

Perfils d'ala estreta: final de la seva vida útil



Josep Baquer
Arquitecte tècnic
Consultor d'estructures (ACE)

■ ■ D'ençà que s'ha anat recuperant la sensibilitat envers el nostre patrimoni arquitectònic, i ja abans que comencés a sonar el mot "sostenibilitat", molts tècnics havíem anat prenent consciència de la importància que té la **rehabilitació d'edificis**, fins i tot aquests darrers anys de *vaques grasses*, en què els projectes d'obra nova ens ocupaven més temps que no pas els de rehabilitació.

Això ens ha permès d'anar adquirint experiència pel que fa a aquest tipus d'actuacions, bé es tracti d'intervencions que hem pogut projectar i dirigir nosaltres mateixos, o bé en el cas de revisions d'obres de rehabilitació fetes amb anterioritat per altres tècnics. Hem vist com en molts edificis s'hi ha anat fent obres de tot tipus per a millorar-ne les prestacions.

Algunes d'aquestes intervencions només de distribució interior, **han afectat l'estructura**, o bé perquè s'hi ha introduït nous elements, o bé perquè se n'ha prescindit d'altres, com és el cas de parets i divisions internes, o bé perquè s'hi ha fet noves obertures.

Per altra banda, a molts municipis, per no dir a gairebé a tots, s'han fet campanyes institucionals per promoure la restauració de façanes juntament amb plans urbanístics de recuperació i millora dels espais urbans. En molts casos s'ha tingut més cura de recuperar l'estètica inicial dels edificis que no pas de resoldre els **problemes estructurals que afectaven les façanes**.

Voldria centrar-me només en el cas molt habitual, d'edificis de principis de segle XX, de parets de càrrega i **sostres de perfils metàl·lics d'ala estreta**, revoltos

Els perfils d'ala estreta gairebé centenaris, han arribat en molts casos al final de la seva vida útil



CAPS DE PERFILS OXIDATS I EXFOLIATS EN ZONA DE RECOLZAMENT



ELEMENTS DE FAÇANA REHABILITATS

ceràmics manuals amb morter de calç, centrant-me en l'estat d'aquestes bigues.

Antecedents

Tot i que no voldria entrar en el tema de les dades històriques, només recordo que a finals de segle XIX i principis del XX, pel que fa a la construcció d'edificis, a casa nostra es tendeix a emprar la perfil·leria d'acer com alternativa a les bigues de fusta. A Catalunya i a la resta de la península, les bigues ens arriben de les fonerias

del nord, bàsicament, el que més endavant serien els *Altos Hornos de Vizcaya* i també, segons la fluctuació dels preus, a través d'importacions alemanyes.

A finals del XIX, cap a l'any 1897 quan tenia ja 70 anys, l'arquitecte Joan Torras i Guardiola¹, amb una gran experiència

¹ Va ser fundador del que seria l'Escola d'Arquitectura de Barcelona. Mestre de càlcul estructural d'Elies Rogent i d'Antoni Gaudí entre d'altres. Morí a Barcelona al 1910.

acumulada de disseny i mestratge en el camp de les estructures d'acer, decideix de posar en marxa les "seves" fonerries, una empresa que aviat va prendre volada: *Torras. Herreria y Construcciones S. A.*²

Aquests darrers anys, he tingut ocasió d'intervenir en alguns edificis de l'Eixample de Barcelona, o de zones del nucli més antic de la ciutat, bé sigui fent informes o bé redactant i dirigint projectes de rehabilitació estructural. Edificis de parets de càrrega i bigues de perfils laminats d'ala estreta. Tot i que la *mostra* estadística de què dispo no parteix d'una *població* suficient per arribar a resultats estadísticament correctes, l'experiència però, em fa arribar a una sèrie de conclusions que ara voldria exposar.

