

# La seguretat estructural de les parets de tàpia

**Seguretat estructural** en la rehabilitació d'edificis amb murs de tàpia

Josep Baquer

*Arquitecte tècnic*

*Cap de la Comissió de Rehabilitació de l'ACE*



## ■ Plantejament del problema

Quan hem de rehabilitar edificis amb murs de tàpia, o bé hi hem de fer algun tipus d'intervenció o informe, acostumem a tenir una gran sensació d'incertesa. Ens movem entre l'evidència que aquelles parets gruixudes de càrrega són allà potser des de fa més d'un segle, i la incertesa de si seguiran aguantant com fins ara. De vegades la por condiciona la nostra actuació professional, una por amb fonament perquè sabem que molts dels edificis que s'han esfondrat aquests darrers anys, havien estat bastits amb parets de tàpia. Per altra banda, no hi ha normativa que ens pugui servir de referent per poder establir criteris raonables de cara a prendre decisions. Per descomptat, el Codi Tècnic ni en parla, almenys directament. Ho veurem.

Més d'una vegada hem comentat que si poguéssim “agafar” un tros de paret de “fang” i trencar-la a laboratori... Però si això fos possible, quants trossos de paret hauríem de dur a laboratori perquè els resultats fossin fiables estadísticament parlant? I com ens ho hauríem de fer per posar-los a la premsa?

Parlem-ne doncs. Formulo dues preguntes a les quals miraré de donar resposta:

- **a)** ¿És veritat que de les parets de tàpia no se'n parla al CTE?
- **b)** ¿Es podria saber a laboratori a quant treballa la tàpia?

## ■ El Codi Tècnic i la tàpia

Efectivament, al CT, de la tàpia no se'n parla directament, però sí que ho fa indirectament. Hi ha un annex (D) al DB-SE titulat: *Avaluació estructural dels edificis existents*, un annex que cal llegir i estudiar detingudament. Allà es parla de com determinar la *capacidad portante* dels elements estructurals a partir de dos possibles tipus d'avaluació: la qualitativa (D.6) i la quantitativa (D.5), i a partir d'això verificar la seguretat estructural.

Pel que fa a les parets de tàpia, fer una avaluació qualitativa gairebé sempre és possible perquè comporta entre d'altres coses segons la norma, verificar els següents aspectes:

- Si l'edifici ja fa temps que s'ha construït i s'ha fet servir sense que hi hagi danys aparents
- Si hi ha una transmissió de forces adequada sobretot als punts més crítics
- Si hi ha un pla de manteniment acurat pot assegurar-ne unes bones condicions de servei
- Si no es preveu que hi hagi d'haver canvi d'ús més desfavorables que l'actual (o el de sempre)

La norma per tant, sense concretar de quin tipus de material s'estigui avaluant, dóna uns criteris assenyalats, uns criteris que bé es poden aplicar a les parets de tàpia. I acaba dient que "teniendo en cuenta el deterioro previsible así como el programa de mantenimiento previsto se puede anticipar una adecuada durabilidad".

Per tant, si només poguéssim fer una avaluació estructural de tipus qualitatiu dels murs, ja estariem complint el CTE, tant si el resultat d'aquesta avaluació fos positiu com negatiu. En el primer cas, i en el ben entès que no hi hagués canvi d'ús, amb un pla de manteniment, l'edifici estaria "en regla"; en el segon cas, si l'avaluació fos negativa, caldria procedir a fer-ne una diagnosi i el projecte corresponent de rehabilitació. Ara no hi entro.

Però si es volgués estudiar la possibilitat d'un canvi d'ús, o bé de substitució d'altres elements estructurals que s'hi recolzen com ara els forjats, o simplement, tenir una major certesa de la capacitat de treball d'alguna paret de tàpia perquè la propietat o l'ajuntament ens ho demana com a tècnics, aleshores hauríem de plantejar una avaluació quantitativa. En aquest cas, hauríem de trobar resposta a la segona pregunta que plantejàvem més amunt: ¿es podria saber a laboratori a quant treballa la tàpia?

La resposta és sí. Ara bé: aquesta afirmació ens duu a fer una altra pregunta: i això ¿com es pot fer?. Certament que el sistema no és dur a laboratori un bon tros de paret perquè sigui analitzada. N'hi hauria prou amb dur-hi algunes provetes, com es fa en el cas del formigó, però fins i tot més petites. Parlem-ne, però per poder-ho explicar cal que situem el "problema".

