim obtingut a la fase definitiva. Per lo que es fa necessari la comprovació de cada una de les etapes constructives.
- En el cas de tenir un sol ancoratge, es comprova que la posició òptima d'aquest es troba molt pròxima a la meitat de l'alçada de l'excavació. Aquesta localització és independent de l'angle de fregament i de l'alçada d'excavació considerada. En el cas de tenir varis ancoratges, la posició òptima del segon ancoratge és la que defineix el menor moment màxim sobre la pantalla. S'observa també que la presència de nivell freàtic o sobrecàrregues en el trasdós de la pantalla no modifica la posició òptima de l'ancoratge.



- La posició òptima dels ancoratges pot variar en funció del paràmetre de disseny que s'escollí: el moment màxim generat sobre la pantalla, la distribució dels moments flectors o la consideració de les diferents etapes constructives. Cal dir que la distribució òptima dels moments flectors sobre la pantalla no té perquè coincidir amb la distribució que proporciona el menor moment màxim.



Bibliografía

Referències bibliogràfiques

- [1] TERZAGHI, K. i PECK. R.B. (1954) *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*, El Ateneo S.A.
- [2] JIMÉNEZ SALAS, J.A. I DE JUSTO ALPAÑÉS, J.L. (1975). *Geotécnia y Cimientos II: mecánica del suelo y las rocas*. Rueda. Madrid.
- [3] JIMÉNEZ SALAS, J.A. I DE JUSTO ALPAÑÉS, J.L. (1975). *Geotécnia y Cimientos III: cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la Geotécnia*. Rueda. Madrid.
- [4] MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. NBE-AE-88 *Norma Básica de la Edificación*.
- [5] NTE. *Acondicionamiento del terreno. Cimentaciones*.
- [6] GONZÁLEZ, C.M. (2001). *El terreno*.
- [7] EHE 99
- [8] CALAVERA, J. *Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón Armado para edificios*. Tomo II. Intemac (1985).
- [9] CALAVERA, J. *Cálculo de estructuras de Cimentación*. Intemac. (2000)
- [10] MAZARIEGOS, A., *Curso de proyecto y construcción de cimentaciones profundas*. Escuela Universitaria de Ingeniería de Obras Públicas. UPM
- [11] BLUM, H. *Einspannungsverhaeltnisse bei bohlwerkwn*, W. Ernst and Sohn, Berlín.
- [12] RANKINE, W.J.M. *On establiity of loose earth*, Trans. Royal Soc. London, Vol. 147.
- [13] ROWE, P.W. *Anchored sheet-pile walls*, Proc. Inst.Civ. Engrs., London, Vol I.



Bibliografia complementària

- [14] Autors varis. *La EHE comentada por sus autores*. Editorial Leinfor
- [15] Junta de Residuos de la Generalitat de Catalunya [<http://www.junres.es>, 10 d'octubre de 2005].
- [16] RODRÍGUEZ ORTIZ, J.M. I SERRA GESTA, J., OTEO MAZO, C.: *Curso aplicado de cimentaciones*. Editorial COAM.
- [17] COSTET, J. I SANGLERAT, G. (1975). *Curso práctico de mecánica de suelos*. Omega S.A. Barcelona.
- [18] *Construcción sostenible*, [<http://www.apabcn.es>, 10 d'octubre de 2005].





ANNEXES



Sumari

RESUM	1
SUMARI	3
1. INTRODUCCIÓ	7
Objectius del projecte.....	7
Abast del projecte.....	8
2. ANTECEDENTS	9
Introducció. Tipologia de pantalles	9
Pantalles de pilots	10
2.1.1. Tipologia de pilots per a pantalles	11
2.1.2. Arriostrament de pantalles de pilots	12
2.1.3. Terminacions de pantalles de pilots.....	13
3. ACCIONS A LES PANTALLES	15
Introducció	15
Anàlisi del càlcul d'empentes en pantalles	16
3.1.1. Influència dels moviments pantalla - terreny en les empentes	17
Mètodes de càlcul.....	19
3.1.2. Pantalla en voladís	19
3.1.3. Pantalles amb un ancoratge	26
3.1.4. Pantalles amb més d'un nivell d'ancoratges.....	35
3.1.5. Efecte de les sobrecàrregues	36
3.1.6. Efecte de la pressió d'aigua i de la filtració	37
4. PROGRAMA INFORMÀTIC DE CàLCUL DE PANTALLES	39
Introducció	39
Característiques del programa	39
Descripció del mòduls principals del programa	40
Sortida de resultats	48
5. VERIFICACIÓ DELS CàLCULS	50
Introducció	50
Pantalla en voladís	50
Pantalla amb un ancoratge calculada amb suport lliure.....	54
Pantalla amb un ancoratge calculada amb suport fix.....	56



6. APLICACIÓ SOBRE UN APARCAMENT SITUAT AL CENTRE DE BARCELONA	60
6.1 Antecedents.....	60
6.1.1. Objecte	60
6.1.2. Situació.....	60
6.1.3. Configuració del solar.....	60
6.1.4. Condicions urbanístiques del solar	60
6.1.5. Paràmetres específics de la zona.	60
6.2 Estudi geotècnic.....	62
6.3 Bases de disseny.....	64
6.4 Fases de disseny	66
6.5 Memòria de càlcul.....	67
6.5.1 Disseny i càlcul de les fonamentacions.....	67
6.5.2 Capacitat de càrrega del pilotatge.....	67
6.5.3 Justificació de la solució adoptada.....	70
6.5.4 Característiques dels materials a utilitzar	75
6.5.5 Assaigs a realitzar	77
CONCLUSIONS	79
BIBLIOGRAFIA	82
Referències bibliogràfiques	82
Bibliografia complementària	83
ANNEXES	85
SUMARI	86
A. TIPOLOGIA DE PILOTS PER A PANTALLES	89
A.1 Pilots perforats en terreny estable	89
A.2 Pilots amb entubació recuperable	90
A.3 Pilots amb llots estabilitzadors.....	91
A.4 Pilots amb barrena contínua	91
B. ANCORATGES	93
B.1 Definició i tipologia.....	93
B.2 Especificacions de disseny.....	94
B.3 Resistència última dels tirants.....	96
B.4 Disseny d'ancoratges en pantalles.....	97
6.5.6 B.4.1 Dimensionament de la longitud de bulb.....	98



6.5.7	B.4.2	Determinació de la longitud lliure.....	99
6.5.8	B.4.3	Dimensionament de la secció d'acer.....	100
B.5		Adherència acer - beurada.....	100
B.6		Ancoratges en roca.....	101
B.7		Ancoratges en terrenys granulars.....	103
B.8		Ancoratges en terrenys cohesius.....	104
B.9		Els ancoratges segons el CTE.....	104
6.5.9	B.9.1	Accions a considerar.....	105
6.5.10	B.9.2	Anàlisi dels estats límits.....	106
C.		LLISTATS DE CàLCUL	111
C.1		Secció IA.....	112
C.2		Secció IB.....	115
C.3		Secció II.....	118
C.5		Secció IIE.....	121
C.6		Secció III.....	124
D.		PRESSUPOST	127
D.1		Amidaments.....	127
6.5.11	D.1.1	Amidaments mur de pilots.....	127
6.5.12	D.1.2	Amidament ancoratges.....	127
6.5.13	D.1.3	Amidaments mur de micropilots.....	128
D.2		Pressupost aproximat.....	128
E.		PLEC DE CONDICIONS	131
E.1		Condicions generals.....	131
E.2		Condicions particulars per a pilots.....	132
E.3		Condicions particulars per ancoratges / micropilots.....	132
E.4		Plec de Condicions Tècniques.....	133
F.		EL IMPACTE AMBIENTAL DELS EDIFICIS	155
F.1		Introducció.....	155
F.2		Els materials.....	156
F.3		Gestió de residus.....	161
		BIBLIOGRAFIA	168



A. Tipologia de pilots per a pantalles

A.1 Pilots perforats en terreny estable

Consisteix en perforar amb una barrina o hèlix el terreny estable gràcies a la seva cohesió interna i angle de fregament. Un cop acabada la perforació s'introdueix l'armadura en tota la longitud del pilot i es deixa en suspensió i centrada en la perforació i per tant no pot assegurar-se el recobriment que exigeix la normativa tant lateral com inferior. Les barres i els cercols deuen constituir una gàbia lo més rígida possible que evitin que aquesta es doblegui o es desfasi. El formigó es col·loca en el pilot amb un tub que s'anomena tub tremie que s'introdueix fins al fons: aquest tub té com a missió evitar la segregació del formigó. Durant el formigonat el tub tremie no s'ha de treure mai de la massa del formigó fresc i el formigonat ha de ser un procés continu; és a dir, si el pilot requereix una gran quantitat de formigó i per tant necessita més de una formigonera, el temps transcorregut entre formigoneres ha de ser lo suficientment petit com per a que el formigó ja decantat iniciï el fraguat. La treballabilitat del formigó ha de ser fluida o líquida, s'ha de tenir en compte que el formigó ha d'introduir-se per el tub de formigonat, i si la consistència fos seca o tova és probable que el formigó s'encalli en el tub. Normalment aquest tipus de pilots s'executen en terrenys en els que no existeix aigua. És habitual que la presència de nivell freàtic desestabilitzi el terreny i sigui necessari recórrer a un altre tipologia de pilots.

Aquesta tipologia de pilots és la millor per a qualsevol obra per els següents motius: és fàcil de fer; és ràpid; i per tant econòmic; pots controlar la verticalitat durant la perforació i corregir-la si és necessari; es pot introduir l'armadura en tota la longitud del pilot; es pot perforar qualsevol terreny per molt dur que estigui (inclòs fonaments soterrats tan freqüents en obres d'edificació a l'interior de les ciutats). El rang de diàmetres utilitzats depèn de la màquina perforadora, per obres d'edificació (màquines petites) aquest rang oscil·la entre 450mm i 1000mm. Per obres civils existeixen màquines que poden arribar a perforar pilots de fins a 3 metres de diàmetre.

En edificació a l'interior de les ciutats i entre mitgeres a vegades es requereix un sistema que s'enganxi al màxim a les mitgeres utilitzant pilots de 450 o 550 mm, pràcticament tangents a la paret de forma que l'espai perdut per els sòtans sigui mínim.



Els rendiments mitjos que es poden aconseguir són alts. Si el terreny és sorrenc - argilós, de 250 a 300 ml/dia i no existeixen limitacions d'espai per el moviment de la maquinària.

A continuació es descriuen les diferents tipologies que s'utilitzen quan el terreny és inestable. L'elecció d'un tipus o d'un altre depèn principalment de la profunditat a la que apareix la capa de terreny inestable i de la potència de dita capa.

A.2 Pilots amb entubació recuperable

Pilots amb entubació recuperable consisteix en introduir un tub metàl·lic (anomenat també camisa) que subjecti les parets inestables de la perforació. La longitud de la camisa ha de cobrir la capa inestable i encastar en la capa estable, i continuar amb la perforació a la capa estable fins assolir la profunditat de càlcul. Existeixen dos modalitats d'encamisats: els encamisats de peça única i els encamisats a trams amb empalmes. Aquesta distinció és important ja que els rendiments assolits amb els primers són en general molt superiors als aconseguits amb els encamisats amb empalmes.

Els més utilitzats en edificació són els encamisats de peça única. El procés general d'execució és el següent: s'introdueix la camisa amb la màquina perforadora fins esgotar el par de la maquinària; a continuació es perfora per l'interior de la camisa, de forma que eliminem part del terreny que exerceix el fregament interior. Si la camisa no s'ha introduït totalment tornem a pressionar (amb un esforç torçor) fins a que estigui totalment introduïda i s'assoleixi la capa estable, a partir de la qual es continua perforant fins aconseguir la profunditat de càlcul. A continuació s'introdueix l'armadura deixant-la en suspensió fins que s'acabi de formigonar, per l'interior de l'armadura s'introdueix el tub tremie, formigonat fins una cota superior a la cota final de formigonat (part d'aquest formigó en excés ocuparà l'espai deixat per l'entubació quan aquesta es retiri). A continuació s'extreu el tub suaument, procurant així no arrossegar el formigó i l'armadura cap amunt.

Els rendiments d'execució d'aquests pilots depèn de la longitud de la camisa i de la potència de la capa inestable, com per exemple es pot dir que per pilots amb camises de



6 metres de longitud i 550mm de diàmetre i sense problemes d'espai es pot obtenir de 100 a 150 metres diaris.

Els pilots encamisats amb trams empalmables s'utilitzen normalment en obra civil, és a dir amb pilots de diàmetre superior a 850 mm, consistent en introduir la camisa per trams empalmables. La longitud de la camisa ja no està limitada per la màquina perforadora. Els empalmes d'aquestes camises són cargolats, el que afecta en el rendiment disminuint-lo considerablement. Les camises utilitzades tenen un gruix major donat que aquestes suporten majors esforços de torsors. El terreny en aquest tipus de pilot no és tan determinant doncs es pot introduir la camisa de la longitud que sigui necessària només empalmant trams.

A.3 Pilots amb llots estabilitzadors

Consisteix en contenir les parets del terreny amb llot mentre es perfora. Normalment s'executa en terrenys en els que la capa inestable està en el fons de la perforació (i executar-ho amb camises pot ser molt costós perquè s'hagi d'introduir la camisa a tota la longitud) o tota la perforació és inestable. Aquest llot té una densitat superior a la de l'aigua, i s'aboca a mesura que es perfora el pilot, de forma que s'estableix una pressió hidrostàtica superior a l'interior de la perforació que impedeix que les parets del terreny s'esllavissin. Aquest tipus de terreny no es pot perforar amb hèlix o barrina ja que el detritus desfet i impregnat de llot s'esllavissa per la hèlix. Per extreure el terreny perforat s'utilitza el bucket (figura adjunta).

Quan s'executen pilots amb llots s'introdueix una camisa curta de 3 o 4 metres a la part superior (també anomenada embocadura(="emboquillado"). L'abocament del llot ha de realitzar-se contínuament durant la perforació, i el nivell de llot no ha de sobrepassar la cota inferior de l'embocadura.

A.4 Pilots amb barrena contínua

Consisteix en introduir una barrina buida per rotació en el terreny d'igual longitud que el pilot. Durant la perforació no s'extreu el terreny. Un cop assolida la profunditat de projecte



s'introdueix el formigó per l'interior de la barrina amb una bomba, el formigó substitueix a la barrina i al terreny de forma que el pilot mai està buit. Acabat el formigonat s'introdueix l'armat que s'ha de clavar literalment en el formigó.

Aquest mètode té certes limitacions: al utilitzar-se una barrina buida, la capacitat d'empenta vertical normalment és suficient quan el terreny és tou o solt, però insuficient si apareix una fonamentació antiga o un substrat molt compacte; en terrenys amb estrats inclinats i de diferent compacitat relativa és molt probable que la barrina es desviï seguint els estrats més tous (això és un inconvenient si els pilots són per a pantalles, ja que en aquest cas la verticalitat ha de ser màxima); clavar una armadura de més de 6 metres en una massa de formigó és difícil doncs aquesta sol ser una estructura molt flexible; és necessari recordar que la longitud de l'armat per a pilots de pantalla ha de ser tota la longitud del pilot, doncs aquest està sotmès a les flexions de l'empenta del terreny.

Els diàmetres emprats oscil·len entre 350 mm a 850 mm. Aquest mètode d'execució és bo quan el terreny és tou o poc compacte, quan és uniforme i la longitud de l'armat a introduir no és excessiva. Els rendiments depenen de la compacitat del terreny però poden obtenir-se rendiments de 300 metres diaris en pilots de 350 mm a 550 mm sense problemes d'espai per al moviment de la maquinària.



B. ANCORATGES

B.1 Definició i tipologia

La utilització d'ancoratges en el terreny, tant si són de tipus permanent o temporals, suposen una apropiada solució tècnica amb importants avantatges econòmiques i de reducció en el termini d'execució de l'obra.

Es denominen tirants ancorats o ancoratges als elements de subjecció d'estructures al terreny, destinats a col·laborar en l'estabilitat del conjunt terreny - estructura. Els ancoratges són elements estructurals que treballen a reacció i que s'utilitzen per estabilitzar l'equilibri de les pantalles, sobretot quan la profunditat requerida de l'excavació sigui molt gran de manera que els moments màxims que s'obtenen a la pantalla autoportant la fessin irrealitzable i/o antieconòmica. Per una part, eliminen en el interior de l'excavació els obstacles que representen els puntals, i per l'altre ofereixen una gran seguretat ja que estan tensats i per tant assajats abans d'actuar com a elements estabilitzadors.

Els ancoratges es construeixen a mesura que es profunditza l'excavació. Entre el moment del seu ancorament i el del seu tensionat, precisen d'un cert temps de fraguat i enduriment de la beurada.