Actuacions en els darrers 15 anys

Moltes intervencions que s'ha fet al llarg dels propassats 10/15 anys, han estat **actuacions de maquillatge** que han ignorat les causes que provocaven les patologies manifestes. He vist moltes esquerdes simplement segellades, potser fins i tot grapades, embenades i pintades. He vist caps de bigues retallats a cara de mur, totalment rovellats, dins l'obra de fàbrica, que es van deixar allà dins, el dia que es va fer un nou forjat. He vist sostres sencers en què sense fer cap inspecció especial sobre l'estat dels caps de biga i de les ànimes dels perfils, s'hi ha aplicat una imprimació antioxidant a la part vista de l'ala inferior, i al damunt, la protecció RF pertinent. He vist moltes esquerdes en balcons i façanes simplement segellades i pintades per tal de recuperar l'aparença original del parament, però que al cap de poc temps es tornaven a obrir. He vist i es poden veure als nostres carrers, edificis en què s'hi va fer una "rehabilitació integral" ara fa deu o quinze anys, i que actualment s'hi ha hagut de col·locar xarxes de protecció a les façanes per evitar la caiguda d'elements despresos al carrer.

En molts d'aquests casos, he pogut comprovar que segons sembla, ningú s'hauria preocupat d'esbrinar si al dar-



ESTINTOLAMENT FET EN REHABILITACIÓ ANTERIOR SENSE ELIMINAR LA CAUSA DE LES PATOLOGIES



SECCIONS REALS DE PERFILS D'ALA ESTRETA

rera de les esquerdes i dels recobriments hi havia algun perfil oxidat, perquè quan s'ha iniciat una campanya d'estudi més a fons, s'ha pogut constatar que la causa de les esquerdes ha estat l'expansió produïda per l'oxidació i exfoliació de l'acer, i a més, que molts recobriments antioxidants o ignífugs amaguen perfils malmesos.

Crec que els perfils d'ala estreta, gairebé centenaris, han arribat en molts casos al **final de la seva vida útil**. En la majoria dels casos, i seguint els bons costums constructius de l'època, els forjats es feien amb perfils d'ala estreta, amb una lleu protecció antioxidant (o no), i revoltos ceràmics de rajola doblada i collada amb morter de calç. Això permetia de jugar amb els intereixos en funció de les llums i les càrregues, d'acord amb



EXPANSIÓ DE LA SECCIÓ D'UN PERFIL A CAUSA DE L'OXIDACIÓ I EXFOLIACIÓ

els manuals de l'època. Tothom pensava que el morter de calç dels revoltos era la protecció natural dels perfils d'acer pel que fa a les zones cobertes: l'anima i l'ala superior bàsicament. Per això es tenia cura de protegir amb "mini" de plom (el més habitual) l'ala inferior, en contacte amb la intempèrie ambiental. Doncs bé: això en realitat no és ben bé així, perquè en ambients humits (humitats persistents o freqüents), com ara soterranis poc ventilats, a sota coberta, als patis oberts, als murs de càrrega sigui de façana o de patis interiors oberts, etc, ens trobem els perfils laminats d'ala estreta oxidats, exfoliats, foradats, tant als caps de biga en les zones de recolzament, com a mitja llum. La raó sembla senzilla: el morter de calç absorbeix i reté la humitat i és per això, que les superfícies aparentment

² Amb seu social a la Rda. de Sant Pere 74, de Barcelona. Molts de nosaltres, quan érem estudiants, anàvem a les oficines d'aquesta empresa a demanar catàlegs, la redacció dels quals amb els anys, va anar a càrrec de J. M. Fornons Garcia, doctor enginyer i soci d'honor de l'ACE.



PATOLOGIES "AMAGADES" PELS REVOLTONS CERÀMICS AMB MORTERR DE CALÇ

protegides pels revoltons, de fet no ho estan. La patologia que això provoca no és sempre fàcil de detectar a primera vista perquè aparentment els sostres es veuen "correctes" a no ser que hi hagi deformacions molt aparents.