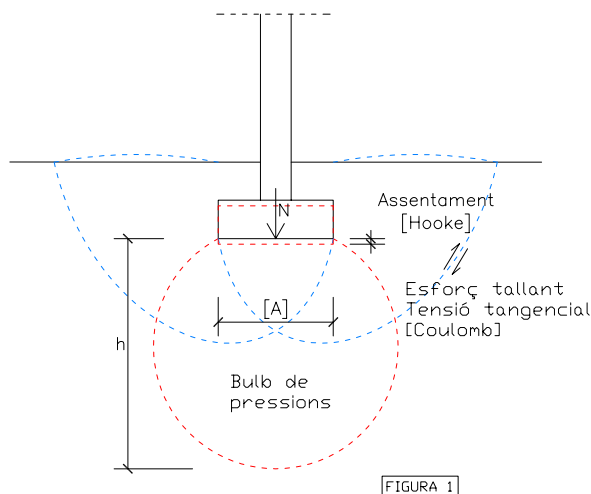
## ■ Com treballen les parets de tàpia?



La foto ens pot ajudar a entendre millor què és i com treballa un mur de tàpia. Vaig tenir la sort de passar per un carrer de la vila de El Bruc en què, per fer-hi el vial, van deixar al descobert els fonaments i el terreny d'una paret de tàpia. El subsòl ve a ser un entrepà de licorella i una capa de matriu argilosa amb nòduls calcaris. Els fonaments, a base de còdols mig en sec mig amalgamants amb morter de calç, i al damunt, la paret que té el mateix gruix pràcticament que el fonament. Encara s'hi pot veure la traça dels encofrats que es van emprar per pastar i compactar in situ el material extret del subsòl. Efectivament, en l'alçat a la vista, resta clar que el material del subsòl i el de la tàpia és el mateix. Això és lògic però no deixa de tenir la seva importància. És evident que la tàpia sempre es fa amb el material que es té a l'abast, i aquest material és el del propi terreny on s'assenta l'edifici.

D'aquí ja en podríem treure una primera conclusió: si el terreny és bo, la tàpia serà bona, i si el terreny és dolent, la tàpia serà dolenta. En aquest cas, el de la foto de El Bruc, el terreny és més que bo, i la tàpia dura com una pedra. Però en el cas que la matriu del terreny amb què s'hagi pastat la tàpia sigui llimosa-arenosa (com passa en molts barris antics de poblacions costaneres sorrencoses) o d'argiles molt toves, hauríem de dir que la tàpia previsiblement seria de mala qualitat, perquè la cohesió seria baixa i fàcilment afectable per lleugers increments d'humitat. És a dir: com passa amb el formigó, que n'hi ha de bona i mala qualitat, i amb la fàbrica ceràmica, també passa això amb la tàpia.

*Si només poguéssim fer una avaluació estructural de tipus qualitatiu dels murs, ja estariem complint el CTE*



Per tant, quan parlem de tàpia no podem donar mai per suposat que estem parlant d'un mal material de construcció. Tot depèn de quins components estigui pastada, i del grau d'humitat.

També podem veure que hi ha una zona ben seca i una altra força humida i que no obstant encara està suficientment cohesionada (bé: això a la foto no es pot veure, però in situ vaig tenir ocasió de comprovar-ho). Les humitats venen del terreny no excavat de l'altra banda de la paret i s'han enfilat paret amunt a causa de la capil·laritat.

Les parets de tàpia, com és el cas de tots els murs de càrrega dels edificis siguin del material que siguin, treballen a compressió (deixo de banda els possibles moments de segon ordre originats pel guerxament o el desplom; el guerxament no acostuma a ser problema per a les parets de tàpia que tenen poca esveltesa). Per altra banda, estaran en més o menys bones condicions de treball en funció de l'estabilitat que li donin altres elements "estructurals": l'entramat de parets, el recolzament de les bigues dels sostres, etc. Cal deixar clar que el tema de l'estabilitat global és essencial i cal considerar-lo per poder fer una avaluació tant qualitativa com quantitativa de la resistència estructural de les parets d'un edifici com és obvi, tant si són de fàbrica, com de bloc de formigó o com si són de tàpia, tot i que en aquest darrer cas té unes peculiaritats específiques. Ara no m'hi puc estendre en aquest aspecte.