Una primera classificació dels ancoratges podria obtenir-se considerant la seva forma d'actuar. D'aquesta manera es poden distingir els següent tipus.

- Passius: són aquells que entren en tracció per sí sols quan entren en acció les càrregues o les forces exteriors, i s'oposen al moviment del terreny i de l'estructura (per a grans deformacions).
- Actius: generalment pretensats; un cop instal·lats es pretensa l'armadura fins a arribar a la seva càrrega admissible que comprimeix el terreny entre l'ancoratge i l'estructura. Quan actua la força exterior es produeix una descompressió del terreny a la part posterior del bulb de l'ancoratge però no s'ha de moure el cap de l'ancoratge fins que es sobrepassi l'esforç del pretensat.



- Mixtes: és un cas entremig als anteriors; es pretensa amb una càrrega inferior a la seva càrrega admissible, restant una part d'aquesta per poder fer front a moviments imprevistos.

Segons el tipus de servei al que estiguin destinats es distingeixen:

- Ancoratges provisionals
- Ancoratges permanents

Un ancoratge es considera permanent quan es preveu una vida útil de servei superior a dos anys. En ocasions s'utilitzaran caps a l'ancoratge que permeten el retensat i la comprovació periòdica de la càrrega de servei. Si pel contrari i en la majoria dels casos, l'ancoratge és necessari únicament a les fases constructives de l'obra, es considera l'ancoratge com a temporal.

B.2 Especificacions de disseny

Els tirants dels ancoratges són elements que treballen fonamentalment a tracció. Es disposen de manera que subjectin o anclin per un extrem al terreny, a certa profunditat, i per l'altre es fixin a l'element estructural, darrera la pantalla, placa o mur.

Els ancoratges estan constituïts, en general, per armadures metàl·liques que es col·loquen en perforacions en el terreny, o en el fons del qual es subjecten o anclen per mitjà d'injeccions o dispositius mecànics expansius, fixant-se després l'extrem exterior a l'estructura, l'estabilitat de la qual es pretén millorar, o a plaques que es recolzen directament sobre la superfície del terreny.

En un ancoratge injectat directament al terreny es poden distingir tres parts (figura B.1): la zona d'ancorat, la zona lliure i el cap i la placa de recolzament. La zona lliure es sol protegir amb una beina de plàstic o metàl·lica farcida amb materials sintètics o injeccions especials. Les injeccions solen ser de beurada denses amb additius expansius per evitar la retracció, s'apliquen a pressions suficients per iniciar la ruptura del terreny i reomplir totalment les esquerdes i el bulb previst.



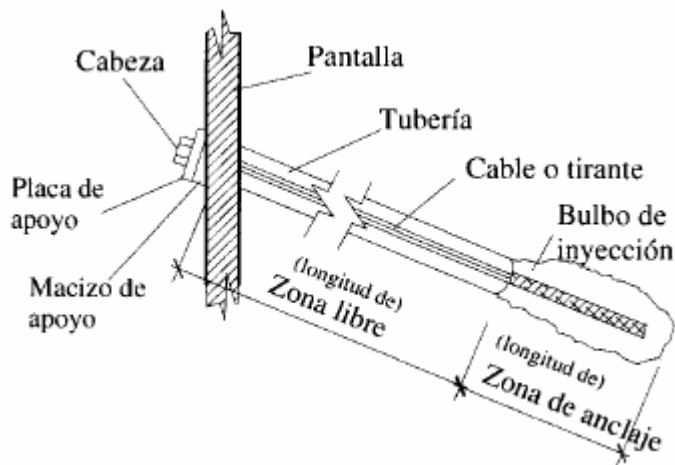


Fig. B.1. Parts d'un ancoratge.

Per assegurar el correcte funcionament de l'ancoratge es deuen efectuar les següents comprovacions a ruptura:

- La resistència del terreny determina la longitud de la zona d'ancorat o injecció (longitud de bulb). El seu càlcul és anàleg al de la longitud d'un pilot, quan es suma la resistència per punta i la de fust i es té en compte el diàmetre eficaç de la zona injectada. El coeficient de seguretat cal que sigui superior a 3.
- Es comprovarà s'estabilitza del conjunt, tantejant els possibles plans de ruptura que passen per el punt mig de la zona d'ancorat, segons ens indica el croquis de la figura B.2.

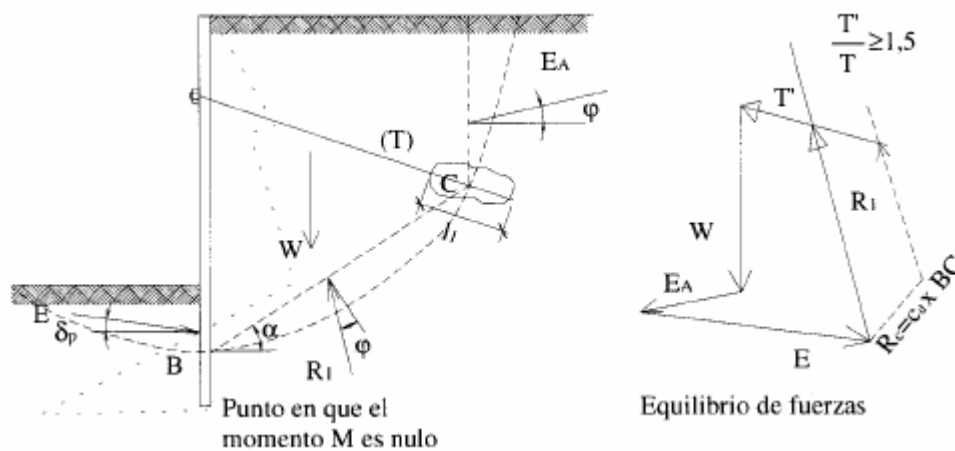


Fig. B.2. Diagrama de forces d'un ancoratge.



- La resistència estructural de l'ancoratge determina la secció d'acer. Es solen admetre tensions de treball de l'ordre del 55% de la tensió de ruptura o del 75% del límit elàstic.

B.3 Resistència última dels tirants

D'acord amb la figura 8bis, la resistència última d'un ancoratge en sorres es

$$P_u = p \cdot d \cdot l \cdot s'_v \cdot K \tan F \quad (\text{Ec. B.1})$$

Essent P_u = resistència última

F = angle de fregament del terreny

s'_v = tensió vertical efectiva mitja (= $\gamma \cdot z$ en sorra solta)

K = coeficient d'empenta

El valor el K serà igual al coeficient de l'empenta al repòs (K_0) si el bulb està injectat a pressió. El límit inferior de K es prendrà igual al coeficient d'empenta activa de Rankine.

$$P_u = p \cdot d \cdot l \cdot c_a \quad (\text{Ec. B.2})$$

En argiles, la resistència última d'un ancoratge es pot aproximar mitjançant l'expressió:

On c_a és l'adherència

El valor de c_a es pot aproximar a $2/3c_u$ (essent c_u la cohesió no drenada). És aconsellable utilitzar un coeficient de seguretat de 1,5 a 2 sobre la resistència última per a obtenir la resistència admissible en cada ancoratge.



B.4 Disseny d'ancoratges en pantalles

El disseny pràctic de la geometria fonamental d'un ancoratge és molt senzill i consisteix en determinar:

- Diàmetre
- Longitud lliure
- Longitud de bulb o longitud adherent

El diàmetre de la perforació es dedueix amb el criteri d'acomodar la barra, o el conjunt de cables, els tubs d'injecció i de purga i els elements separadors de protecció.

A partir de la càrrega de treball de l'ancoratge que s'estableix en el càlcul de l'estabilitat de la pantalla (estabilitat global) la secció d'acer que es necessita dona una primera idea del diàmetre i nombre de cables o barres en el seu cas.

En tot cas, la selecció del diàmetre de la perforació (i per tant del diàmetre nominal del bulb d'ancoratge) no és un punt crític de projecte doncs la longitud de bulb s'adapta al diàmetre escollit quan busquem la resistència a l'ancoratge.

Per les càrregues habituals d'ancoratge que oscil·len normalment entre un mínim de 30 t a 150 t, els diàmetres de perforació que s'utilitzen a la pràctica van de 75 a 175 mm.

La Norma Española de Anclajes [1] ("Recomendaciones para el proyecto, construcción y control de anclajes al terreno HP.8.96. CICCIP"), en quant a la seguretat estableix tres coeficients:

- γ_t : Coeficient de minoració de la resistència al tall límit en el contacte bulb -terreny
- γ_1 : Coeficient de majoració de la càrrega aplicada sobre l'ancoratge
- γ_y : Coeficient de minoració de la tensió de fluència de l'acer

El valor d'aquests factors de seguretat parcials els estableix al Norma en la següent taula segons les categories C1, C2, C3. Aquestes categories es refereixen a ancoratge temporals amb nivells de risc progressivament creixents. Les categories, que també



conté la taula, C4, C5 i C6 es refereixen també al nivell creixent per ancoratges permanents.

	Categoria de l'ancoratge					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Factor de majoració de càrregues, γ_1	1,4	1,5	1,8	1,6	1,8	2,0
Factor de seguretat respecte a la tensió última de transferència, γ_t	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5

6.5.6 B.4.1 Dimensionament de la longitud de bulb

El bulb és la zona encarregada de transmetre la tensió existent en els cables o torons al terreny.

$$Q \cdot \gamma_t = (t / \gamma_t) \cdot A_l \quad (\text{Ec. B.4})$$

Per dimensionar el bulb establim l'equilibri entre la càrrega majorada sobre l'ancoratge ($Q \cdot \gamma_1$) i la resistència minorada de contacte bulb - terreny (t / γ_t), suposant que aquesta última es reparteix de manera uniforme sobre la superfície lateral del bulb; és a dir:

A_l = Àrea lateral del bulb com si fos un cilindre de diàmetre el de la perforació.

$$L_b = \frac{Q \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_t}{\tau \cdot \pi \cdot \Phi} \quad (\text{Ec. B.5})$$

$$A_l = p \cdot F \cdot L_b$$

Substituint i aïllant, la longitud del bulb d'ancoratge serà:



6.5.7 B.4.2 Determinació de la longitud lliure

La longitud lliure es determina per criteris d'estabilitat del conjunt terreny -pantalla; és a dir, el bulb cal que estigui situat per darrera de la corba pèssima d'esllavissament del terreny. Aquesta cunya pot determinar-se manualment mitjançant el mètode gràfic de Kranz.

De forma aproximada pot estimar-se la situació de la corba (recta) pèssima d'esllavissament per Terzaghi [2] i desplaçar després aquesta recta $0.15 H$, essent H la profunditat d'excavació.

Per tant, la longitud de l'ancoratge es calcula tenint en compte que la zona fixa del tendó ha de quedar fora del cercle de trencament del sòl que passa pel peu de la pantalla. Com a predimensionat d'aquest cercle de trencament, es pot utilitzar el pla inclinat que passa pel peu i forma un angle de $45 - \frac{\phi}{2}$ amb la vertical de la pantalla. Sent ϕ l'angle de fregament del sòl. Es realitza aquest càlcul geomètricament de manera que es traça una recta que passi pel peu de la pantalla amb un angle β ($= 45 - \frac{\phi}{2}$) respecte l'horitzontal, decalant-la el 15% de l'alçada del mur i que talli a la línia de l'ancoratge (Figura B.3).

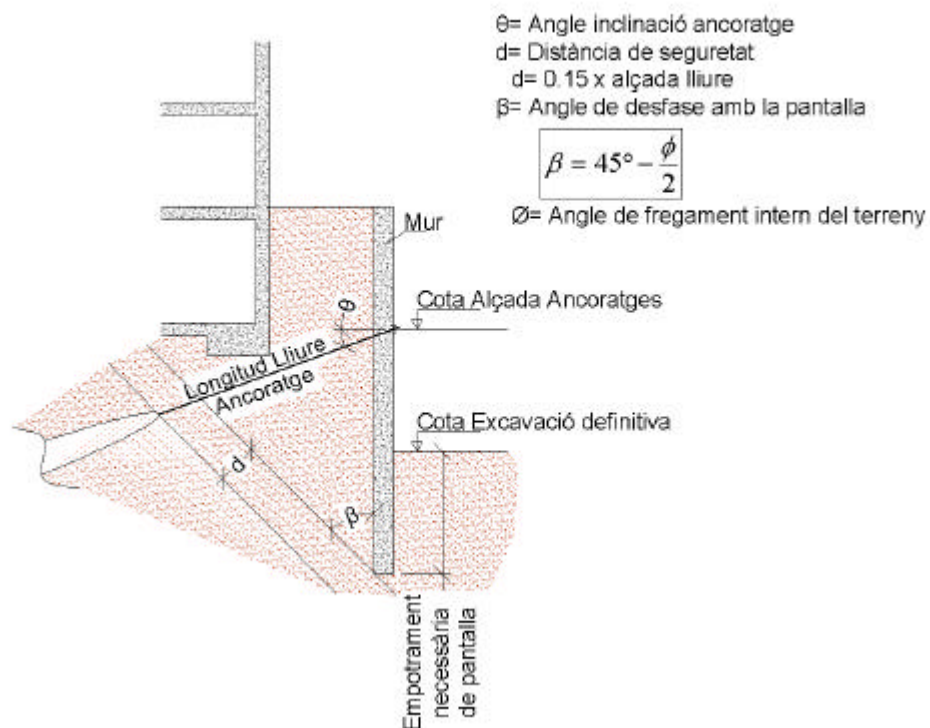


Fig. B.3. Mètode gràfic per a l'obtenció de la longitud lliure d'un ancoratge.



6.5.8 B.4.3 Dimensionament de la secció d'acer

S'efectua a partir del límit elàstic a tracció mitjançant una expressió similar a la següent:

γ_y = Coeficient de minoració de la resistència de l'acer.

$$Q \cdot \gamma_l = \frac{0.9 \cdot f_{ys}}{\gamma_y} \cdot A_{\text{acero}}$$

(Ec. B.6)

Els acers que s'utilitzen en barres d'ancoratges té límits de fluència variables entre 8000 i 11000 kp/cm² (800-1100 Mpa).

Els cables de pretensat, que són els que es fan servir per ancoratges actius, estan realitzats normalment en acer Y 1860 S7. Cada cordò de 0,6" d'aquest tipus, el més utilitzat en ancoratges de pantalles, es capaç de soportar unes 15 t; així un cable de 30 t es compondrà de 2 cordons de 0,6"; un de 45 t, de 3 cordons, etc.

Els límits elàstics d'aquests cables són molt elevats, per sobre dels 18000 kp/cm².

D'acord amb els coeficients de seguretat abans indicats les tensions de treball d'aquest acer no acostuma a superar en servei el 60% del límit elàstic.

B.5 Adherència acer - beurada

Aquesta condició, en la pràctica no acostuma a comprovar-se, es dona per garantida; algunes normes així ho expressen.

Capacitat de contacte bulb -terreny

L'expressió d'equilibri, abans indicada, per determinar la longitud del bulb implica una distribució uniforme de t_u sobre l'àrea lateral del bulb que s'accepta com a valor mig de disseny. Les normes es curen en salut en aquest punt i recomanen que els valors de t_u que senyales es prenguin com a únicament orientatius. És aconsellable reduir-los a l'hora de projecte. En la taula anterior es donen els que contempla la Norma Espanyola.



B.6 Ancoratges en roca

La Norma Espanyola diferencia només entre roca dura i roca tova. A la dura se li assigna una $t_u = 10-25 \text{ kp/cm}^2$ i a la tova $3-10 \text{ kp/cm}^2$.

Es bastant normal prendre com a referència per al valor de t_u la resistència a la

$$t_u = 0,1 \cdot q_u \quad (\text{Ec. B.7})$$

compressió simple. Així una pauta molt estesa es:

q_u = Resistència a compressió simple.

Tipo de Terreno	Resistencia media τ_u al arrancamiento (kN/m ²)
Roca dura (granito, gneiss, calizas, etc.)	1000 - 2500
Roca blanda (margas, esquistos, pizarras, etc.)	300 - 100
Gravas y arenas gruesas	700 - 1000
Arenas finas y medias, arenas limosas y arcillas arenosas	300 - 600
Arcillas de consistencia rígida ($c_v > 200 \text{ kN/m}^2$)	600 - 800
firme ($100 < c_v < 200 \text{ kN/m}^2$)	200 - 600
media ($50 < c_v < 100 \text{ kN/m}^2$)	50 - 200

Taula B.1. Resistència mitja al arrencament segons el tipus de terreny.



La Norma Francesa, molt utilitzada en Espanya, recomana valors publicats per M. Bustamante [3] en funció de la pressió límit de l'assaig presiomètric. Els valors que recomana s'indiquen en les figures següents (Fig. B.4).