En el cas dels edificis "rehabilitats" de què parlava més amunt, l'observació o **detecció d'aquesta patologia** es fa més difícil, perquè la mà d'imprimació antioxidant i el recobriment ignífug, ho tapen tot. Ara bé: de vegades, precisament aquest recobriment ignífug és el que ajuda a detectar el problema, perquè sempre que apareix alguna fissura longitudinal al recobriment ignífug, seguint l'ala del perfil, s'hi amaga una biga oxidada. Sovint, aquestes lleus fissures són l'únic símptoma que manifesta el problema.

Quan hom sospita que els perfils estan oxidats, el camí de solució consisteix en endegar una campanya de cales, eliminant cels rasos si n'hi ha, repicant les parets a les zones de recolzament, repicant cassetons a tocar les parets de càrrega, i també a mitja llum, per detectar si hi ha problemes.

Fins aquí, considero només l'edifici de dins estant. Si sortíem a façana i patis, caldria revisar molt a fons les esquerdes que es formen a les lloses dels balcons o de les tribunes, i als paraments verticals de façanes i patis interiors, perquè normalment han estat originades per l'expansió de perfils oxidats que s'hi recolzen.

Estic convençut que l'abast d'aquestes patologies d'oxidació i exfoliació dels perfils d'ala estreta és important

Només si s'ha fet una inspecció acurada molt a fons, es pot arribar a concretar l'abast del problema per tal de poder **projectar** adequadament la solució amb l'avaluació corresponent.

He pogut tenir accés a uns quants edificis en molt malt estat a causa d'aquestes patologies, tant d'habitatges com d'oficines. Entenc que es tracta d'un problema recurrent i generalitzat. També tinc l'experiència que quan hom informa sobre

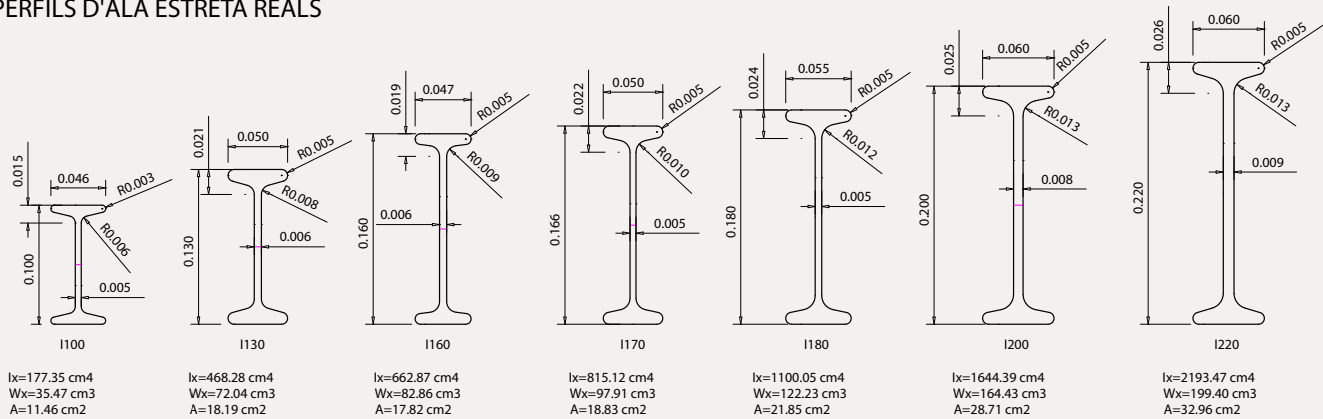
les patologies dels perfils d'ala estreta, els propietaris o els responsables de manteniment de l'edifici poden retirar la confiança al tècnic en qüestió tot cercant-ne d'altres més disposats a "maquillar" l'edifici, deixant de banda l'arrel del problema de les esquerdes.