#### ■ Analogia del terreny

Si com ara comentava, el material que es pasta per fer la tàpia es el propi del terreny del solar on es fa l'edifici (evidentment, s'haurien pogut transportar les terres de més lluny, però fa un segle, això s'havia de fer amb carros i tracció animal...; no deuria ser massa viable...) el primer que se'ns acut és que podríem analitzar el

material de la tàpia de manera semblant a com ho fem en el cas del terreny en els estudis geotècnics. ¿Què fem per analitzar el terreny i saber-ne les condicions de treball? Entre d'altres coses, extreure'n mostres inalterades per poder conèixer diferents paràmetres, com ara, la composició, al grau d'humitat, la densitat, etc.

Doncs bé: el mateix podem fer en el cas dels murs de tàpia. Podem extreure'n una sèrie de provetes de mides normalitzades (cilíndriques de relació 6/12 ó 8/16 cm) per analitzar-les a laboratori i conèixer tots els paràmetres pertinents. Ara bé, així com en el cas de les provetes de formigó el que es fa és l'assaig de trencament a compressió simple i a partir dels resultats, de manera estadística, en deduïm la resistència, en el cas de la tàpia hem d'arribar al mateix resultat però d'una forma indirecta.

Però abans de parlar d'aquest tipus d'assaig, hauria d'anar una mica més amunt en l'explicació de l'analogia del terreny i comentar el com i el perquè un terreny que està en càrrega pot arribar a col·lapsar. Per això ens pot anar bé veure com treballa una sabata (**Fig1**). Hi ha dos aspectes que cal contemplar alhora: l'assentament i la ruptura del terreny. L'assentament es produeix seguint els criteris de la Llei de Hooke que determina la deformació d'un sòlid sotmès a compressió en funció de la càrrega (N), la longitud de l'element en qüestió (h), el mòdul de deformació del material (E) i la secció transversal (A):  $\delta = Nh/AE$ . En el cas del terreny sota la sabata el "sòlid" de què es tracta és el bulb de pressions. Pel tema que ara ens ocupa no cal aprofundir-hi més. Només constatar-ho.

L'altre aspecte que sí ens interessa és el que obeeix a les lleis de Coulomb que són les que expliquen per què a causa de les sol·licitacions de càrrega (normals) un sòlid s'arriba a trencar i no precisament seguint el sentit i direcció en què rep la càrrega. Si recordem

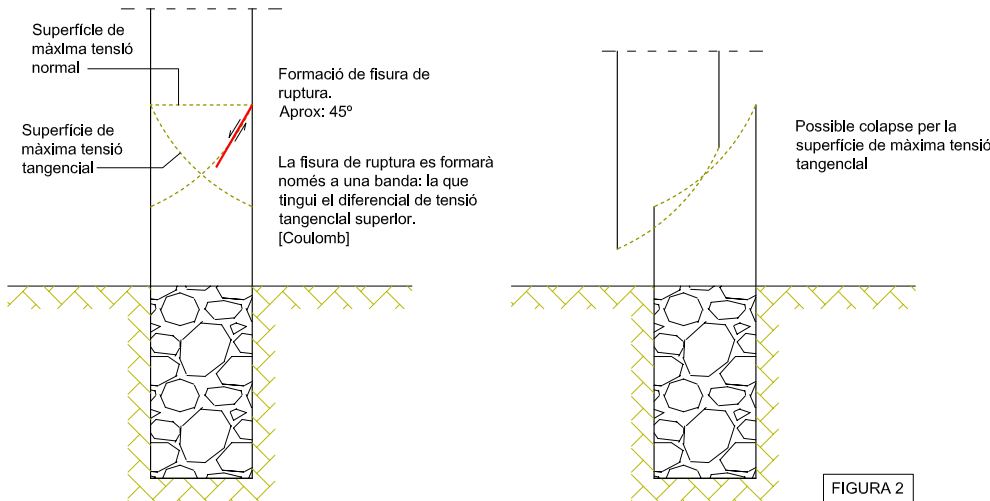


FIGURA 2

com trenquen les provetes de formigó veurem que això és així: el sòlid comença a trencar per allà on les “tensions normals” originen les màximes “tensions tangencials”: les esquerdes es formen més o menys a 45° respecte la directriu del cilindre (proveta).