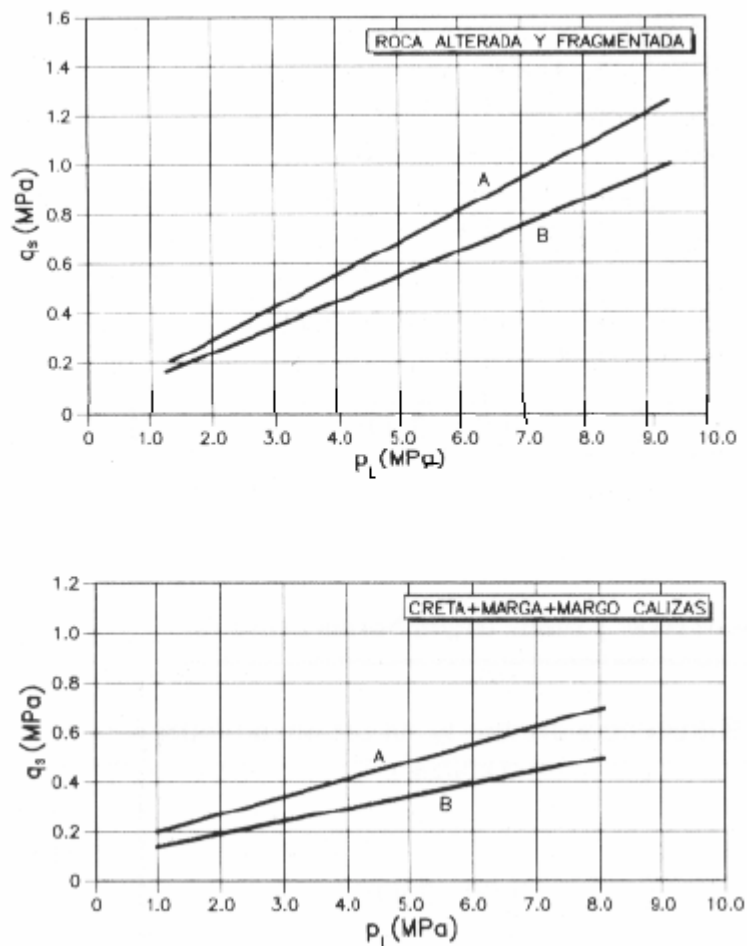


Fig B.4. Resistència a la compressió del terreny segons M. Bustamante.



B.7 Ancoratges en terrenys granulars

A diferència de l'ancoratge en roca, la formació del bulb en sorres i sòls gruixuts permeables implica una forta interacció amb la beurada d'injecció. En terrenys granulars és especialment avantatjós injectar el bulb sota pressió. Amb això s'aconsegueix:

- Incrementar la penetració de la beurada en el terreny de forma que s'incrementa la seva resistència al tall. Aquest efecte es pot tenir en compte de manera alternativa mitjançant un augment del diàmetre nominal del bulb.
- Incrementar, per deformació, el diàmetre nominal del bulb.
- Incrementar les tensions normals i per tant les resistències de fricció.

No és fàcil que les beurades d'injecció habituals puguin penetrar en sorres, excepte si són de gra gruixut o es tracta de gravilla i graves.

La Norma Espanyola distingeix també entre graves i sorres gruixudes per un costat, i sorres fines, llimoses i argiloses per l'altre a partir de la proposta de M. Bustamante que reuneix en un sol gràfic per a la resistència última en funció de p_l (pressiòmetre) o de N (SPT).

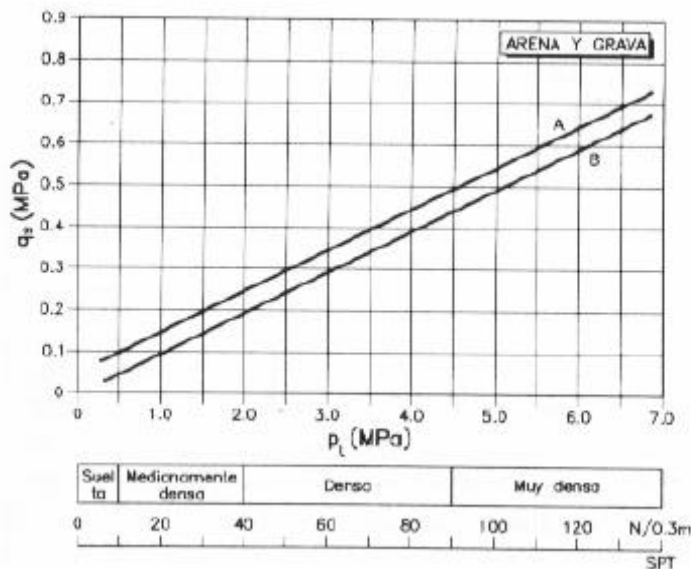


Fig. B.5. Resistència última en sorres i graves (M. Bustamante).



B.8 Ancoratges en terrenys cohesius

En argiles la resistència no drenada és generalment la referència (o l'equivalent, la pressió límit en assaigs pressiomètrics) per definir la tensió última en el bulb d'ancoratge.

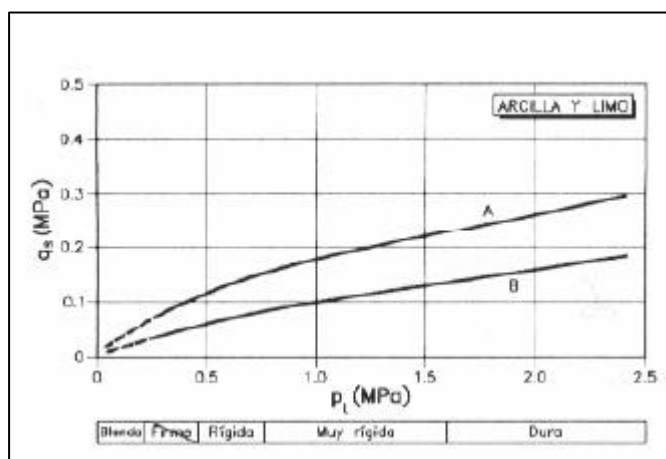


Fig. B.6. Resistència última per argiles i llims (M. Bustamante).

B.9 Els ancoratges segons el CTE.

Les pantalles flexibles de contenció a partir de 5-6 metres d'excavació acostumen a portar algun dels tipus d'arriostament. Donada la seva gran utilització, s'exposen a continuació alguns dels comentaris del CTE [4].

Respecte als ancoratges al terreny, el CTE [5] els hi dedica un epígraf sencer, el "9. Anclajes al terreno"

Comença assenyalant que el que segueix s'aplica tant a ancoratges provisionals com definitius o permanents. Aquests ancoratges al terreny s'utilitzen per:

- Sostenir estructures de contenció



- Estabilitzar laderes, talls d'excavació o galeries.
- Retenir estructures front a la subpressió, ancorant-les a un terreny resistent o roca.

En quant a les **probes da càrrega** en senyala tres:

- Assaig l'acceptació: prova de càrrega in situ per confirmar que cada ancoratge compleixi les especificacions de projecte.
- Assaig d'adequació: també prova de càrrega in situ per confirmar que el tipus d'ancoratge projectat s'adequa a les condicions del terreny existent.
- Assaig d'investigació: altre prova de càrrega in situ que verifica el comportament de l'ancoratge a d'interval de càrregues previstos en servei.

B.9.1 Accions a considerar

Són les corresponents a:

- Totes les fases constructives i les possibles situacions de sol·licitació al llarg de tota la vida de l'obra.
- Tots els possibles casos límit i les seves combinacions.
- La posició del nivell freàtic i les pressions intersticials en aquífers confinats.
- Anàlisi de la possible ruptura de l'ancoratge
- Possibilitat de que les forces de pretensat dels ancoratges sobrepassin a les sol·licitacions de projecte de l'estructura.
- La força de pretensat de l'ancoratge, P , es considera com una acció desfavorable per al projecte de l'ancoratge.
- La resistència característica, $R_{a,k}$, de l'ancoratge es determinarà en base als assaigs d'adequació o a partir de l'experiència contrastable.



$$E_d = \gamma_E \cdot P_N \quad (\text{Eq. B.8})$$

- La resistència de càlcul, $R_{a,d}$, la comprovarem mitjançant assaigs d'acceptació, un cop executats.

L'efecte de les accions sobre l'ancoratge E_d , s'obté per la següent expressió:

essent:

P_N = càrrega nominal de l'ancoratge. És la major de:

- La càrrega estricta obtinguda al calcular l'estabilitat del conjunt pantalla -ancoratge amb els preceptius coeficients de seguretat.
- La càrrega obtinguda, sense majorar, en el càlcul dels estats límit de servei

γ_E = coeficient de majoració amb el valor:

- 1,50 per ancoratges permanents
- 1,20 per ancoratges provisionals

En quant a la placa de repartiment del cap de l'ancoratge cal fer-se suficientment rígida per evitar la seva deformació excessiva. El seu ample serà com a mínim de 20 cm. El seu espessor suficient per que no es deformi al tesar i mai menor de 1 cm. La placa d'ancoratge és especialment important en el cas de pantalla de pilots per sota de la biga de lligat doncs al recolzar en dos perfils ancorats al pilot la seva deformació pot ser important.

B.9.2 Anàlisi dels estats límits

Són tres les comprovacions que s'hauran de realitzar per a l'anàlisi de l'estabilitat d'un ancoratge:

1. Comprovació a tensió admissible
2. Comprovació a l'esllavissament del tirant dins el bulb d'ancoratge.
3. Comprovació de la seguretat front a l'arrencament del bulb



Per comprovar l'estat límit de servei (ELS) de l'estructura ja ancorada es considera cada ancoratge com a una molla la constant de la qual es determina segons les lleis d'Elasticitat a partir de la longitud lliure equivalent de l'ancoratge i les seves característiques geomètriques i mecàniques que es determinen segons l'article 9.9 de la norma UNE-EN 1537.

Comprovació de la tensió admissible del tirant

Comprovació a realitzar: $E_d = R_d$

E_d ja s'ha vist anteriorment i R_d es determina per:

$$R_d = \min\left(\frac{A_T \cdot f_{PK}}{\gamma_{M1}}; \frac{f_{YK}}{\gamma_{M2}}\right) \quad (\text{Eq. B.10})$$

Essent:

A_f = àrea del tirant

F_{pk} = límit de ruptura del tirant

F_{Yk} = límit elàstic de 'acer del tirant

γ_{M1} = en ancoratges provisionals 1,25 i en ancoratges permanents 1,3

γ_{M2} = en ancoratges provisionals 1,10 i en ancoratges permanents 1,15

Comprovació de l'eslleivament del tirant del bulb d'ancoratge

Comprovació a realitzar: $E_d = R_d$

E_d és la mateixa vista. R_d s'obté de:

$$R_d = L_b \cdot P_T \cdot \frac{\tau_{lim}}{\gamma_R} \quad (\text{Eq. B.11})$$



On:

P_T = perímetre nominal del tirant

L_b = longitud del bulb

$$\tau_{lim} = 0.69 \frac{f_{ck}}{22.5}$$

τ_{lim} = adherència límit entre el tirant i la beurada expressada en Mpa.

f_{ck} = resistència característica de la beurada en Mpa.

$\gamma_R = 1,2$

Per a aquesta comprovació, l'excés de longitud de bulb per sobre de 14 m es minorarà per un coeficient de 0,70 a fi de tenir en compte la seva possible ruptura progressiva.

Comprovació de la seguretat davant l'arrancament del bulb

Comprovació a realitzar: $E_d = R_d$

E_d és la vista i R_d :

Essent:

D_N = diàmetre nominal del bulb

A_{adm} = adherència admissible front a l'esllavissament o arrancament del terreny

$\gamma_R = 1,35$

c'_m = cohesió efectiva del terreny en el contacte bulb-terreny, minorada per un coeficient de 1,2.

s' = component normal al bulb de la pressió efectiva vertical excida pel terreny

F = angle de fregament intern del terreny



a_{adm} també es pot obtenir per correlacions empíriques contrastades que tinguin en compte el procediment d'injecció de l'ancoratge.

$$a_{adm} = \frac{(c'_m + \sigma' \operatorname{tg}\Phi')}{\gamma_R} \quad (\text{Eq. B.12})$$

Quadre de capacitats de càrrega d'ancoratges al terreny

Diàmetro	Limite elàstic (en Tn.)	Carga màxima para anclajes provisionales (en Tn.)	Carga màxima para anclajes definitivos (en Tn.)
A) De barra Gewi AEH-500N			
-25 mm	25,0	20	15
-32 mm	41,0	33	25
-40 mm	64,0	51	38,5
B) De barra Dywidag 85/105			
	46,9		28
-26,5 mm	68,4		41
-32,0 mm	86,5		52
-36,0 mm			
Nº de cables			
C) De cable ø 0,6"			
- 3 cables	72	54	43,0
- 4 cables	96	72	57,5
- 5 cables	120	90	72,0
- 6 cables	144	108	86,5
- 7 cables	168	126	101,0
- 9 cables	216	162	130,0
- 12 cables	288	216	173,0





C. Llistats de càlcul

A continuació es presenten els diferents llistats de càlcul per a cada una de les seccions en les que s'ha dividit el solar. Al darrera de cada una s'afegeixen els fulls d'excel de càlcul d'ancoratges per a cada nivell.

Al final d'aquest annex es pot observar el full d'excel de càlcul d'acer.



C.1 Secció IA

PANTALLA CONTINUA: aparcament c/Avenir
 ZONA : secció IA-PB+IV

HIPOTESIS DE CALCULO
 EMP.ACTIVOS= RANKINE
 EMP.PASIVOS= CAQUOT D/FI= 0.000

MINORACION EMP.PASIVOS
 COEF.COHESION= 1.00
 COEF.VALOR KP= 1.00

DATOS DE LAS CAPAS Y EMPUJES ACTIVOS

Capa	Prof. Mts.	Gama T/M3	Fi Grados	Cohesión T/M2	Empujes T/M2
1	0.00 2.00	1.9	23	0	0.000 1.665
2	2.00 6.00	1.9	29	1.8	-0.802 1.835
3	6.00 30.00	2	26	3	0.702 19.444

PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO: 99.00 M

DATOS DEL EDIFICIO

CARGA T/ML	DIST.EJE M	ANCHURA M	PROFUNDIDAD M
15.30	0.50	1.00	1.00

FASE DE EXCAVACION 1

EXCAVACION 5.50 M. APOYOS: 1 AP.FICT.: E.NULO

APOYO	PROFUNDIDAD	MOMENTOS	REACCIONES
1	1.00	-0.42	10.33
2	5.50	0.00	2.79

COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	0.50	0.42	-0.02	0.10
-1.00	1.00	7.54	-0.42	-8.24
-1.50	1.50	7.95	2.74	-4.37
-2.00	2.00	8.37	3.92	-0.29
-2.50	2.50	0.00	4.53	1.08
-3.00	3.00	0.00	4.00	1.08
-3.50	3.50	0.19	3.46	1.10
-4.00	4.00	0.52	2.87	1.28
-4.50	4.50	0.85	2.15	1.62
-5.00	5.00	1.18	1.22	2.12
-5.50	5.50	-4.61	0.00	2.79
-6.00	6.00	-7.01	-0.72	-0.11
-6.34	6.34	-11.43	0.00	-4.21



FASE DE EXCAVACION 2**EXCAVACION 10.00 M. APOYOS: 2 AP.FICT.: E.NULO**

APOYO	PROFUNDIDAD	MOMENTOS	REACCIONES
1	1.00	-0.42	9.36
2	5.50	-4.39	8.63
3	10.00	0.00	5.03

COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	0.50	0.42	-0.02	0.10
-1.00	1.00	7.54	-0.42	-7.27
-1.50	1.50	7.95	2.26	-3.39
-2.00	2.00	8.37	2.94	0.69
-2.50	2.50	0.00	3.07	2.05
-3.00	3.00	0.00	2.04	2.05
-3.50	3.50	0.19	1.02	2.08
-4.00	4.00	0.52	-0.06	2.25
-4.50	4.50	0.85	-1.27	2.59
-5.00	5.00	1.18	-2.68	3.10
-5.50	5.50	1.51	-4.39	-4.86
-6.00	6.00	1.83	-2.16	-4.03
-6.50	6.50	1.09	-0.25	-3.58
-7.00	7.00	1.48	1.38	-2.94
-7.50	7.50	1.87	2.65	-2.10
-8.00	8.00	2.26	3.45	-1.06
-8.50	8.50	2.65	3.68	0.17
-9.00	9.00	3.04	3.25	1.59
-9.50	9.50	3.44	2.05	3.21
-10.00	10.00	-5.78	0.00	5.03
-10.50	10.50	-7.95	-1.70	1.60
-11.00	11.00	-10.12	-1.42	-2.92
-11.31	11.31	-11.47	0.00	-6.27