Estic convençut que l'**abast d'aquestes patologies** d'oxidació i exfoliació dels perfils d'ala estreta és important. Crec que hi ha molts edificis afectats i penso també, que no tots els propietaris estan disposats a assumir el problema a fons, per raons econòmiques i socials. De vegades et diuen que és millor no crear "alarma", millor que "no vegin els paletes repicant", que "si s'ha aguantat fins ara, molt serà que no se segueixi aguantant" d'acord amb aquell conegut principi que diu que "els edificis no cauen perquè tenen por de caure".

L'abast de les patologies dels perfils

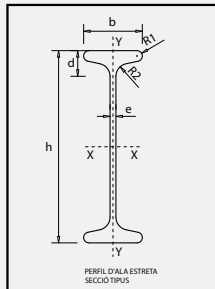
Voldria aportar una mica d'informació referent als **perfils d'ala estreta**. He tingut ocasió de col·leccionar "retalls" de perfils que m'han permès de conèixer-ne

PERFIS D'ALA ESTRETA REALS



VALORS ESTÀTICS DE PERFIS LAMINATS D'ALA ESTRETA
PERFIS D'OBRA A EDIFICI D'OFICINES VIA LAIETANA (BCN-1921)

TIPUS PERFIL	DIMENSIONS mm						Sec cm ²	Pes Kg/m	INÈRCIA cm ⁴		M.R. ELÀSTIC cm ³		RADI GIR cm	
	h	b	e	d	R1	R2			I_x	I_y	W_x	W_y	i_x	i_y
I 100	100	46	5	15	3	6	11,46	9,00	177,35	10,43	35,47	4,54	3,93	0,95
I 130	130	50	6	21	5	8	18,19	14,28	468,28	20,31	72,04	8,13	5,07	0,95
I 160	160	47	6	19	5	9	17,82	13,99	662,87	14,17	82,86	6,29	6,09	0,91
I 170	166	50	5	22	5	10	18,83	14,78	815,12	19,93	97,91	7,97	6,58	1,03
I 180	180	55	5	24	5	12	21,85	17,15	1.100,05	27,11	122,23	9,86	7,09	1,11
I 200	200	60	8	25	5	13	28,71	22,54	1.644,39	36,40	164,43	12,13	7,56	1,13
I 220	220	60	9	26	5	13	32,96	25,87	2.193,47	28,21	199,40	9,40	8,16	1,08



TORRAS HERRERIA Y CONSTRUCCIONES S.A.

h (mm)	Sec cm ²	Pes Kg/m	INÈRCIA cm ⁴		M.R. ELÀSTIC cm ³		RADI GIR cm	
			I_x	I_y	W_x	W_y	i_x	i_y
130	16,38	12,60	442	18	68	7	5,19	1,05
160	20,40	16,00	768	20	96	8	3,13	0,99
180	22,84	18,00	1.089	30	121	11	6,90	1,15
200	25,74	20,00	1.590	39	159	13	7,85	1,23
220	33,40	26,00	2.321	63	211	18	8,34	1,37

Nota: Els catàlegs només aporten aquestes dades

millor les dimensions de les seccions i els seus paràmetres.

Val a dir, que els vells corròns dels trens de laminat de les foneries, potser perquè no es canviaven o no es rectificaven massa sovint, s'anaven deformant, raó per la qual, els perfils sortien amb diverses seccions "només" relativament semblants a les seccions tipus de catàleg. Per altra banda, els perfils no sortien del tot rectilinis però sí aparentment rectes. Això fa que quan talles una "llesca" de perfil per comprovar-ne els paràmetres de la secció, hi hagi asimetries manifestes.

Tot i amb això, puc oferir unes **taules amb els paràmetres** deduïts a partir de perfils reals extrets d'un edifici en el qual hi he hagut de fer una intervenció estructural important. Quan s'estudien les seccions reals de perfils d'obra es constata com deia, que pràcticament cap secció és del tot simètrica respecte als eixos principals, raó per la qual, s'han de

deduir les mides a base de cercar en cada cas la dimensió més raonable per tal de recuperar la simetria teòrica de la secció. En aquest sentit, l'exactitud de la taula és relativa però "suficientment" correcta al meu entendre.