A la figura 1 s’hi ha grafiat la traça de les superfícies en què les tensions tangencials en el subsòl, sota la sabata, arriben al valor màxim. Efectivament és l’esforç de tall (induït per la compressió normal) el que produeix la ruptura del sòl. Això també passa als murs de contenció quan la falca de tallants arriba al límit últim de ruptura. I això és el que passa als murs de tàpia carregats amb unes sol·licitacions “normals” (si la paret està ben aplomada, en sentit i direcció vertical descendent) que originen unes tensions tangencials de valor màxim en un pla o superfície, sensiblement a 45° respecte a la vertical que són les que originen la ruptura si superen la capacitat de resposta a tallants de la tàpia.

A la figura 2 es pot veure en esquema com es formaria una fissura de ruptura en un mur de tàpia, seguint la superfície de màximes tensions tangencials. En aquest sentit, si mai se’n detecten d’aquest tipus en fer una revisió tècnica, cal prendre precaucions perquè el mur podria ser a prop del col·lapse per raons òbvies.

### ■ Tensions normals i tangencials

Coulomb va començar a estudiar tota aquesta qüestió en els terrenys. Ell va establir una relació ben senzilla per cert, entre les tensions normals ( $\sigma$ ) i les tangencials ( $\tau$ ) formulada en l’equació d’una recta que se’n diu “línia de resistència”, que té una pendent determinada i un valor a origen (c) que com veurem després, és la cohesió:  $\tau_f = c + \sigma \cdot \text{Tg}\phi$ . En el cas dels terrenys cohesius, l’angle tendeix cap als  $\approx 20^\circ$  i la cohesió té un valor positiu a l’entorn de  $\approx 100 \text{ kN/m}^2$ , i en els terrenys no cohesius, la cohesió és nul·la ( $c=0,0 \text{ kN/m}^2$ ) i l’angle tendeix a  $\approx 30^\circ$ .

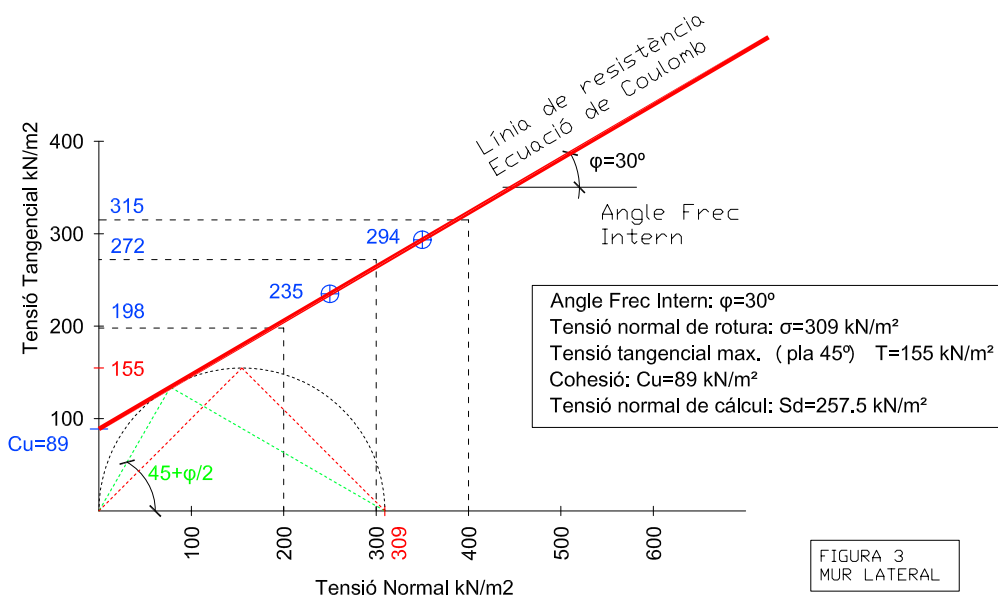


FIGURA 3  
MUR LATERAL

Mohr ho va poder explicar de forma gràfica a través del que es coneix com *Cercle de Mohr*. Es va poder estudiar experimentalment mitjançant un tipus d'assaig conegut com "tall directe" o de Casagrande. Ho podem veure a la figura 3 de la qual més avall en parlaré.