LONGITUD TEORICA DE LA PANTALLA= 11.31M



RESUMEN DE MOMENTOS FLECTORES

COTAS	PROF.	M.MIN.	TERRENO.....	GRAFICA.....	EXCAVACION	M.MAX.
0.00	0.00	0.00		!		0.00
-0.50	0.50	-0.02		!		0.00
-1.00	1.00	-0.42		!!		0.00
-1.50	1.50	0.00		!	1	2.74
-2.00	2.00	0.00		!	1 1	3.92
-2.50	2.50	0.00		!	1 1	4.53
-3.00	3.00	0.00		!	1 1	4.00
-3.50	3.50	0.00		!	1 1	3.46
-4.00	4.00	-0.06		!	1 1	2.87
-4.50	4.50	-1.27		2	1	2.15
-5.00	5.00	-2.68	2	2	1	1.22
-5.50	5.50	-4.39	2	2	!	0.00
-6.00	6.00	-2.16		2	!	0.00
-6.50	6.50	-0.25		!	!	0.00
-7.00	7.00	0.00		!	2	1.38
-7.50	7.50	0.00		!	2	2.65
-8.00	8.00	0.00		!	2 2	3.45
-8.50	8.50	0.00		!	2 2	3.68
-9.00	9.00	0.00		!	2	3.25
-9.50	9.50	0.00		!	2	2.05
-10.00	10.00	0.00		!	!	0.00
-10.50	10.50	-1.70	2	2	!	0.00
-11.00	11.00	-1.42		2	!	0.00

RESUMEN DE ESFUERZOS CORTANTES

COTAS	PROF.	Q.MIN.	TERRENO.....	GRAFICA.....	EXCAVACION	Q.MAX.
0.00	0.00	0.00		!		0.00
-0.50	0.50	0.00		!		0.10
-1.00	1.00	-8.24	1	!		0.00
-1.50	1.50	-4.37		1	!	0.00
-2.00	2.00	-0.29		!	2	0.69
-2.50	2.50	0.00		!	2	2.05
-3.00	3.00	0.00		!	2	2.05
-3.50	3.50	0.00		!	2	2.08
-4.00	4.00	0.00		!	2	2.25
-4.50	4.50	0.00		!	2	2.59
-5.00	5.00	0.00		!	2	3.10
-5.50	5.50	-4.86	2	2	1	2.79
-6.00	6.00	-4.03		2	!	0.00
-6.50	6.50	-3.58		2	!	0.00
-7.00	7.00	-2.94		2	!	0.00
-7.50	7.50	-2.10		2	!	0.00
-8.00	8.00	-1.06		2	!	0.00
-8.50	8.50	0.00		!	!	0.17
-9.00	9.00	0.00		!	2	1.59
-9.50	9.50	0.00		!	2	3.21
-10.00	10.00	0.00		!	2 2	5.03
-10.50	10.50	0.00		!	2	1.60
-11.00	11.00	-2.92		2	!	0.00



C.2 Secció IB

PANTALLA CONTINUA: aparcament c/Àvenir
ZONA : secció IB

HIPOTESIS DE CALCULO
EMP.ACTIVOS= RANKINE
EMP.PASIVOS= CAQUOT D/FI= 0.000

MINORACION EMP.PASIVOS
COEF.COHESION= 1.00
COEF.VALOR KP= 1.00

DATOS DE LAS CAPAS Y EMPUJES ACTIVOS

Capa	Prof. Mts.	Gama T/M3	Fi Grados	Cohesión T/M2	Empujes T/M2
1	0.00	2.00	1.9	29	1.8
2	2.00	30.00	2	26	3

PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO: 99.00 M

DATOS DEL EDIFICIO

CARGA	DIST.EJE	ANCHURA	PROFUNDIDAD
T/ML	M	M	M
15.30	0.50	1.00	1.00

FASE DE EXCAVACION 1

EXCAVACION 4.00 M. APOYOS: 1 AP.FICT.: LIBRE

APOYO	PROFUNDIDAD	MOMENTOS	REACCIONES
1	0.50	0.00	4.68
2	4.26	0.00	0.00

COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	0.50	0.00	0.00	-4.68
-1.00	1.00	3.85	2.26	-4.02
-1.50	1.50	4.18	3.78	-2.01
-2.00	2.00	4.51	4.25	0.16
-2.50	2.50	4.10	3.75	1.94
-3.00	3.00	0.00	3.06	2.70
-3.50	3.50	0.00	1.71	2.70
-4.00	4.00	-9.60	0.36	2.70
-4.26	4.26	-10.95	0.00	0.00



FASE DE EXCAVACION 2

EXCAVACION 7.40 M. APOYOS: 2 AP.FICT.: LIBRE

APOYO	PROFUNDIDAD	MOMENTOS	REACCIONES
1	0.50	0.00	3.92
2	4.00	-2.28	4.74
3	7.54	0.00	0.00

COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	0.50	0.00	0.00	-3.92
-1.00	1.00	3.85	1.89	-3.27
-1.50	1.50	4.18	3.02	-1.26
-2.00	2.00	4.51	3.12	0.91
-2.50	2.50	4.10	2.24	2.70
-3.00	3.00	0.00	1.17	3.45
-3.50	3.50	0.00	-0.55	3.45
-4.00	4.00	0.00	-2.28	3.45
-4.50	4.50	0.00	-1.63	-1.29
-5.00	5.00	0.08	-0.99	-1.29
-5.50	5.50	0.47	-0.37	-1.15
-6.00	6.00	0.86	0.13	-0.82
-6.50	6.50	1.25	0.42	-0.29
-7.00	7.00	1.64	0.39	0.43
-7.50	7.50	-8.08	0.01	0.36
-7.54	7.54	-8.28	0.00	0.00

LONGITUD TEORICA DE LA PANTALLA= 7.54M



RESUMEN DE MOMENTOS FLECTORES

COTAS	PROF.	M.MIN.	TERRENO.....	GRAFICA.....	EXCAVACION	M.MAX.
0.00	0.00	0.00		!		0.00
-0.50	0.50	0.00		!		0.00
-1.00	1.00	0.00		!	1	2.26
-1.50	1.50	0.00		!		3.78
-2.00	2.00	0.00		!		4.25
-2.50	2.50	0.00		!		3.75
-3.00	3.00	0.00		!		3.06
-3.50	3.50	-0.55		2 !	1	1.71
-4.00	4.00	-2.28	2	!	1	0.36
-4.50	4.50	-1.63		2	!	0.00
-5.00	5.00	-0.99		2	!	0.00
-5.50	5.50	-0.37		2 !		0.00
-6.00	6.00	0.00		!	2	0.13
-6.50	6.50	0.00		!	2	0.42
-7.00	7.00	0.00		!	2	0.39
-7.50	7.50	0.00		!		0.01

RESUMEN DE ESFUERZOS CORTANTES

COTAS	PROF.	Q.MIN.	TERRENO.....	GRAFICA.....	EXCAVACION	Q.MAX.
0.00	0.00	0.00		!		0.00
-0.50	0.50	-4.68	1	!		0.00
-1.00	1.00	-4.02	1	!		0.00
-1.50	1.50	-2.01		1	!	0.00
-2.00	2.00	0.00		!	2	0.91
-2.50	2.50	0.00		!		2.70
-3.00	3.00	0.00		!	2	3.45
-3.50	3.50	0.00		!		3.45
-4.00	4.00	0.00		!	2	3.45
-4.50	4.50	-2.64	1	!		0.00
-5.00	5.00	-1.29		2	!	0.00
-5.50	5.50	-1.15		2	!	0.00
-6.00	6.00	-0.82		2	!	0.00
-6.50	6.50	-0.29		!		0.00
-7.00	7.00	0.00		!	2	0.43
-7.50	7.50	0.00		!	2	0.36



C.3 Secció II

PANTALLA CONTINUA: aparcament c/Avenir
 ZONA : secció II

HIPOTESIS DE CALCULO

EMP.ACTIVOS= RANKINE

EMP.PASIVOS= CAQUOT D/FI= 0.000

MINORACION EMP.PASIVOS

COEF.COHESSION= 1.00

COEF.VALOR KP= 1.00

DATOS DE LAS CAPAS Y EMPUJES ACTIVOS

Capa	Prof. Mts.	Gama T/M3	Fi Grados	Cohesión T/M2	Empujes T/M2
1	0.00	2.00	1.9	29	1.8
2	2.00	30.00	2	26	3

PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO: 99.00 M

DATOS DEL EDIFICIO

CARGA	DIST.EJE	ANCHURA	PROFUNDIDAD
T/ML	M	M	M
9.90	0.50	1.00	1.00

FASE DE EXCAVACION 1

EXCAVACION 4.00 M. APOYOS: 1 AP.FICT.: LIBRE

APOYO	PROFUNDIDAD	MOMENTOS	REACCIONES
1	0.50	0.00	2.32
2	4.13	0.00	0.00

COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	0.50	0.00	0.00	-2.32
-1.00	1.00	1.97	1.14	-2.06
-1.50	1.50	2.30	1.91	-0.99
-2.00	2.00	2.63	2.10	0.24
-2.50	2.50	1.99	1.80	1.03
-3.00	3.00	0.00	1.40	1.32
-3.50	3.50	0.00	0.75	1.32
-4.00	4.00	-9.60	0.09	1.32
-4.13	4.13	-10.28	0.00	0.00



FASE DE EXCAVACION 2**EXCAVACION 7.40 M. APOYOS: 2 AP.FICT.: LIBRE**

APOYO	PROFUNDIDAD	MOMENTOS	REACCIONES
1	0.50	0.00	1.91
2	4.00	-1.37	2.77
3	7.57	0.00	0.00

COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	0.50	0.00	0.00	-1.91
-1.00	1.00	1.97	0.93	-1.65
-1.50	1.50	2.30	1.49	-0.58
-2.00	2.00	2.63	1.48	0.66
-2.50	2.50	1.99	0.97	1.45
-3.00	3.00	0.00	0.36	1.73
-3.50	3.50	0.00	-0.50	1.73
-4.00	4.00	0.00	-1.37	1.73
-4.50	4.50	0.00	-0.85	-1.04
-5.00	5.00	0.08	-0.33	-1.03
-5.50	5.50	0.47	0.16	-0.90
-6.00	6.00	0.86	0.53	-0.57
-6.50	6.50	1.25	0.69	-0.04
-7.00	7.00	1.64	0.54	0.68
-7.50	7.50	-8.08	0.02	0.62
-7.57	7.57	-8.41	0.00	0.00

LONGITUD TEORICA DE LA PANTALLA= 7.57M



RESUMEN DE MOMENTOS FLECTORES

COTAS	PROF.	M.MIN.	TERRENO.....	GRAFICA.....	EXCAVACION	M.MAX.
0.00	0.00	0.00		!		0.00
-0.50	0.50	0.00		!		0.00
-1.00	1.00	0.00		!	1	1.14
-1.50	1.50	0.00		!		1.91
-2.00	2.00	0.00		!		2.10
-2.50	2.50	0.00		!	1	1.80
-3.00	3.00	0.00		!		1.40
-3.50	3.50	-0.50		!	1	0.75
-4.00	4.00	-1.37	2	!	1	0.09
-4.50	4.50	-0.85		2	!	0.00
-5.00	5.00	-0.33		2	!	0.00
-5.50	5.50	0.00		!	2	0.16
-6.00	6.00	0.00		!	2	0.53
-6.50	6.50	0.00		!	2	0.69
-7.00	7.00	0.00		!	2	0.54
-7.50	7.50	0.00		!		0.02

RESUMEN DE ESFUERZOS CORTANTES

COTAS	PROF.	Q.MIN.	TERRENO.....	GRAFICA.....	EXCAVACION	Q.MAX.
0.00	0.00	0.00		!		0.00
-0.50	0.50	-2.32	1	!		0.00
-1.00	1.00	-2.06	1	!		0.00
-1.50	1.50	-0.99		1	!	0.00
-2.00	2.00	0.00		!	2	0.66
-2.50	2.50	0.00		!		1.45
-3.00	3.00	0.00		!	2	1.73
-3.50	3.50	0.00		!	2	1.73
-4.00	4.00	0.00		!	2	1.73
-4.50	4.50	-1.04	2	!		0.00
-5.00	5.00	-1.03	2	!		0.00
-5.50	5.50	-0.90	2	!		0.00
-6.00	6.00	-0.57		2	!	0.00
-6.50	6.50	-0.04		!		0.00
-7.00	7.00	0.00		!	2	0.68
-7.50	7.50	0.00		!	2	0.62



C.5 Secció IIE

PANTALLA CONTINUA: aparcament c/Avenir
ZONA : secció IIE

HIPOTESIS DE CALCULO
EMP.ACTIVOS= RANKINE
EMP.PASIVOS= $\frac{D}{F_i} = 0.000$

MINORACION EMP.PASIVOS
COEF.COHESSION= 1.00
COEF.VALOR KP= 1.00

DATOS DE LAS CAPAS Y EMPUJES ACTIVOS

Capa	Prof. Mts.	Gama T/M3	Fi Grados	Cohesión T/M2	Empujes T/M2
1	0.00	2.00	1.9	29	1.8
2	2.00	30.00	2	26	3

PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO: 99.00 M
SOBRECARGA UNIFORME= 5.32 T/M2

FASE DE EXCAVACION 1

EXCAVACION 4.00 M. EN VOLADIZO

COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	0.50	0.05	0.00	0.00
-1.00	1.00	0.38	-0.02	0.11
-1.50	1.50	0.71	-0.14	0.39
-2.00	2.00	1.04	-0.44	0.83
-2.50	2.50	0.20	-0.85	0.85
-3.00	3.00	0.59	-1.32	1.05
-3.50	3.50	0.98	-1.94	1.45
-4.00	4.00	-8.23	-2.80	2.03
-4.50	4.50	-10.40	-2.70	-2.62
-5.00	5.00	-12.57	0.00	-8.36



FASE DE EXCAVACION 2

EXCAVACION 7.40 M. APOYOS: 1 AP.FICT.: LIBRE

APOYO	PROFUNDIDAD	MOMENTOS	REACCIONES
1	4.00	-2.80	7.09
2	8.00	0.00	0.00

COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	0.50	0.05	0.00	0.00
-1.00	1.00	0.38	-0.02	0.11
-1.50	1.50	0.71	-0.14	0.39
-2.00	2.00	1.04	-0.44	0.83
-2.50	2.50	0.20	-0.85	0.85
-3.00	3.00	0.59	-1.32	1.05
-3.50	3.50	0.98	-1.94	1.45
-4.00	4.00	1.37	-2.80	-5.05
-4.50	4.50	1.76	-0.46	-4.27
-5.00	5.00	2.15	1.44	-3.29
-5.50	5.50	2.55	2.79	-2.11
-6.00	6.00	2.94	3.52	-0.74
-6.50	6.50	3.33	3.50	0.82
-7.00	7.00	3.72	2.66	2.58
-7.50	7.50	-6.01	0.94	3.55
-8.00	8.00	-8.18	0.00	0.01
-8.00	8.00	-8.18	0.00	0.00

LONGITUD TEORICA DE LA PANTALLA= 8.00M



RESUMEN DE MOMENTOS FLECTORES

COTAS	PROF.	M.MIN.	TERRENO.....	GRAFICA.....	EXCAVACION	M.MAX.
0.00	0.00	0.00		!		0.00
-0.50	0.50	0.00		!		0.00
-1.00	1.00	-0.02		!		0.00
-1.50	1.50	-0.14		!		0.00
-2.00	2.00	-0.44		1!		0.00
-2.50	2.50	-0.85		1	!	0.00
-3.00	3.00	-1.32		1	!	0.00
-3.50	3.50	-1.94		1	!	0.00
-4.00	4.00	-2.80	1	!		0.00
-4.50	4.50	-2.70	1	!		0.00
-5.00	5.00	0.00		!	2	1.44
-5.50	5.50	0.00		!	2	2.79
-6.00	6.00	0.00		!	2	3.52
-6.50	6.50	0.00		!	2	3.50
-7.00	7.00	0.00		!	2	2.66
-7.50	7.50	0.00		!	2	0.94
-8.00	8.00	0.00		!		0.00

RESUMEN DE ESFUERZOS CORTANTES

COTAS	PROF.	Q.MIN.	TERRENO.....	GRAFICA.....	EXCAVACION	Q.MAX.
0.00	0.00	0.00		!		0.00
-0.50	0.50	0.00		!		0.00
-1.00	1.00	0.00		!		0.11
-1.50	1.50	0.00		!	1	0.39
-2.00	2.00	0.00		!	1	0.83
-2.50	2.50	0.00		!	1	0.85
-3.00	3.00	0.00		!	1	1.05
-3.50	3.50	0.00		!	1	1.45
-4.00	4.00	-5.05	2	!	1	2.03
-4.50	4.50	-4.27	2	!		0.00
-5.00	5.00	-3.29	2	!		0.00
-5.50	5.50	-2.11	2	!		0.00
-6.00	6.00	-0.74	2	!		0.00
-6.50	6.50	0.00		!	2	0.82
-7.00	7.00	0.00		!	2	2.58
-7.50	7.50	0.00		!	2	3.55
-8.00	8.00	0.00		!		0.01