Les patologies originades per l'oxidació dels perfils d'ala estreta, s'acostumen a manifestar en esquerdes a l'obra de fàbrica, provocades per l'expansió i exfoliació de l'acer

A la taula que s'adjunta s'hi poden comparar els paràmetres de les seccions dels perfils "reals" d'obra, amb els teòrics del catàleg de laminats *Torras*. S'hi pot constatar també que hi ha algunes seccions que no es deuen laminar a *Herrerias*

Torras, concretament els perfils I-100 i I-170 perquè no se'n fa esment als seus catàlegs. El I-170 no surt a d'altres catàlegs que he pogut consultar: podria ser també I-165, perquè com es podrà observar a l'esquema que s'adjunta, té una alçada aproximada de 166 mm.

Evidentment vaig fer analitzar la **qualitat de l'acer**, per raons òbvies, tant la soldabilitat com els límits de ruptura i elàstic. Atès que a l'obra en qüestió hi havia moltes jàsseres de perfils compostos, em va sorprendre constatar que la qualitat de l'acer de les jàsseres (planxa de l'ànima i perfils en L de les ales) era la mateixa que la dels perfils d'ala estreta dels forjats. Concretament un límit elàstic: $f_y = 302 \text{ N/mm}^2$, i una resistència a la tracció: $f_u = 399 \text{ N/mm}^2$, per tant, es podria considerar un acer intermig entre el S235JR i el S275JR, (la soldabilitat és correcta: $Ceq = 0.144 < 0.35$ segons EN-10025: taula 4).