¿Com funciona l'assaig de tall directe?: Un aparell senzill, format per dues plaques (rígides) horitzontals, la superior i la inferior. Enmig s'hi col·loca la proveta que cal analitzar. La placa inferior és fixa i la superior es pot desplaçar en dues direccions: cap avall (premsant la proveta) i en sentit horitzontal (deformant transversalment la proveta). Uns manòmetres controlen la pressió en sentit vertical, i en sentit horitzontal. Un regle mesura els desplaçaments en sentit horitzontal.

Per fer l'assaig es sotmet la proveta a unes pressions normals esglaonades i conegudes i en cadascuna d'elles, a una tensió en sentit horitzontal (de cisalla) que permet conèixer les deformacions corresponents fins arribar a la ruptura. D'aquesta manera es defineix el diagrama "tensió-deformació" i el mòdul elàstic (E) o de deformació del material.

A partir d'aquests resultats, es pot traçar la línia de resistència (Coulomb) i els cercles de Mohr que calgui que permeten relacionar les tensions i les deformacions corresponents.

A la figura 3, veiem un gràfic que correspon a unes mostres concretes. A les tensions normals de 200, 300 i 400 kN/m<sup>2</sup> (abcisa) corresponen uns valors de ruptura a tallant de 198, 272 i 315 kN/m<sup>2</sup> (ordenada). Tant les dades de l'ordenada com de l'abcisa s'han de dibuixar a la mateixa escala. Interpolant aquests tres punts definim dos valors de tensió tangencial (235 i 294 kN/m<sup>2</sup>) que ens defineixen una recta. És la recta de Coulomb ("línia de resistència"). El punt d'intersecció d'aquesta recta amb l'eix d'ordenades, és el punt de tensió normal  $\sigma=0$  kN/m<sup>2</sup> i de tensió tangencial  $\tau=98$  kN/m<sup>2</sup>, que defineix la "cohesió" (c) del material de

la proveta. L'angle que forma amb l'abcisa, és l'angle de frec intern ( $\phi$ ). No em puc allargar en explicacions, però val a dir que quan la mostra té uns nivells d'humitat baixos (inferiors al 30 o 40%) aquesta tensió ve a ser ja la "cohesió efectiva" ( $c_v$ ) perquè no està condicionada pràcticament per les tensions intersticials de l'aigua continguda als pors<sup>1</sup>.

Normalment les mostres extretes de les parets de tàpia tenen uns nivells d'humitat intersticial molt baixos (si està en bones condicions). Per altra banda, seguint l'analogia amb el terreny, la tàpia de la paret d'un edifici es pot considerar *no confinada* i *preconsolidada*. Tenint en compte a més, que les pressions normals a què està sotmesa una paret de tàpia d'un edifici, no acostumen a ser molt elevades, per tot això esdevé indicat l'assaig de tall directe. Es podria fer també un assaig triaxial, sense confinar i sense drenar, i els resultats foren molt semblants.

#### ■ Determinació de la tensió normal de ruptura

Com deia més amunt, per arribar a la tensió (límit últim) de ruptura del material de la tàpia, s'ha de fer un camí indirecte, no com en el cas de les provetes de formigó que es trenquen en un assaig de compressió simple. Efectivament, podríem dir que des de les tensions tangencials, arribem a les tensions normals. ¿Com podem saber a quina tensió normal trencarà la paret de tàpia a causa de la fallida per tensions tangencials? (vegeu la figura 3). Traçant el cercle de Mohr per a una tensió normal  $\sigma=0,0$  kN/m<sup>2</sup>. Recordem com es fa: definim un triangle rectangle des de l'origen de coordenades d'angle  $(45+\phi/2)$  que tindrà el vèrtex de l'angle recte a tocar la recta de Coulomb. El vèrtex oposat al de l'origen de coordenades situat a l'abcisa, ens defineix la tensió normal de ruptura ( $\sigma=439$  kN/m<sup>2</sup>). Si tracem des del punt d'origen de coordenades una recta a 45° (que defineix el pla de màximes tensions de la proveta), la intersecció amb el cercle de