C.6 Secció III

PANTALLA CONTINUA: aparcament c/Avenir
 ZONA : secció III

HIPOTESIS DE CALCULO

EMP.ACTIVOS= RANKINE

EMP.PASIVOS= $\frac{c}{\gamma H} = 0.000$

MINORACION EMP.PASIVOS

COEF.COHESION= 1.00

COEF.VALOR KP= 1.00

DATOS DE LAS CAPAS Y EMPUJES ACTIVOS

Capa	Prof. Mts.		Gama T/M3	Fi Grados	Cohesión T/M2	Empujes T/M2	
1	0.00	2.00	1.9	23	0	0.438	2.103
2	2.00	6.00	1.9	29	1.8	-0.455	2.182
3	6.00	30.00	2	26	3	1.093	19.835

PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO: 99.00 M

SOBRECARGA UNIFORME= 1.00 T/M2

FASE DE EXCAVACION 1

EXCAVACION 4.00 M. EN VOLADIZO

COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES
0.00	0.00	0.44	0.00	0.00
-0.50	0.50	0.85	-0.07	0.32
-1.00	1.00	1.27	-0.36	0.85
-1.50	1.50	1.69	-0.96	1.59
-2.00	2.00	2.10	-1.99	2.54
-2.50	2.50	0.00	-3.26	2.54
-3.00	3.00	0.20	-4.53	2.57
-3.50	3.50	0.53	-5.86	2.76
-4.00	4.00	-5.25	-7.31	3.11
-4.50	4.50	-7.66	-8.11	-0.12
-5.00	5.00	-10.06	-6.99	-4.55
-5.50	5.50	-12.47	-3.36	-10.18
-5.78	5.78	-13.82	0.00	-13.87



FASE DE EXCAVACION 2**EXCAVACION 10.00 M. APOYOS: 1 AP.FICT.: E.NULO**

APOYO	PROFUNDIDAD	MOMENTOS	REACCIONES
1	4.00	-7.31	9.63
2	10.00	0.00	7.13

COTAS	PROFUNDIDAD	EMPUJES	MOMENTOS	CORTANTES
0.00	0.00	0.44	0.00	0.00
-0.50	0.50	0.85	-0.07	0.32
-1.00	1.00	1.27	-0.36	0.85
-1.50	1.50	1.69	-0.96	1.59
-2.00	2.00	2.10	-1.99	2.54
-2.50	2.50	0.00	-3.26	2.54
-3.00	3.00	0.20	-4.53	2.57
-3.50	3.50	0.53	-5.86	2.76
-4.00	4.00	0.86	-7.31	-6.53
-4.50	4.50	1.19	-4.17	-6.01
-5.00	5.00	1.52	-1.33	-5.34
-5.50	5.50	1.85	1.14	-4.49
-6.00	6.00	2.18	3.14	-3.48
-6.50	6.50	1.48	4.73	-2.84
-7.00	7.00	1.87	5.94	-2.00
-7.50	7.50	2.26	6.69	-0.97
-8.00	8.00	2.65	6.88	0.26
-8.50	8.50	3.04	6.40	1.69
-9.00	9.00	3.44	5.16	3.31
-9.50	9.50	3.83	3.06	5.12
-10.00	10.00	-5.39	0.00	7.13
-10.50	10.50	-7.56	-2.80	3.90
-11.00	11.00	-9.73	-3.72	-0.42
-11.50	11.50	-11.90	-2.20	-5.83
-11.79	11.79	-13.15	0.00	-9.45

LONGITUD TEORICA DE LA PANTALLA= 11.79M



RESUMEN DE MOMENTOS FLECTORES

COTAS	PROF.	M.MIN.	TERRENO.....	GRAFICA.....	EXCAVACION	M.MAX.
0.00	0.00	0.00		!		0.00
-0.50	0.50	-0.07		!		0.00
-1.00	1.00	-0.36		!		0.00
-1.50	1.50	-0.96		!		0.00
-2.00	2.00	-1.99		!	1	0.00
-2.50	2.50	-3.26		!	1	0.00
-3.00	3.00	-4.53		!	1	0.00
-3.50	3.50	-5.86		!	1	0.00
-4.00	4.00	-7.31		!	1	0.00
-4.50	4.50	-8.11	1	!	1	0.00
-5.00	5.00	-6.99		!	1	0.00
-5.50	5.50	-3.36		!	1	1.14
-6.00	6.00	0.00		!	2	3.14
-6.50	6.50	0.00		!	2	4.73
-7.00	7.00	0.00		!	2	5.94
-7.50	7.50	0.00		!	2	6.69
-8.00	8.00	0.00		!	2	6.88
-8.50	8.50	0.00		!	2	6.40
-9.00	9.00	0.00		!	2	5.16
-9.50	9.50	0.00		!	2	3.06
-10.00	10.00	0.00		!		0.00
-10.50	10.50	-2.80		!	2	0.00
-11.00	11.00	-3.72		!	2	0.00
-11.50	11.50	-2.20		!	2	0.00

RESUMEN DE ESFUERZOS CORTANTES

COTAS	PROF.	Q.MIN.	TERRENO.....	GRAFICA.....	EXCAVACION	Q.MAX.
0.00	0.00	0.00		!		0.00
-0.50	0.50	0.00		!	1	0.32
-1.00	1.00	0.00		!	1	0.85
-1.50	1.50	0.00		!	1	1.59
-2.00	2.00	0.00		!	1	2.54
-2.50	2.50	0.00		!	1	2.54
-3.00	3.00	0.00		!	1	2.57
-3.50	3.50	0.00		!	1	2.76
-4.00	4.00	-6.53		!	1	3.11
-4.50	4.50	-6.01	2	!		0.00
-5.00	5.00	-5.34		!		0.00
-5.50	5.50	-10.18	1	!		0.00
-6.00	6.00	-3.48		!	2	0.00
-6.50	6.50	-2.84		!	2	0.00
-7.00	7.00	-2.00		!	2	0.00
-7.50	7.50	-0.97		!	2	0.00
-8.00	8.00	0.00		!	2	0.26
-8.50	8.50	0.00		!	2	1.69
-9.00	9.00	0.00		!	2	3.31
-9.50	9.50	0.00		!	2	5.12
-10.00	10.00	0.00		!	2	7.13
-10.50	10.50	0.00		!	2	3.90
-11.00	11.00	-0.42		!		0.00
-11.50	11.50	-5.83	2	!		0.00



D. PRESSUPOST

Com s'ha indicat anteriorment, s'han distingit les següents seccions:

<u>Secció IA:</u>	21,8 m.l. paral·lels a edifici PB+IV. (des de cota -1,00)	(30 pilots)
<u>Secció IB:</u>	54,8 m.l. paral·lels a edificis PB+IV. (des de cota -4,00)	(81 pilots)
<u>Secció II:</u>	16,0 m.l. paral·lels a edifici PB+II. (des de cota -4,00)	(23 pilots)
<u>Secció IIE:</u>	14,4 m.l. lliures. (des de cota -4,00 i formigó a la -6,80 m.)	(19 pilots)
<u>Secció IIM:</u>	7,40 m.l. paral·lels a PB+II (Micropilots). (des de cota -4,00)	(22 micropilots)
<u>Secció III:</u>	37,0 m.l. paral·lels a carrer Avenir. (des de cota -4,00)	(52 pilots)

D.1 Amidaments

6.5.9 D.1.1 Amidaments mur de pilots

$(52 \text{ pilots} + 30 \text{ pilots}) \times (14,0 \text{ m.} - 1,0 \text{ m.}) + (81 \text{ pilots} + 23 \text{ pilots} + 19 \text{ pilots}) \times$

$(15,5 \text{ m.} - 4,0 \text{ m.}) =$ 2.480,50 m.l. de pilot Ø42 cm.

=====

El formigó previst per a l'execució del mur de pilots serà de resistència característica mínima HA-25, consistència superfluida i àrid de 12 mm., ambient IIa.

6.5.10 D.1.2 Amidament ancoratges

$(35 \text{ ancoratges} \times 16 \text{ m.}) + (10 \text{ ancoratges} \times 14 \text{ m.}) + (42 \text{ ancoratges} \times 13 \text{ m.}) =$

1.246 m.l. ancoratge temporal per a 30 t.

=====



6.5.11 D.1.3 Amidaments mur de micropilots

22 micropilots x (15,5 m. – 1,0 m.) = 319 m.l. micropilot Ø200 mm

=====

D.2 Pressupost aproximat

155 m.l. de formació de muret guia especial . . .	71,20 €	11.036,00 €
2.480,5 m.l. de formació de pilot de Ø 42 cm., inclòs perforació, subministrament i col·locació dels materials (amb quantia d'acer de 19,50 Kg/m.l.).	53,13 €	131.788,97 €
319 m.l. formació micropilot Ø200 mm., inclòs perforació, subministrament i col·locació dels materials	89,25 €	28.470,75 €
1 P.A. Transport i emplaçament per cada equip de pilotatge, inclòs desplaçaments del personal i preparació del material	2.800 €	2.800,00 €
1 P.A. Transport, muntatge i desmuntatge d'un equip de micropilotatge, inclòs desplaçaments del personal i preparació del material	1.900 €	1.900,00 €
. . .		



1.246 m.l. de formació d'ancoratge temporal per a 30t., inclòs perforació, subministrament i col·locació dels materials, placa d'ancoratge i tesat.	48,50 €	60.431,00 €
2 P.A. Transport i emplaçament per cada equip d'ancoratges, inclòs desplaçaments del personal i preparació del material	1.900 €	3.800,00 €
	TOTAL	240.226,72 €

Aquest pressupost té caràcter aproximat, i **mai** s'haurà d'entendre com un preu tancat. La facturació es farà en funció dels treballs realment executats.

Els presents preus estan en funció de dades geotècniques i amidaments facilitats. Qualsevol variació d'aquestes dades podria modificar els preus.





E. PLEC DE CONDICIONS

E.1 Condicions generals

Seran a càrrec de la Propietat:

- Els permisos, senyalització, ballat i replanteig general de l'Obra.
- La protecció dels serveis (gas, aigua, electricitat, telèfon, clavegueram, etc.), tant soterrats com aeris, així com els elements que afectin al pas de la nostra maquinaria.
- La responsabilitat sobre les conduccions o obstacles soterrats que no s'hagin senyalitzat prèviament mitjançant plànol detallat.
- La responsabilitat dels danys ocasionats per la nostra maquinaria, quan es requereixi un apropament als edificis o instal·lacions veïnes.
- El subministrament d'energia elèctrica i aigua potable, segons condicions particulars de cada treball.
- La indemnització per hora de paralització dels nostres equips per causes no meteorològiques o no imputables a la nostra Empresa. En cas de produir-se es facturarà a raó de 155 Euros/hora.
- La retirada de terres, detritus procedents de la perforació, etc., amb la freqüència que requereixi l'Obra.
- El control de qualitat i les mesures addicionals no contemplades en el nostre Pla de Seguretat.
- La vigilància de l'Obra si es considera necessària per ambdues parts.
- La justificació del càlcul i l'estudi tècnic corresponent, es facturarà un mínim de 370 Euros (IVA no inclòs). No obstant, la confecció del pressupost i els plànols de fonamentació no representarà cap càrrec addicional.



- L'IVA o qualsevol altre impost imputable a l'Obra.
- Si el preu de qualsevol dels materials necessaris per l'execució de les obres contractades, augmentes per fluctuacions del mercat o per altres circumstàncies alienes a la nostra empresa, l'esmentat increment de preu serà assumit pel client, prèvia notificació per part nostra.

E.2 Condicions particulars per a pilots

- A l'obra hi haurà 15 C.V. d'energia elèctrica i subministrament d'aigua
- Si fos necessària la utilització de trepà, berrina especial amb puntes de widia o bé doblar l'empenta del capçal, per travessar obstacles que no deixin avançar la perforació o bé per encastar en terres rocosos, serà facturat per administració a raó de 160 Euros/hora.
- Sí per la bona marxa de l'Obra, fos necessària la presència d'una retroexcavadora per la retirada dels detritus procedents de la perforació i per l'ajuda del clavat de les armadures, aquesta seria per compte de vostès.
- En el preus unitaris s'ha inclòs un excés de formigó de fins un 25%, per considerar-se un consum normal en aquest tipus de pilot. Els consums anormals superiors al 25% del teòric motivats per aparició de galeries, conduccions, replens solts, etc., es facturarà a raó de 80,50 Euros/m³.
- No s'ha valorat l'execució de la jàssera de coronament.

E.3 Condicions particulars per ancoratges / micropilots

- A l'Obra hi haurà un punt d'aigua d'una polzada, i subministrament d'energia elèctrica trifàsica a 380 V., amb un ICP (magnetotèrmic) de 63 A. o un grup electrogen de 80 KVA.
- La utilització d'un compressor de gran cabal per travessar obstacles (bolos, fonamentacions, dipòsits, etc.) que no s'hagin previst en la confecció de l'oferta, es facturarà a 355 Euros/dia. Igualment, si durant la perforació dels ancoratges apareixen



graves o terreny no cohesiu que obliguin a l'entubació o bé a la utilització de barra autoperforant, s'incrementarà el m.l. de perforació en 17,50 Euros.

- L'excés anormal de beurada de ciment superior al 30% del teòric, es facturarà a 235 Euros/t.
- Si per necessitats de l'Obra, calgués preparar qualsevol dels punts que a continuació s'exposen, aquests serien efectuats a compte de vostès:
 - El condicionament de la plataforma de treball.
 - La possible utilització de grua o mitjans necessaris per a facilitar l'accés i retirada de la nostra maquinaria.
 - L'execució d'una petita bassa d'aproximadament 2,00 x 2,00 x 1,00 i les rases pertinents per a recollir l'aigua de la perforació.
 - L'enderroc d'envans per l'accés als diferents emplaçaments.
 - L'apuntament de rampes i accessos (pes de la màquina 2.000 - 5.000 ó 10.000 Kg. aproximadament segons model).
 - Les plaques dels ancoratges temporals són propietat de la nostra empresa i per tant, s'ha de procedir a la seva recuperació. Les unitats perdudes, inutilitzades o deteriorades seran facturades complementàriament a raó de 48 Euros/unitat.

E.4 Plec de Condicions Tècniques

6.5.12 E.4.1 Documentació tècnica de referència

El contractista haurà d'atenir-se per l'execució dels treballs a les condicions especificades en els capítols d'aquest plec de condicions que hauran de reunir els materials, forma d'execució de les obres i instal·lacions, normativa i assaigs en que s'hauran de sotmetre



les obres realitzades i condicions de recepció de les mateixes, excepte que existeixin especificacions o majors concrecions en el projecte.

En aquells punts no assenyalats explícitament, haurà d'atenir-se a les condicions especificades en els textos oficials que s'indiquen a continuació:

- Reglament de Seguretat i Higiene en el Treball.
- Reglament de Seguretat i Higiene en el Treball en la Indústria de la Construcció.
- Ordenances de l'Ajuntament del terme municipal al qual correspon l'obra.
- Normes MV del Ministeri de la Vivenda.
- Normes bàsiques de condicions dels edificis.
- Normes sismoresistent.
- Normes UNE.
- Normes tecnològiques de l'edificació (NTE) del Ministeri de l'habitatge.
- Instrucció del projecte i execució d'obres de formigó estructural (EHE).
- Instrucció del projecte i execució de forjats unidireccionals de formigó armat o pretensat (EF-88).
- Norma C.P.I.-96 condicions de protecció contra incendis en els edificis.
- Reglament electrotècnic d'alta tensió.
- Reglament electrotècnic de baixa tensió.
- Instruccions MI BT, complementàries al Reglament electrotècnic de baixa tensió.
- Normes particulars de l'empresa subministradora d'energia elèctrica.
- Reglament d'aparells elevadors.
- Normes bàsiques d'instal·lacions de gas en edificis.
- Reglament de recipients a pressió.
- Normes per instal·lacions distribuïdores de gasos liquats del petroli.
- Reglament sobre la utilització de productes petrolífers per calefacció i altres usos no industrials.
- Codi alimentari espanyols.



- Reglament d'abocaments incontrolats.
- Reglament d'activitats molestes, insalubres, nocives i perilloses.

6.5.13 E.4.2 Condicions que hauran de satisfer els materials

Tots els materials hauran de reunir les condicions que per cada un s'especifiquen en els articles següents, rebutjant els que per judici de la D.F. no les reuneixin, sense que això pugui donar lloc a cap reclamació per part del contractista.

Aigua

El contractista haurà de procurar tota l'aigua que s'hagi de fer servir a la construcció.