MANIFESTACIÓ DE L'OXIDACIÓ A TRAVÉS DE LA PROTECCIÓ IGNÍFUGA



CAPS DE BIGA SENSE ÀNIMA EN ZONA DE RECOLZAMENT

A tall de cloenda i conclusió

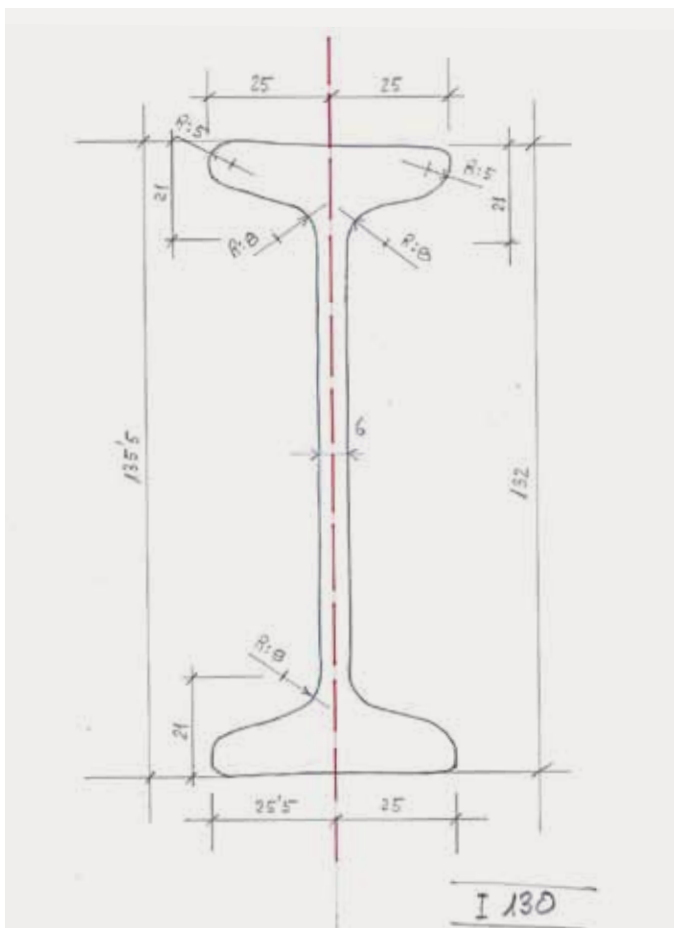
1. Els gairebé centenars perfils d'ala estreta han tingut un bon comportament, però ja fa anys que se'ls va acabar la vida útil en molts dels edificis de les nostres ciutats.
2. Cal desconfiar del morter de calç dels revoltos i de les parets de fàbrica com a element "protector" de l'acer especialment en zones que reben humitats o poc ventilades.
3. Les patologies originades per l'oxidació dels perfils d'ala estreta, s'acostumen a manifestar en esquerdes a l'obra de fàbrica, provocades per l'expansió i exfoliació de l'acer. L'expansió pot arribar a incrementar cinc o sis vegades la secció original.
4. Més val prevenir que curar. No cal recordar que quan les bigues fan fallida per esforços tallants excessius, el col·lapse no acostuma a avisar, i que una biga en caure, n'arrossega d'altres.
5. Pel que fa a la inspecció dels perfils:
 - a. S'ha de preveure una actuació "destructiva" que permeti observar les zones ocultes dels perfils, a base de campanyes de cales programades, considerant referentment les zones humides o que reben humitats freqüentment.
 - b. Cal inspeccionar els caps de les bigues repicant l'entorn de fàbrica ceràmica i morter de calç que els amaguen.
 - c. Cal fer cales que permetin veure l'estat de les ànimes dels perfils a mitja llum a base de repicar els revoltos, especialment en sostres sotmesos a humitats persistents.
 - d. No s'ha d'oblidar mai que el procés d'oxidació i exfoliació un cop iniciat, ja no s'atura, encara que es protegeixi (o s'estintoli) el perfil amb altres elements àdhuc estructurals, o bé amb imprimacions simplement antioxidants.
6. La possible reparació de perfils oxidats i exfoliats comporta:
 - a. L'eliminació de tot el rovell i de totes les capes exfoliades, fins a arribar a l'acer en bon estat, a base de raspat enèrgic (mecànic, o adollament amb sorra fina)
 - b. La verificació de l'eficàcia mecànica de la secció romanent (geometria i paràmetres mecànics corresponents) que permeti considerar l'aptitud al servei del perfil de secció "reduïda"
 - c. La passivació de tota la superfície raspada, i ulterior imprimació anti-oxidant, prèvia capa de pont d'unió si ambdues operacions difereixen en el temps.
 - d. Cal tenir en compte que aquestes operacions afecten tot el perímetre que limita la secció, i per tant també les ales a les zones de recolzament raó per la qual, caldrà estintolar els perfils per poder actuar a tota la superfície deixant a la vista els caps de les bigues rovellades.
7. Tant la inspecció com la possible resolució dels problemes originats per l'oxidació dels perfils d'ala estreta, tenen conseqüències econòmiques i socials, que caldrà contemplar des de l'àmbit polític per raons òbvies.
8. La ITE (*Inspecció Tècnica d'Edificis*) si no comporta inspeccions i estudis (destructius) que permetin arribar a una diagnosi fiable pel que fa a l'estat dels perfils d'ala estreta, podria esdevenir una despesa inútil i un estudi ineficax i enganyós.
9. Caldria fer un inventari d'edificis construïts amb perfils d'ala estreta per tal de poder planificar-ne una inspecció adequada a càrrec de tècnics competents en la matèria (localització del parc d'edificis amb forjats de perfils d'ala estreta).■



ESTAT DEL PERFIL "AMAGAT" PER LA PROTECCIÓ IGNÍFUGA FETA EN REHABILITACIONS ANTERIORS



PERFIL DEL FORJAT DE LA TRIBUNA COMPLETAMENT OXIDAT I EXFOLIAT



TRAÇA REAL D'UN PERFIL D'ALA ESTRETA: S'HI OBSERVEN CERTES ASSIMETRIES



FAÇANA DE VIA LAIETANA REHABILITADA