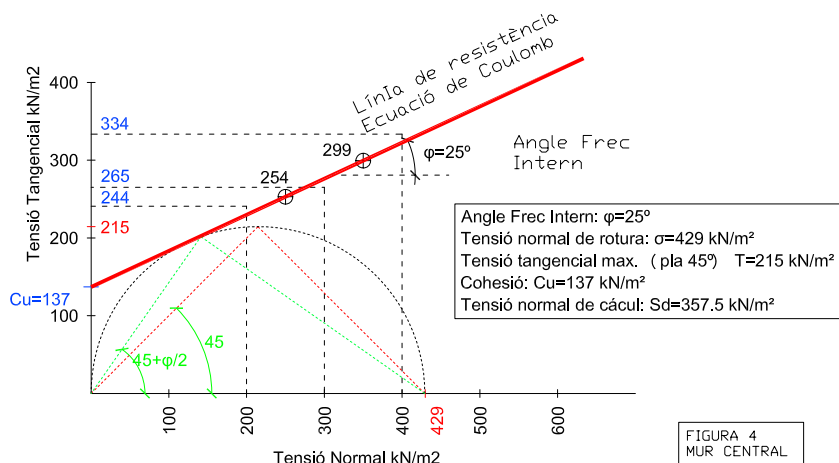


FIGURA 4  
MUR CENTRAL

(1) En el cas de terrenys amb un cert nivell de saturació intersticial, cal fer els assaigs "drenats", aplicant pressions "normals" al llarg d'un temps determinat. La placa inferior és porosa per permetre l'alliberament de l'aigua. Quan s'ha alliberat l'aigua intersticial suficientment, les partícules entren en contacte sense interferència de la pressió intersticial, aleshores es procedeix a verificar la relació tensió normal i tangencial.

Mohr definirà el punt de màxima tensió tangencial ( $\tau=219 \text{ kN/m}^2$ ): és aquesta tensió la que provoca la ruptura. O sigui: que la “nostra tàpia” en aquest cas, té un límit últim a tensió normal de  $\sigma=0,44 \text{ N/mm}^2$  o  $4,4 \text{ k/cm}^2$  (que ens resulta més entenedor). A partir d'aquesta tensió normal, la corresponent tensió tangencial que s'origina en el pla de màxima tensió a  $45^\circ$ , es la que provocarà la ruptura de la paret.

Aquests són els valors que ens interessa conèixer. A partir d'una sèrie de provetes que ens permetin establir la resistència de ruptura de manera estadística com fem en el cas de les provetes de formigó, podem saber el límit de ruptura que ens permetrà de fer una *avaluació quantitativa*, com fem amb altres materials emprats en la construcció de parets. Pensem que per traçar el cercle de Mohr necessitem trencar tres provetes a tres pressions diferents. Caldrà sospesar segons els casos, la quantitat de mostres que calgui extreure segons criteri del tècnic corresponent, i a partir d'una bona inspecció “qualitativa” que permeti avaluar la homogeneïtat aparent de la tàpia d'una determinada paret.

■ Límits últims i límits de servei

I ara ve el tema delicat. Per poder treballar amb *límits últims*, cal concretar uns coeficients de minoració (parcial) adients sobre el material per deduir la resistència de càlcul. ¿Quin  $\gamma_M$  adoptarem? Aquí, no hi ha normativa. El tècnic s'haurà de “mullar”.

¿Quin criteri regeix per definir aquest coeficient en el cas del formigó armat en fase de projecte? Atès que quan s'està projectant el nivell d'incertesa és molt elevat perquè no se sap ni a quina central es pastarà el formigó, ni si farà fred o calor el dia que es formigoni, ni si es vibrarà prou bé, ni si serà un divendres a la tarda o un dilluns al matí, ni si se'ls acudirà d'afegir-hi aigua a obra...; per tots aquests motius, en els casos més habituals s'aplica un coeficient parcial  $\gamma_c=1.5$  sobre la resistència característica ( $f_{ck}$ ) de manera que la resistència de càlcul serà força inferior a la característica  $f_{cd}=f_{ck}/\gamma_c$ . Per exemple: en el cas d'un formigó HA 25, la resistència de càlcul serà  $16,67 \text{ N/mm}^2$  “només”.