És completament admissible la potable; les que no ho siguin s'analitzaran a càrrec del contractista, rebutjant les minerals i selenitoses.

Terres

Les terres que es facin servir en les diferents unitats d'obra, poden ser procedents de les excavacions, sempre que siguin aptes.

L'amassament del morter haurà de realitzar-se per mitjans mecànics. Els components hauran de ser mesurats a cada amassament i d'acord amb les indicacions de la D.F.

No s'admetran, sota cap concepte, els morters rebatuts.

Sorres

Les sorres que es facin servir en aquestes obres serà neta, solta, aspre, cruixent al tacte i exempt de substàncies orgàniques o particulars terroses.

Ciments

El ciment Pòrtland o artificial serà de fàbriques acreditades.

S'emmagatzemarà convenientment perquè no perdi les condicions físico-químiques necessàries per ser aplicat a la construcció.



Guixos

El guix per a revestiments serà perfectament blanc i molt tamisat, i a l'obra es conservarà en un lloc sec.

Per regla general tots els guixos usats en l'obra compliran les condicions que s'especifiquen en el "Plec General de Condicions per la Recepció de guixos i escaioles en obres de construcció" aprovat per l'ordre de 27 de gener de 1972.

Àrids

Els àrids poden ser procedents del riu o de pedrera però hauran d'ajustar-se als requisits i tractaments prescrits en les Normes Oficials.

S'efectuaran a càrrec del contractista els anàlisis necessaris per determinar el contingut en components sulfúrics i sulfatats.

Morters

L'amassament del morter haurà de realitzar-se per mitjans mecànics. Els components hauran de ser mesurats a cada amassament i d'acord amb les indicacions de la D.F.

No s'admetran, sota cap concepte, els morters rebatuts.

Formigons

Tindran la resistència assenyalada per cada treball al que es destini, segons el que s'especifica a la corresponent partida del pressupost, i seguint la " Instrucció pel projecte i execució d'obres de formigó estructural del Ministeri d'Obres Públiques actualment vigent.

També es seguiran les instruccions donades en l'esmentada instrucció sobre la confecció, posta en obra, encofrats i desencofrats, col·locació i unió de les armadures, assaigs de resistència i materials que s'usin per la correcta execució de les unitats d'obra de formigó en massa o armat.

En el capítol VI.4.6.3 d'aquest Plec de Condicions Generals, s'especifiquen els requeriments mínims a tenir en compte per l'execució dels treballs de formigó quan aquests no vinguin especificats en les instruccions més precises del projecte.



Maons

El maó serà dur i estarà fabricat amb bones argiles. La seva cocció serà perfecte: tindrà so de campana i la seva fractura es presentarà uniforme sense nuclis de calç, salnitre o cossos estranys.

Haurà de ser perfectament pla, ben tallat i amb bons fronts, essent el seu color roig i uniforme.

Submergit a l'aigua durant vuit hores no haurà d'absorbir més de 15% del seu volum.

Haurà de complir, quan s'utilitzi como element resistent, la Norma MV 201-1972.

Revestiment de Rajola

Correspon a la D.F. l'elecció de tons i colors en les rajones d'aquesta MENA previstos en l'estat d'amidaments i pressupost.

Les rajones seran procedents de fàbriques acreditades, hauran de ser confeccionats amb cura i no s'admetran els que presentin esquerdes, estiguinn guerxos o tinguin qualsevol altre defecte que perjudiqui el seu bon aspecte o resistència.

Ceràmica de Gres

Les peces de ceràmica de gres per revestiment de parets i paviments, seran procedents de fàbriques de reconeguda solvència, i no s'admetran les que presentin esquerdes, estiguin guerxos o tinguin qualsevol altre defecte que perjudiqui el seu bon aspecte o resistència.

Sotmesos a l'acció de l'aigua a 80 °C de temperatura i 10 atm. De pressió, durant una hora, no hauran de presentar cap pèrdua de les propietats que s'exigeixen.

Fustes

Es farà servir fusta de Flandes de primera en la fusteria en general, ben curada i assecada.



Els taulells enllistonats o contraxapats, hauran de presentar-se perfectament units i enquadernats, sense guerxesa ni cap deformació.

Les fustes fines que s'hagin s'esvernissar sran escollides, amb correspondències d'elles seves aigües i color, sense que admeti cap nus i seran de les millors classes.

Ferramenta

La ferramenta utilitzada en la fusteria de taller, serà sotmesa la l'aprovació de la D.F. de les obres, i per duplicat, un d'aquest es quedarà a l'oficina de les obres i l'altre estarà en poder del contractista.

Vidres

Els vidres s'ajustaran a les seves propietats i característiques a les Normes dictades pel CTAV (Centre d'Informació Tècnica d'Aplicació del Vidre).

Pintures, olis i vernissos

Totes les substàncies d'ús general en la pintura hauran de ser d'excel·lent qualitat.

- Les pintures reuniran les següents condicions:

- a) Facilitat d'escampar-les i cobrir perfectament les superfícies en s'apliquin.
- b) Fixesa en la seva tinta.
- c) Facilitat d'incorporar-se a l'oli, cola, etc...
- d) Insolubilitat a l'aigua.
- e) Ésser inalterable per l'acció dels olis o altres pintures.

- Els olis i vernissos reuniran les següents condicions:

- a) Ésser inalterables per l'acció de l'aire.
- b) Conservar la fixesa dels colors.
- c) Transparencia i lluentor perfectes.



El vernís que s'utilitzi serà de primera qualitat, clar i transparent.

Pintures d'extintors

Seràn d'una marca de suficient garantia i arribaran a l'obra amb els seus envasos d'origen, precintats.

Hauran de proporcionar una capa contínua homogènia i uniforme que no es desprengui de l'arrebossat base o parament de suport. Resistent a les incremències atmosfèriques sense descompondre's.

Estaran contituïdes per ciment i formaran un cos homogeni amb la superfície tractada, podent-se aplicar noves capes, que formaran un sol cos amb les anteriors.

Podran utilitzar-se altres tipus de pintura o revestiments especials sempre que, efectuades les proves, assajos o anàlisis necessaris, es considerin adequades per la D.F.

Pintures i revestiments de l'estructura metàl·lica per a la protecció contra el foc

Es podran utilitzar únicament pintures o revestiments homologats pel MOPU o amb certificats d'idoneïtat emès pel laboratori d'assajos de la Generalitat de Catalunya.

6.5.14 E.4.3 Reconeixement dels materials

Tots els materials seran reconeguts per la Direcció Facultativa, o persona delegada per ella, abans de ser utilitzats a l'obra, sense aquesta aprovació no es podrà procedir a la seva col·locació, essent retirats de l'obra els que siguin exclusos.

Haches reconeixement previ no constitueix l'aprovació definitiva, i la D.F. podrà fer retirar, encara que ja estiguin col·locats a l'obra, aquells materials que presentin defectes no percebuts en el primer reconeixement. Les despeses que s'originin en haches cas seran a compte del contractista.



6.5.15 E.4.4 Mostres dels materials

De cada classe de materials el contractista presentarà postres a la D.F. per la seva aprovació, les quals es conservaran per comprovar, en el seu dia, els materials que s'utilitzin.

6.5.16 E.4.5 Materials no especificats

Els materials que no s'haguessin reflectit en haches plec, i fossin necessaris utilitzar, reuniran les condicions d'idoneïtat necessàries a judici de la D.F. de les obres.

6.5.17 E.4.6 Condió General d'execució de les obres

Les obres s'executaran d'acord amb les normes de la bona construcció lliurement apreciades per la Direcció Facultativa.

A continuació s'indica els requeriments pels principals oficis o rams:

E.4.6.1. Enderrocaments

Per la realització de treballs d'enderroc hauran de prendre's prèviament totes les precaucions necessàries per evitar accidents al personal i a les propietats veïnes.

S'efectuaran els apuntalaments necessaris per controlar els desprendiments de parts de l'obra, es col·locaran lones i proteccions per evitar l'escampament de pols a la via pública o en altres dependències, també es regarà amb aigua per evitar la pols.

E.4.6.2. Moviments de terres

El moviment de terres es realitzarà d'acord amb les rasants que figuren en els plànols del projecte i les que determini la D.F. de l'obra.

El contractista adoptarà en l'execució de les excavacions l'organització que cregui més convenient, sempre que sigui d'acord amb la Norma Tecnològica de l'edificació, NTE.ADV/1976, essent necessària l'autorització expressa de la D.F. per la utilització de qualsevol altre procediment. En qualsevol cas, si el sistema fos a judici de la D.F. tan defectuós que pogués comprometre la seguretat dels operaris o de l'obra o bé



imposibilitar l'acabament de la mateixa en el termini fixat, podrà prescriure i ordenar la marxa i l'organització que s'haurà de seguir.

Les excavacions profundes, pous i en general aquelles que es realitzin en condicions especials de dificultat, seran objecte d'instruccions precises de la D.F., sense les quals no podran ser efectuades pel contractista.

Serà causa de directa responsabilitat del contractista la falta de precaució en l'exercici i enderroc dels desmunts, Així com els danys i perjudicis que pugui ocasionar per la seva causa.

El contractista assumeix l'obligació d'executar aquests treballs, atenent-se a la seguretat de les vies públiques i de les construccions veïnes, i accepta la responsabilitat de tots els danys que es produeixin per no preveure totes les mesures de precaució, desatendre les ordres de la D.F. o el seu representant tècnic autoritzat, o per errors o defectuosa execució dels treballs indicats.

Les superfícies de terrenys que hagin de ser terreplenes, estaran netes i sense terra vegetal.

No es permetrà el terraplenat amb terres brutes o detritus, ni amb deixalles procedents d'enderrocaments.

El terraplenat es farà amb capes, mai majors de 25 centímetres de gruix, cada capa serà compactada convenientment, fins un 90% PROCTOR MODIFICAT.

Hauran d'executar-se tots els apuntalaments necessaris per garantir la seguretat dels operaris, essent el contractista responsable dels danys causats per no prendre les precaucions adients.

Tots els paràmetres de les rases i pous quedaran perfectament refinats i els fons anivellats i completament nets.

Es per compte del contractista la conservació en perfectes condicions i la reparació, en el seu cas, de totes les averies de qualsevol tipus causades per les obres de moviment de terres a les conduccions públiques o privades d'aigua, gas, electricitat, telèfon,



sanejament, etc., haurà de posar una vigilància especial. Perquè les canalitzacions siguin descobertes amb les degudes precaucions.

El contractista serà responsable de qualsevol error d'alineació, per tant haurà de refer, per compte seva, qualsevol classe d'obra indegudament ejecutada.

Per la realització del projecte de la cimentació, es realitzaran, per compte de la propietat, els sondatges, pous i assajaments necessaris per la determinació de les característiques dels terrenys i la tensió de treball a que pugui ser sotmès.

E.4.6.3.- Ram de paleta

Tancaments i envans

Tots seran completament verticals i ben alienats horitzontalment, en les parets compostes es connectaran per tal de fer-les solidàries amb elements metàl·lics. En l'execució dels envans, les dues últimes fileres s'agafaran amb morter de guix.

Forjats

Tant si es tracta de forjats realitzats en l'obra, com els prefabricats sota qualsevol patent, hauran de complir les normes i condicions especificades en la Instrucció EF 88 pel projecte i execució de forjats unidireccionals de formigó armat o pretensat.

Tot canvi de forjat, respecte a l'expressat en els plànols, en quan a tipus de biguetes, revoltons o sistema de forjat (pretensat semirresistent, pretensat autoresistent, armat, etc.) haurà de ser consultat amb la Direcció Facultativa de l'obra, la qual una vegada examinades les seves característiques, donarà l'oportuna autorització d'ús.

APLACATS:

Els aplacats de façana, es faran d'acord amb les instruccions prèviament aprovats per la D.F.

La col·locació es farà mitjançant ganxos d'hacer inoxidable i morter de ciment.

Hauran de reajuntar-se amb el ciment blanc tenyit, segons els tipus de marbre.



Els desnivells màxims admesos seran d'un mil·límetre, en el cas de peces bisellades; per unions sencillez no s'admeten diferències de nivell.

Encofrats

Es faran de fusta o metàl·lics o altre material suficientment rígid. Podran desmuntar-se fàcilment sense perillper la construcció.

Hauran de ser suficientment resistents per suportar el pes i les empentes del formigó, així com les càrregues accidentals produïdes en la seva execució.

Les superfícies internes es netejaran i s'humitejaran abans d'abocar el formigó. És convenient, en els encofrats de bigues i suports, deixar una obertura en la seva part baixa, per facilitar la neteja.

Armadures

Els ancoratges de barres d'alta adherència treballant a tracció o a compressió es realitzaran preferentment per prolongació recta, també es pot fer servir la patilla.

En qualsevol cas la col·locació de les armadures i el seu muntatge s'ajustaran a la Instrucció pel projecte i execució d'obres de formigó estructural EHE.

Formigó

Serán d'obligat compliment totes les normes i disposicions especificades en la Instrucció pel projecte i execució d'obres de formigó estructural EHE.

Respecte als tipus, qualitats, dosificació i control dels diferents components del formigó, pels diferents elements d'obra, es seguiran les indicacions del Quadre de Característiques del Plec de Condicions Particulars de l'Obra o l'indicat en els plànols.

DOSIFICACIÓ:

Es toleraran diferències en la dosificació del 3% pel ciment i del 3% pel total de l'àris i 3% per l'aigua.

BATIMENT:



El batiment es farà a màquina; es donaran, com a mínim, quaranta revolucions en hormigonera corrent.

CONTROL DEL FORMIGÓ:

Serà preceptiu el compliment per cada cas especificat en els articles 88 de la Noma EHE, d'acord amb els nivells definits en el Quadre de característiques.

Control de consistència mitjançant el Con d'Abrams:

Consistència	Assentament en cm.	Compactació més adient
Seca	0-2	Vibració enèrgica i cuidada
Plàstica	3-5	Vibració normal
Tova	6-9	Piconat
Fluida	10-15	Picat amb barra
Líquida	16	

CONTROL DE RESISTÈNCIA:

Assajaments previstos. A realitzar en el laboratori:

Assajaments característics. A realitzar abans de començar a formigonar. Preceptius excepte en cas d'indicació expressa de la D.F. o ús de formigó preparat.

Assajaments de control. Preceptius sempre durant l'obra.

c.1. Nivell reduït: resistència de càlcul a compressió màxima $f_{cd} = 10 \text{ N/mm}^2$. Per obres d'enginyeria de petita importància en edificis de vivendes d'una o dues plantes amb llums inferiors a 6 m. No s'admet l'aplicació d'aquest tipus per a formigons sotmesos a classe d'exposició III i IV.



c.2. Total (100%): Pel conjunt d'amassades sotmeses a control es verifica que $f_{creal} = f_{est}$

c.3. Control estadístic: El número mínim de lots que s'haurà de mostrar serà de tres, si és possible a lots relatius a tres tipus d'elements estructurals. El control es realitzarà determinant la resistència N amassades per lot.

Si $f_{ck} < 25 \text{ N/mm}^2$ $N > 2$

$25 \text{ N/mm}^2 < f_{ck} < 35 \text{ N/mm}^2$ $N > 4$

$f_{ck} > 35 \text{ N/mm}^2$ $N > 6$

Assajaments d'informació. Preceptius en els casos previstos en els articles 18.20 i 64.4 de la Norma EH-80.

ABOCAMENT:

No es formigonarà cap element fins que la Direcció hagi donat el vist i plau a la col·locació d'armadures i execució d'encofrats.

El formigó s'abocarà en els encofrats immediatament després de la seva fabricació, procurant que els seus elements no es disgreguen en l'abocament.

En cap cas es podrà utilitzar el formigó quan hagi començat el procés d'enduriment.

Es previndran les interrupcions en el formigonat, de manera que les juntes estiguin situades en els llocs més favorables, des del punt de vista estructural i estètic.

Abans de la represa del formigonat, es netejarà la superfície de la junta, regant-la amb una beurada de ciment o un producte a base de resina Epoxy.

S'aturarà el formigonat si no s'adopten mesures extraordinàries, sempre que es prevegi que dins de les quaranta-vuit hores següents pot baixar la temperatura ambiental per sota dels zero graus centígrads. També s'aturarà el formigonat si la temperatura ambiental supera els 40 °C.

Durant els primers dies de presa del formigó, es protegirà dels rajos solars i del vent, que produir dessecació, essent recomanable regar la seva superfície freqüentment. La seva



superfície s'haurà de mantenir humida durant el termini necessari en funció del tipus i la classe de ciment.

DESENCOFRAT:

El desencofrat no s'haurà de fer fins que el formigó s'hagi endurit el suficient per suportar el triple de la càrrega a la que queda sotmès al desencofrar-lo.

Pot prendre's com a indicació, per formigó de ciment corrent el següent:

Encofrat vertical: 18 hores.