Ara bé: ¿què passa quan el que s'està estudiant és una obra existent, si sabem (estadísticament) per extracció de provetes (siguin de formigó o de tàpia) el valor del límit de ruptura? En aquest cas el valor és real. El material és allà i està en condicions de treball. No és un valor “característic” com el que es preveu en fase de projecte. El nivell d'incertesa -si la població del mostreig és prou correcta estadísticament- és molt baix, per no dir mínim. Sent així, ¿quin coeficient de minoració caldrà aplicar per treballar en valor de càlcul? Si em permeteu, jo em “mullaré” i proposo un  $\gamma_M=1.2$ , tan discutible com vulgueu, però em sembla prou correcte atès el nivell baix d'incertesa.

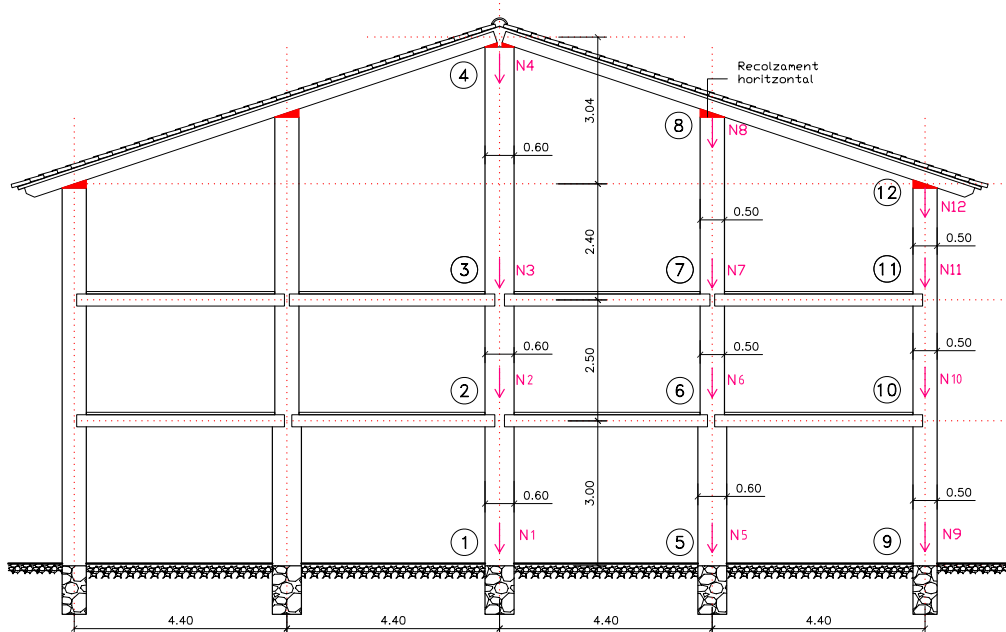


FIGURA 5

A partir d'aquesta dada, en un cas de rehabilitació en què calgui fer una avaluació quantitativa per la raó que sigui, fent una baixada de càrregues (valors característics) en el mur concret del qual se'n coneix la resistència de càlcul a compressió, s'arriba senzillament a saber amb quin coeficient estem treballant sobre les càrregues ( $\gamma_f$ ), i per tant el nivell de seguretat sobre aquell element concret.

### ■ Un exemple quasi real

Tot seguit proposo a tall d'exemple una aplicació del que he estat comentant fins ara. Es tracta d'un edifici "teòric" però molt semblant a un de real. A la figura 5 podem veure una alçat/secció de l'edifici amb les dimensions i els elements bàsics.

Se suposa que hem fet una campanya d'extracció de provetes tant del mur central com del lateral. Una mostra representativa del lateral seria el de la figura 3 abans esmentada. Una altra mostra representativa corresponent al mur central és la que s'adjunta a la figura 4. Podem veure els cercles de Mohr i les dades corresponents. Suposem que les tensions de ruptura un cop fets els càlculs estadístics coincideixen amb el valor d'ambdues mostres. Per tant,  $\sigma_1=309 \text{ kN/m}^2$  en el mur lateral, i  $\sigma_2=429 \text{ kN/m}^2$  en el mur central. Aplicant el coeficient parcial  $\gamma_M=1.2$  tindrem les tensions de càlcul ( $\sigma_{1d}=257,5 \text{ kN/m}^2$  i  $\sigma_{2d}=357,5 \text{ kN/m}^2$ ) en base a les quals, podrem deduir el coeficient de seguretat sobre les càrregues.