Lloses

Fons d'encofrats: 5 dies.

Puntals: 13 dies.

Bigues

Fons d'encofrats: 13 dies.

Puntals: 18 dies.

Aquests terminis s'entenen amb temperatures mínimes superiors a vuit graus centígrads; per temperatures menors es pot prorrogar amb prudència el termini de desencofrat.

També es prorrogaran aquests terminis, fins el doble, per elements de grans llums o dimensions.

Es deixaran recolzaments de reserva que es correspondran en els diferents pisos, després d'efectuar la resta de desencofrat.

ADDITIUS:

Podrà autoritzar-ne l'ús d'additius, sempre que es justifiqui, mitjançant els oportuns assajaments, que la substància agregada en les proporcions previstes produeixi l'efecte desitjat sense pertorbar excessivament les altres característiques del formigó ni representar un perill per les armadures.



Sanejament

REALITZACIÓ DE LA XARXA:

Les rases per canonades de conducció d'aigües brutes o pluvials, es realitzaran segons les alineacions indicades als plànols perfectament alineades i amb el fons amb una pendent uniforme.

Els tubs seran de qualitat i dimensions indicades en el projecte i aniran col·locats sobre u paviment de formigó i recoberts en la seva totalitat amb formigó. Estaran perfectament alienats entre pericons.

COL·LOCACIÓ DE PAVIMENTS:

Les peces del paviment es col·locaran amb les seves juntes perfectament alienades i perpendicularment entre si. Es tindrà especial cura en què la superfície pavimentada quedi completament plana i amb una pendent mínima (0,3 a 0,5 per cent) cap al desguàs. S'exclouran les peces que presentin algun petit defecte, tant de dimensions com d'acabat.

COL·LOCACIÓ DE GRAONS:

El pla horitzontal d'un graó es col·locarà completament horitzontal. Quan siguin exteriors, es col·locaran amb una lleugera pendent (2 per mil) per facilitar l'evacuació de l'aigua de pluja.

Guix

Segons les especificacions del projecte, pot ser de dues formes segons el seu acabat:

- A bona vista.
- Reglajat.

En qualsevol cas els cantells vius seran protegits amb una cantonera de ferro galvanitzat.

Queda prohibit l'ús de guix mort per l'execució dels enguixats.

El gruix no serà superior als 2 cm. ni menor d'1 cm.

E.4.6.4.- Impermeabilitzacions



Les impermeabilitzacions de cobertes amb materials bituminosos es faran d'acord amb les especificacions de la Norma NBE QB-90, no utilitzant-ne cap producte al que lo manqui del corresponent Document d'Identitat Tècnica.

Podran també utilitzar-ne altres sistemes, que estan indicats en el projecte, en aquests casos serà necessària la presència d'un tècnic de la firma subministradora.

E.4.6.5.- Estructura metàl·lica

Els treballs estructurals d'acer hauran de ser realitzats per operaris especialitzats. En tot cas es tindrà en compte l'indicat en la norma MV-103-1972, el càlcul de les estructures d'acer laminat en l'edificació i de la norma MV-109-1979 perfils conformats d'acer per estructures d'edificació.

En el cas d'unions soldades, hauran d'utilitzar-ne elèctrodes de revestiment bàsic, ben secs i de marques homologades. Les unions a soldar estaran sanejades i tindran l'adient preparació de vores.

En qualsevol cas serà preceptiva la supervisió dels treballs per un tècnic qualificat. En casos determinats, podrà a judici de la D.F. exigir-ne controls especials, tals com tomes radiogràfiques, anàlisis de materials...

E.4.6.6.- Fusteria metàl·lica – Manyeria

Haurà de sotmetre's a l'aprovació de la D.F. els perfils i solucions adoptats. Sobre aquestes capítol s'ha de fer un especial esment a les propietats d'estanquitat del vent, a la resistència del perfil, a la protecció d'anoditzats i recobriments anhoxidants i les característiques de la ferramenta. Les especificacions del projecte hauran d'indicar els principals requeriments.

Els elements de manyeria hauran d'estar perfectament soldats, nets d'escòries i projeccions i convenientment protegits conta l'oxidació, amb dues mans de mini electrolític. Això s'haurà de tenir molt en compte, especialment per aquelles zones ocultes o de difícil accés una vegada col·locades.

E.4.6.7.- Pintures i estucs



Es donaran les capes i tractaments indicats en el pressupost. Les pintures i vernissos seran de primera qualitat dins dels tipus especificats, i els colors seran els que designi la D.F. a la vista de postres realitzades a l'obra.

E.4.6.8 Lampisteria

Totes les instal·lacions compliran les Normes Bàsiques per les instal·lacions interiors de subministrament d'aigua aprovades per l'Ordre de 9 de desembre de 1975.

La instal·lació s'ajustarà a l'especificat en les Normes Tecnològiques de l'Edificació IC, ID, IF, IG i IS.

Tots els elements seran de les dimensions i qualitat indicades en el projecte.

Abans de començar la col·locació dels conductes tant del subministrament com de l'evacuació d'aigua i combustibles líquids, es presentarà una mostra a la D.F. la qual i per compte del contracte, manarà fer anàlisis que cregui oportuns per la verificació dels materials usats, especialment les canonades de ferro galvanitzat, els quals no eximiran de la seva responsabilitat al contracte respecte a les qualitats i condicions de col·locació.

Durant el muntatge de les instal·lacions es tindran en compte la neteja dels materials i aparença abans de la seva col·locació, tancar els forats previstos per la futura instal·lació d'aparells. Tenir cura de la caiguda de runes i altres objectes pels baixants, subjectar a l'obra de fàbrica amb brides especials per cada cas i independitzar totalment la instal·lació de l'estructura de l'edifici.

Per evitar condensacions, s'ha de mirar que la separació entre canonades d'aigua calenta i freda sigui com a mínim de 4 cms. i la de l'aigua calenta ha d'anar per sobre de la de l'aigua freda.

Es posarà especial cura en evitar el contacte de qualsevol canonada de ferro amb el guix, i amb morters o terrenys en els que no es tingui la certesa de què no existeix indicis del mateix.

Per la unió de diferents materials es tindrà en compte la possibilitat d'electròlisi en funció de la composició dels mateixos el seu ordre segons la direcció de líquid contingut i la composició química d'aquets últim.



Els materials següents es consideraran incompatibles amb les aigües agressives:

Acer galvanitzat.....aigües dures.

Plom.....aigües toves.

Coure.....aigües amoniacals.

Formigó.....aigües sulfatades.

Fibrociment.....aigües àcides (detergents, grasses, etc.)

E.4.6.9 Instal·lació elèctrica

En qualsevol cas les instal·lacions hauran d'estar d'acord amb el Reglament Electrotècnic per Baixa Tensió, aprovat pel Decret 2413/1973 de 20 de setembre, i les normes i Ordres complementàries dictades fins la data pel Ministeri d'Indústria i Energia.

E.4.6.9 Instal·lació de climatització

Es contemplaran les instruccions donades en el Plec de Condicions Generals Tècniques per treballs de climatització, ventilació i condicionament d'aire del projecte.

En qualsevol cas compliran amb el reglament de calefacció i aigua calenta sanitària.

E.4.7 Condicions generals de mesures i valoració de les obres

Tots els preus unitaris a que es refereix les normes de mesures i valoració de les obres contingudes en aquest Plec de Condicions s'entendrà que inclouen sempre el subministrament, manipulació i ús de tots els materials necessaris per l'execució de les unitats d'obra corresponents, a menys que explícitament s'incloguin alguns d'ells.

També s'entendrà que tots els preus unitaris comprenen les despeses de maquinària, mà d'obra, elements, accessoris, transports, eines, despeses generals i tota classe d'operacions, directes o incidentals, necessàries per deixar les unitats d'obra acabades d'acord a les condicions especificades en els articles d'aquest Plec de Condicions.



També queda inclòs en el preu la part proporcional a la realització d'assajos acreditatius de les qualitats previstes.

Si existís alguna excepció a aquesta norma general haurà d'estar explícitament indicada en el Contracte d'Adjudicació.

La descripció de les operacions i materials necessaris per executar les unitats d'obra que figuren en el Plec de Condicions del Projecte no és exhaustiva. Per tant, qualsevol operació o material no descrit o relacionat, però necessari, per executar una unitat d'obra, es considera sempre inclòs en els preus.

També, les descripcions que en algunes unitats d'obra apareguin dels materials i operacions que s'inclouen en el preu, és purament enunciativa i complementària per la major comprensió del concepte que representi la unitat d'obra.

E.4.8 Replanteig

Abans de començar els treballs es farà un replanteig de al zona de treball. Tots els replanteigs seran realitzats pel contractista i conformats per la D.F.

S'agafaran com a punts de referència, elements situats fora de l'àrea de l'obra. Aquestes referències hauran de tenir les màximes garanties de fixació en el terreny, i hauran d'escollir-ne entre aquells que no es puguin confondre.

E.4.9 Accessos

Serà per compte del contractista l'habilitació d'accessos per l'execució de les obres i als llocs de treball.

E.4.10 Obres no vistes

De tots els treballs i unitats de l'obra que hagin de quedar ocultes a l'acabament de l'obra, s'aixecaran els plànols necessaris perquè quedin perfectament definits; aquests documents s'estendran per triplicat, distribuint-se: un a la propietat, un altre a la D.F. i el tercer pel contractista, es realitzaran per aquests dos últims. Aquests plànols, que aniran suficientment acotats, es consideraran documents indispensables i irrecusables per efectuar els amidaments i per donar com a remesa l'obra.



E.4.11 Vigilància de l'obra

Serà a càrrec i a compte del contractista la conservació de la tanca i la vigilància del solar, cuidant-se de la conservació de les seves línies del límit i vigilant que, pels posseïdors de les finques continues, si n'hi haguessin, no es realitzi durant les obres actes que minorin o modifiquin la propietat.

El contractista tindrà cura que es mantingui l'obra neta, procedirà a la neteja de l'obra al final d'aquesta, i en qualsevol moment que per les condicions de seguretat i de facilitat de treball cregui convenient la D.F. Això es tindrà molt en compte, en especial, per facilitar el treball dels altres industrials participants, els quals retiraran els seus materials que sobrin, minves i embalatges.

El contractista és responsable de tota falta relativa a la policia urbana i de les Ordenances Municipals a aquests respectes, vigents en la localitat on l'edificació estigui ubicada.

E.4.12 Protecció contra les aigües

El contractista haurà de prendre les precaucions que s'imposin per protegir el detalls contra la invasió d'aigües naturals o residuals tant si són superficials, com en el seu cas, els afloraments d'aigua que procedeixin de capes intermèdies. El contractista haurà d'executar pel seu compte els drenatges provisionals i els esgotaments per bomba que fossin necessaris per impedir la presència d'aigua.

E.4.13 Senyalització i protecció

Durant l'execució dels treballs, el contractista evitarà destorbar el tràfic més del necessari i evitarà, fins on sigui possible, molestar al veïnat.

Els elements de senyalització de precaució especials, seran lluminosos (elèctrics), fluorescents o fosforescents, així com els taulers, tanques, etc. Seran els que disposi la D.F., essent obligació del contractista la col·locació dels mateixos en els llocs que se li indiquin.

E.4.14 Interpretació de documents i plànols d'execució

La interpretació tècnica del projecte correspondrà a la D.F.



El contractista haurà d'executar pel seu compte tots els dibuixos i plànols de detall necessaris per facilitar i organitzar l'execució dels treballs.

Aquests plànols, acompanyats amb totes les justificacions corresponents, haurà de sotmetre'ls a l'aprovació de la D.F. de les obres.

E.4.15 Plànols d'obres acabades

El contractista lliurarà a la D.F. un joc de reproduïbles complets de l'obra realitzada, amb la fi de que quedi la deguda constància de la totalitat de l'obra, inclòs totes les modificacions que durant el transcurs de la mateixa hagin tingut lloc, facilitant d'aquesta manera qualsevol treball de reparació o modificació que resultarà necessari realitzar amb posterioritat.

E.4.16 Desallotjament de l'obra i evacuació de la maquinària i dels materials sense ús

El contractista haurà de procedir a mesura que vagi avançant els treballs i en el termini màxim de deu dies a comptar de l'acabament definitiu dels mateixos, el desallotjament i la restitució en el seu estat inicial dels emplaçaments que hagués ocupat, tant per implantar les seves casetes d'obra o les instal·lacions de la mateixa, com per dipositar els materials necessaris per ells.

De no satisfer aquesta condició, quedarà sotmès a una penalització fixada per dia natural, sense límit i acumulativa a la penalitat per endarreriment previst en el Plec de Condicions. La quantitat de les anomenades penalitzacions s'indica en el contracte.

E.4.17 Assegurances

El contractista estarà obligat a presentar en el moment del inici de les obres, degudament formalitzada, una PÒLISSA D'ASSEGURANCES A TOT RISC de la construcció pel període d'un any a comptar des de la signatura del contracte i que cobreixi



F. EL IMPACTE AMBIENTAL DELS EDIFICIS

F.1 Introducció

Deberán tenerse en cuenta los impactos ambientales de los edificios y de sus materiales antes, durante y después de su construcción. Los diferentes efectos se considerarán con el coste de adoptar nuevas alternativas prácticas [WWF, 1993].

Los flujos de materia o energía que entran o salen del sistema estudiado contribuyen, de forma diferenciada, a un cierto número de impactos, o efectos (globales), sobre el medio ambiente. Se puede citar el efecto invernadero (o contribución al calentamiento global), la acidificación atmosférica (o la lluvia ácida), la destrucción de ozono estratosférico, la eutrofización, el agotamiento de los recursos naturales,... [Moch, 1996].

Per apropar-se a una construcció més sostenible, cal conèixer primer el impacte ambiental dels edificis en el medi ambient. Per exemple, l'escala de la seva incidència, local o regional.



IMPACTES	En la obra	Durant la vida útil	Després de la vida útil
Escala regional	Impacte visual Impacte en el paisatge Impacte acústic Generació de residus de obra	Consum d'aigua Producció d'escombreries Impacte visual Conducta dels inquilins	Residus de l'enderroc
Escala global	Impacte en la producció de materials Energia necessària	Despesa energètica Emissions de CO ₂ Emissions de NO _x Consum de CFC	Residus perillosos

Taula F.1. Impactes de l'edifici sobre el medi.

F.2 Els materials

Evaluar la dimensió medioambiental de un producte de construcció es intentar calificar y cuantificar el peso de los impactos que se le asocian por el conjunto de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta el final de su vida [Moch, 1996].



6.5.18 Paràmetres de sostenibilitat

El impacte de la construcció d'un edifici en el medi ambient es produeix des de la fabricació dels materials fins a la gestió dels residus generats per el seu enderroc, passant per la fase de construcció i d'utilització dels edificis.

El procés de selecció dels materials és una de les fases en que més fàcil resulta incidir, econòmicament i tècnicament, en la reducció de el impacte mediambiental. A grans trets, els tipus d'impacte en els que es pot incidir al escollir els materials poden agrupar en cinc blocs: l'aigua, les emissions, l'energia, els recursos i els residus.

L'aigua. Els impactes relacionats amb l'aigua inclouen tots els àmbits relacionats amb el seu estalvi i la seva possible contaminació al realitzar l'abocament de residus. D'aquesta manera, cal prioritzar aquells materials que no transmeten elements tòxics o contaminants a l'aigua, els mecanismes que permeten estalviar aigua en els punts de consum, les instal·lacions de sanejament per a la gestió d'aigües residuals de diferents orígens i els sistemes que permeten reutilitzar l'aigua de la pluja o la depuració de les aigües residuals per al seu ús posterior.

Les emissions. Les emissions generades per els edificis poden afectar a l'atmosfera, el que es tradueix en un impacte local o global. Des d'aquest punt de vista, es deuen prioritzar totes les solucions que ajudin a reduir les emissions dels gasos causants de l'efecte hivernacle, o les que hagin eliminat l'ús de CFCs o HCFCs. Les emissions també poden deteriorar el medi interior dels edificis i perjudicar la salut dels seus ocupants. Cal evitar els materials que emeten compostos orgànics volàtils, formaldehids, radiacions electromagnètiques o gasos tòxics o de difícil combustió. En quant al soroll, es recomana utilitzar aparells amb nivells baixos d'emissió de sorolls.

L'energia. Qualsevol actuació que comporti un estalvi energètic suposa a la seva vegada una reducció dels impactes, ja sigui per l'estalvi de recursos no renovables (petroli, carbó, etc.) o per la reducció d'emissions de CO₂. L'ús d'energies renovables és una solució completa, ja que aquestes actuen sobre ambdós paràmetres, evitant així el consum d'energies convencionals i eliminant les emissions. Existeixen altres opcions per a reduir el consum d'energia (ja sigui convencional o renovable), com són els aparells de baix consum energètic, l'ús d'aïllants tèrmics, els processos de fabricació de baix consum energètic o la cogeneració.