Per poder avaluar quantitativament la seguretat d'ambdues parets, hem fet una baixada de càrregues (estalvio aquí el detall d'aquesta baixada de càrregues) suposant que el forjat és un entarimat de fusta sobre bigues també de fusta, amb un paviment de lloses al damunt i les sobrecàrregues actuals sense modificar que serien les que s'acostumava a aplicar a l'època que es va fer l'edifici. Estem fent un supòsit per tant, en què no hi ha canvi d'ús. Al quadre de la figura 6 s'hi resumeix tot el procés i s'arriba a obtenir els coeficients de seguretat dels nusos més significatius, dividint la resistència de càlcul corresponent a la paret que pertany el nus ( $\sigma_d$ ), per la tensió deduïda a la baixada de càrregues ( $\sigma_n$ ), determinem el coeficient de seguretat sobre les càrregues aplicades ( $\gamma_f$ ).

Així doncs, hauriem pogut fer no només una avaluació qualitativa d'aquestes parets, sinó una avaluació quantitativa, arribant a conclusions numèriques fiables. A partir d'aquest punt hauriem de prendre les decisions pertinents a la vista de la seguretat calculada, i fixant els criteris de revisió i manteniment d'aquests elements estructurals si es considerava prou adequat el nivell de seguretat. En l'exemple que he proposat, els nusos 5 i 6 tindrien uns coeficients ajustats (l'ideal fóra l'entorn de  $\gamma_f=1,4$ ).

COEFICIENT DE SEGURETAT SOBRE LES CÀRREGUES			
	kN/m <sup>2</sup>		$\gamma_f$
	$\sigma_n$	$\sigma_d$	
NUS 1	257	357.5	1.39
NUS 2	205	357.5	1.74
NUS 3	135	357.5	2.65
NUS 5	210	257.5	1.22
NUS 6	189	257.5	1.36
NUS 7	114	257.5	2.25

N: Valor característic  
Sd: Tensió de càlcul

FIGURA 6

El tècnic hauria de decidir si són o no assumibles i actuar en conseqüència. Probablement, si s'assegurava que no s'alteraven les càrregues que hi incideixen, en aquest cas es podria donar per vàlid (sempre i quan l'avaluació qualitativa fos favorable).

### ■ A tall de conclusió

Com he comentat més amunt, hi ha altres factors relacionats amb la possibilitat de fer una avaluació quantitativa de les parets de tàpia. Em refereixo especialment a la incidència de la humitat i a diversos aspectes que afecten l'estabilitat global (o local). D'aquest aspecte no en parlo en el present article.

Crec que amb el que he exposat he donat resposta a les dues preguntes que formulava en començar:

- **a)** ¿És veritat que de les parets de tàpia no se'n parla al CTE?
- **b)** ¿Es podria saber a laboratori a quant treballa la tàpia?

De fet l'annex D del DB-SE és d'aplicació en el cas de les parets de tàpia de edificis que cal rehabilitar, i per tant ens hi podem acollir a l'hora d'estudiar un edifici d'aquest tipus estructural (**a**); i, sí és possible saber a quant treballa la tàpia, a partir de campanyes d'assaigs de tall directe (**b**).

Finalment, només comentar que en cas de canvi d'ús d'un edifici, esdevé imprescindible de fer una *avaluació quantitativa* dels elements estructurals pel que fa a la seva seguretat estructural. Entenc que el que he exposat en aquest article pot ajudar a complir el CTE en el cas d'edificis amb parets de càrrega de tàpia. ■

### Sobre l'autor

Josep Baquer Sistach és arquitecte tècnic, consultor d'estructures (ACE) i cap de la comissió de rehabilitació d'aquesta associació. Ha calculat i dirigit estructures d'edificis com ara el Centre Glòries Diagonal o l'edifici de La Caixa (el "cub") a la Diagonal de BCN. Ha estat el responsable del departament de càlcul d'estructures de L35 Arquitectos al llarg de més de vint anys. Ha col·laborat amb diversos articles a l'Informatiu, a Quaderns d'Estructures, i ha presentat ponències en diversos congressos i jornades tècniques. Actualment té oficina propia.