Els recursos. És preferible utilitzar materials procedents de recursos renovables. La reutilització i el reciclatge també són opcions vàlides. En aquest grup, poden encloure's la fusta dels boscos gestionats de forma sostenible i els materials fabricats amb materials reciclats. Si s'han d'utilitzar materials que utilitzin recursos renovables, com, per exemple, la pedra natural, cal donar prioritat a aquells que en el seu procés d'extracció siguin més respectuosos amb l'entorn. Així mateix, tots els productes amb una vida útil llarga contribueixen a l'estalvi de recursos.

Els residus. El fet de que un material es pugui reciclar al termini de la seva vida útil, o que contingui altres materials reciclables, és un aspecte que cal tenir en compte. Els residus del reciclatge directe són aquells que no requereixen cap transformació per tornar a ser utilitzats (per exemple, els sanitaris procedents d'un enderroc). Els residus del reciclatge secundari són aquells que, després d'algun tipus de transformació, es converteixen en altres productes (per exemple, els s'àrids de formigons reciclats). Cal desestimar els materials que es transformen en residus tòxics o perillosos al final de la seva vida útil. Un exemple d'aquests materials són els elements organoclorats i els materials com el cadmi, el plom, el mercuri o l'arsènic.

	Procés de fabricació materials	Fase de construcció	Fase d'utilització	Fase d'enderroc de l'edifici
Emissions a l'atmosfera	HCFC, CO ₂ , NO _x , SO ₂	Pols, soroll, amiant, CO ₂	Halons, CO ₂ , NO _x , SO ₂	Pols, soroll, amiant, CO ₂
Abocaments líquids a l'aigua	Productes químics, en funció del procés Lletades de ciment	Lletada de ciment	Aigües residuals	Buidament de dipòsits



Residus sòlids	Restos del procés Subproductes del procés	Embalatges Restos del procés Mermes Encofrats	Residus domèstics Residus de construcció de remodelacions	Obra de fàbrica Formigó Fusta Acer...
-----------------------	--	--	--	--

Taula F.2. Resum general dels residus de la construcció.

Els productes

Per poder valorar el impacte dels productes que es col·loquen en un edifici, en primer lloc cal classificar-los. La dificultat està en el fet de que el nom genèric “productes de construcció” inclou des de materials tan bàsics com la sorra o el ciment fins solucions comercials completes per un detall constructiu determinat.

A continuació es comentaran aquells materials que s'utilitzin o es vegin implicats a la fonamentació de l'edifici.

Aglomerants, conglomerants, morters i formigons. El ciment és un dels productes més utilitzats en la construcció. Generalment, les seves matèries primes (pedra calcària i materials argilosos) procedeixen de recursos no renovables i la seva extracció té un notable impacte ambiental, com sol succeir amb totes les extraccions de minerals. La pols del ciment és nociva per als pulmons i fa irritar la pell, tant en el seu estat sec com barrejat amb aigua.

Fins al moment, les avantatges han amagat els seus efectes negatius, però cal tendir a reduir la seva utilització. Per altre part, alguns fabricants ja han començat a reduir el impacte de les seves instal·lacions mitjançant molins de baixa emissió de pols. No obstant, altre opció consisteix en utilitzar ciments putzolònics, que contenen materials detestats en altres forns, el qual suposa la reutilització dels residus.



En quant al formigó i els morters, sumen les virtuts i defectes dels àrids, els conglomerats i l'aigua. La creixent utilització d'additius permet realitzar estalvis en alguns dels components anomenats, encara que no cal oblidar que algun d'aquests també té efectes negatius. Les possibilitats d'utilitzar àrids reciclats reduirà en el futur el impacte d'aquests materials.

Àrids i granulats. Tant les sorres com les graves s'obtenen de recursos naturals no renovables mitjançant activitats d'extracció que tenen un impacte irreversible en la naturalesa. Així mateix, cal afegir el consum d'energia que suposen dites activitats i el transport del material. Per evitar el impacte negatiu de les canteres, és precís rehabilitar-les un cop finalitzada la seva explotació.

En quant als àrids procedents d'excavacions per la construcció d'edificis o urbanitzacions, el més indicat és reutilitzar-los en la mateixa obra com replè per redefinir la topografia del terreny.

Altre possibilitat és utilitzar granulats reciclats procedents dels residus petrolers dels enderrocs. En un edifici d'estructura de fàbrica o de formigó, el pes dels residus petrolers varia entre el 95 i 98%. Aquests residus, convenientment tractats en una central de reciclatge, es converteixen en els granulats reciclats que es poden utilitzar en subbases de vials o per a la fabricació de formigó de baixa resistència.

Equips d'obra i mitjans auxiliars. La maquinària utilitzada sol ser sorollosa i molesta per als veïns. No obstant, les investigacions dels fabricants amb objecte de construir aparells més potents i amb majors prestacions inclouen sovint millores que, tot i estar pensades per a l'usuari, redunden en un menor impacte a l'entorn de l'obra.



F.3 Gestió de residus

Per tal controlar de manera unànim els residus de la construcció, la Generalitat [6] proposa una sèries d'obligacions respecte a l'impacte sobre el medi ambient en la construcció dels edificis

DECRET 201/1994, de 26 de juliol, regulador dels enderrocs i altres residus de la construcció. [6]

Els enderrocs, la runa i altres deixalles de la construcció constitueixen residus que contenen fraccions valorables que s'han de recuperar i altres fraccions que han de ser objecte de deposició controlada en el sòl per tal que es reincorporin al cicle de la naturalesa en condicions òptimes.

Aquests residus s'originen majoritàriament en el sector de la construcció, i la seva producció és, per tant, variable. Amb tot, es poden acceptar com a fiables les estimacions que avaluen la quantia de la seva producció anual en més de dos milions de t amb ratios per habitant i any que oscil·len entre 375 kg a la zona metropolitana de Barcelona i 275 en altres zones de Catalunya.

Aquesta matèria residual s'elimina avui quasi totalment mitjançant el sistema d'abocament al sòl, sovint incontroladament i sense aprofitar-ne, com es fa en altres països, els subproductes, matèries i substàncies que contenen, com són formigó, ceràmiques, fusta, ferro, coure, sorra, vidre, pedra, plàstics, que són valorables. Aquesta pràctica de gestió dels residus comporta:

- a) Afeccions negatives al medi ambient, ja que algunes d'aquestes matèries no són inerts.
- b) Malbaratament de recursos naturals.
- c) Afeccions negatives al paisatge.
- d) Accelerat rebliment d'abocadors de residus per causa del seu important volum.

Per raons de protecció del medi ambient i econòmiques, cal procedir doncs a l'ordenació de les operacions de gestió d'aquests residus, en el marc de la Llei 6/1993, de 15 de juliol, reguladora dels residus.

Per tant, a proposta del conseller de Medi Ambient, vist el dictamen de la Comissió Jurídica Assessora, i d'acord amb el Govern,



Decreto:**Capítol 1****Normes generals****Article 1****Objecte del Decret**

1.1 És objecte d'aquest Decret la regulació de les operacions de gestió dels enderrocs, runa i residus de la construcció en general que es destinen a l'abandonament.

1.2 No es consideraran residus destinats a l'abandonament les terres o materials procedents de l'excavació que hagin de ser reutilitzats com a rebliment per a una altra obra autoritzada.

Article 2**Objectius**

Són objectius d'aquesta regulació:

a) Obtenir el màxim aprofitament dels subproductes, matèries i substàncies que contenen aquests residus.

b) Garantir que les operacions de valoració i de disposició del rebuig es duguin a terme atenent les exigències i requeriments d'una alta protecció del medi ambient i de la preservació de la naturalesa i del paisatge.

Article 3**Definicions**

A l'objecte d'aquest Decret es considera:

Productor del residu: el propietari de l'immoble o estructura que l'origina.

Posseïdor del residu: el titular de l'empresa que efectua les operacions d'enderrocament, construcció, reforma, excavació o altres operacions generadores dels residus, o la persona física o jurídica que els tingui en possessió i no tingui la condició de gestor de residus.

Gestors del residu: el titular de les instal·lacions on s'efectuen les operacions de valoració dels residus i el titular de les instal·lacions on s'efectua la disposició del rebuig.

Article 4**Competències**

Els residus objecte d'aquest Decret poden ser gestionats com els residus assimilables als municipals i els ajuntaments tenen les competències de control de la seva gestió, d'acord amb la legislació vigent.

Article 5**Obligacions del productor i posseïdor**

5.1 Són obligacions del productor i del posseïdor dels residus:

a) Garantir que les operacions de valoració i disposició del rebuig es duen a terme segons les determinacions d'aquest Decret.



- b) Garantir que en les operacions de gestió in situ dels residus es compleixen les determinacions d'aquest Decret.
- c) Abonar els costos que s'originin en la gestió dels residus.

5.2 Per donar compliment a aquestes obligacions el productor i posseïdor dels residus han de:

- a) Lliurar els residus a un gestor autoritzat per al seu reciclatge o per a la disposició del rebuig i abonar-li, si s'escau, els costos de gestió.
- b) Facilitar a les administracions competents en la matèria tota la informació que se'ls sol·liciti i les actuacions d'inspecció que aquestes ordenin.
- c) Fiançar, si s'escau, en el moment d'obtenir la llicència urbanística municipal, els costos previstos de gestió dels residus, llevat del cas en què aquest finançament sigui aportat pel gestor del residu.

Estaran exempts de prestació de la fiança les empreses de la construcció que gestionin els residus en plantes autoritzades de la seva titularitat o de titularitat de les organitzacions empresarials del sector de la construcció de la qual sigui membre. També estaran exemptes si la planta és de titularitat de l'ens local que atorga la llicència.

Article 6

Obligacions del gestor

Són obligacions del gestor de residus:

Obtenir la llicència municipal per a l'exercici de l'activitat i la inscripció en el Registre de gestors de residus d'enderrocs de la Junta de Residus.

Complir totes les determinacions que constin en la llicència per a l'exercici de l'activitat de reciclatge o de disposició del rebuig, i específicament les següents:

- a) Mantenir les instal·lacions en servei d'explotació durant tot el període de vigència de la llicència. En cas de cessament voluntari de l'activitat abans que expiri el període de vigència de la llicència, haurà d'oferir gratuïtament les instal·lacions a l'ens públic que tingui les competències de control de la gestió per tal que es pugui subrogar en l'exercici de l'activitat durant tot el període de vigència.
- b) Fiançar, mitjançant la subscripció d'una pòlissa d'assegurança de responsabilitat civil, els possibles danys i perjudicis que es puguin originar en l'exercici de les activitats de gestió i el compliment de les condicions especificades en la llicència.

Facilitar als ens ambientals competents tota la informació que li sol·licitin i les actuacions d'inspecció que aquests ordenin.

Garantir que les operacions de transport dels residus es duen a terme en correctes condicions ambientals.

Capítol 2

Règim del servei de gestió

Article 7

Classificació

7.1 Als efectes de gestió, els residus objecte d'aquest Decret es classifiquen en:



- a) Enderrocs: materials i substàncies que s'obtenen de l'operació d'enderrocament d'edificis, instal·lacions i obra de fàbrica en general.
- b) De la construcció: materials i substàncies de rebuig que s'originen en l'activitat de construcció.
- c) D'excavació: terres, pedra o altres materials que s'originen en l'activitat d'excavació en el sòl.

7.2 Alhora, els residus d'enderrocs i d'excavació es classifiquen en:

- a) Originats en una activitat específica i independent subjecta a llicència urbanística municipal.
- b) Originats en una activitat d'enderrocament o excavació inclosa en una activitat de construcció subjecta a llicència urbanística municipal.
- c) Originats en activitats que no necessiten projecte tècnic.

Article 8

Acció preventiva

8.1 En el projecte tècnic que s'adjunta a la sol·licitud de la llicència urbanística d'enderrocament o excavació s'ha d'avaluar el volum i les característiques dels residus que s'originaran i especificar la instal·lació o instal·lacions de reciclatge i disposició del rebuig on es gestionaran en el cas que no s'utilitzin o reciclin en la mateixa obra.

8.2 En el projecte tècnic que s'adjunta a la sol·licitud de la llicència urbanística de construcció s'ha d'avaluar: a) El volum i característiques dels residus que s'originaran, ja siguin de l'operació d'enderrocament de construccions existents, ja siguin de les operacions d'excavació i de construcció.

b) Les operacions de destriament o recollida selectiva projectades.

c) La instal·lació o instal·lacions de reciclatge o disposició del rebuig on es gestionaran en el cas que no s'utilitzin o reciclin en la mateixa obra.

8.3 La manca de les determinacions fixades en els dos números anteriors en el projecte tècnic serà suficient per denegar la llicència sol·licitada.

8.4 En la llicència urbanística es faran constar les condicions específiques necessàries respecte de la gestió dels residus i, especialment, les que es refereixin al finançament previst en l'article 5.2 d'aquest Decret.

8.5 En la reglamentació del servei de gestió dels residus municipals s'han d'establir els mecanismes de control de l'adequada gestió dels residus que s'originen en activitats que no necessiten projecte tècnic per a la seva autorització.

Article 9

Acció de producció de residus

9.1 En la llicència d'enderrocament, construcció, reforma, moviment de terres o una altra que generi residus que són objecte d'aquest Decret, es podrà imposar l'obligació de destriar en origen les matèries que han de ser objecte de reciclatge, sempre que



concorrin les circumstàncies següents:

- a) Que es disposi de plantes de reciclatge suficients i idònies.
- b) Que l'obra o construcció ho permeti materialment.
- c) Que els costos siguin assumibles a raó de la magnitud de les matèries valorables, les seves característiques i la distància a la planta o plantes de reciclatge.

9.2 El titular de l'empresa que efectua les operacions que generen la producció de residus ha de donar compliment estricte a les determinacions que sobre la gestió dels residus es fixen en la llicència municipal, i específicament les de lliurar-los a un gestor autoritzat.

Article 10

Acció de l'Administració de la Generalitat

L'Administració de la Generalitat de Catalunya participarà en la gestió del servei mitjançant, entre altres, les accions següents:

- a) Foment de les plantes de reciclatge i de disposició del rebuig.
- b) Foment de les actuacions de comercialització i ús de les fraccions residuals recuperades.
- c) Vetllar perquè l'ús dels residus s'adreci prioritàriament a la recuperació d'àrees degradades per activitats extractives i s'empri com a materials en les obres públiques.
- d) Exercir les funcions de control ambiental de les activitats de gestió.

Article 11

Instal·lacions de reciclatge i disposició del rebuig

11.1 L'exercici de les activitats de gestió dels residus està subjecte a les determinacions legals com a activitats classificades.

11.2 Les instal·lacions de disposició del rebuig en el sòl de residus inerts tindran com a requeriments ambientals especials les seves afeccions al paisatge i el programa de restauració del territori afectat.

Article 12

Infraccions i sancions

Les infraccions a les disposicions d'aquest Decret seran sancionades d'acord amb el que disposa la Llei 6/1993, de 15 de juliol, reguladora dels residus.

Disposicions addicionals

-1 L'import de la fiança prevista en l'article 5.2.c) d'aquest Decret, que s'ha de dipositar en el moment d'obtenir la llicència urbanística municipal, es fixa en les quanties següents:

- a) Residus d'enderrocs i de la construcció, 1.000 ptes./t de residus previstos en el projecte, amb un mínim de 10.000 ptes.



b) Residus d'excavacions, 500 ptes./t, amb un mínim de 25.000 ptes. i un màxim de 2 milions de pessetes.

-2 El Departament de Medi Ambient actualitzarà la quantia de la fiança cada dos anys.

-3 Els projectes d'obres públiques no subjectes a llicència municipal es regiran per la seva normativa específica i concretaran, en tot cas, el sistema de gestió de les terres i materials sobrants, d'acord amb els objectius d'aquest Decret.

Barcelona, 26 de juliol de 1994

Jordi Pujol
President de la Generalitat de Catalunya

Albert Vilalta i González

conseller de Medi Ambient





Bibliografía

- [19] *Recomendaciones para el proyecto, construcción y control de anclajes al terreno HP.8.96. CICCOP.*
- [20] TERZAGHI, K. (1954) *Ancored Bulkheads, Trans. ASCE.*
- [21] BUSTAMANTE, M.
- [22] MAZARIEGOS, A., *Curso de proyecto y construcción de cimentaciones profundas.* Escuela Universitaria de Ingeniería de Obras Públicas. UPM
- [23] CTE
- [24] Departament de Medi Ambient. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya. Núm. 1931 – 8.8.1994
- [25] Departament de Ingeniería de la Construcción de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Dr. Pere Alavedra. *La construcción sostenible. El estado de la cuestión.* [<http://habitat.aq.upm.es>]

