

QUADERNS D'ESTRUCTURES

Editorial
Editorial ▲

Recordant el Mestre ▲

Com pot afectar un assentament
d'un pilar a l'estructura d'un edifici ▲

Best Woman Structural Engineer ▲

Pruebas de carga en estructura
del lucernario de la cubierta del Paraninf ▲

Refuerzo estructural de elementos
de fábrica de ladrillo ▲

Miscel·lània
Miscelánea ▲

Llista de membres de l'associació
*Listado de miembros
de la asociación* ▲



ABRIL 2021
Preu: 9,00 €

71

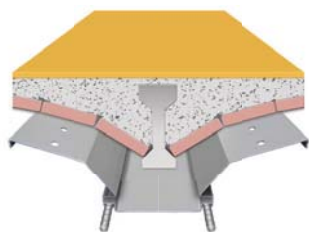
RECUPERACIÓ DE TOT TIPUS DE SOSTRES



COINTECS

Tel.: 93 308 83 85 • www.cointecs.com • ingenieros@cointecs.com

ÚNIC SISTEMA AMB:



- ▶ TRABAT I RECOLZAMENT EXCLUSIU EN MURS (patentat)
- ▶ SUBSTITUCIÓ FUNCIONAL ACTIVA I EFECTIVA
- ▶ ENGINYERIA AL SEU SERVEI
- ▶ SENSE SOLDADURES
- ▶ ADAPTAT AL SOSTRE



Nº 276R/14



ISO 9001



Distinció
Gremi
Constructors

CTE
CÓDIGO TÉCNICO
DE LA EDIFICACIÓN

EDITA

Associació de Consultors d'Estructures (ACE)

Quaderns d'Estructures (Dijous a l'ACE)

Número 71

Abril 2021

Preu de l'exemplar: 9,00 €

JUNTA DIRECTIVA

President

Enric Heredia Campmany-Gaudet

Vicepresident

Josep Baquer Sistach

Secretari

Jorge Blasco Miguel

Tresorer

Xavier Mateu i Palau

Àrea Qualitat

Martí Cabestany Puértolas

Àrea Comunicació

Xavier Mateu i Palau

Àrea Formació

Laureà Miró Bretos

Àrea Professional

Oriol Palou Julián

Àrea Exterior

Josep Baquer Sistach

Àrea Tecnològica

Miquel Rodríguez Niedenfürh

Dijous a l'ACE

Marcel Cruells Castellet

Administració

Mercedes Sierra Callejo

Equip de Redacció

Xavier Mateu i Palau

Publicitat

Ana Usea i Garí

Tel. 93 459 33 30

Col·laboradors d'aquest número

Jorge Blasco, Robert Brufau, Martí Cabestany, Juan Ignacio Eskubi, Marta Farrús, Jordi Maristany, Oriol Palou

Maquetació i producció

Baber scp

Núm. d'exemplars 500

Impressió: EGS. Rosari 2. Barcelona

Dipòsit legal: B. 28347-2000



Redacció i Administració

Jordi Girona, 1-3, Edifici Omega S207

08034 Barcelona

tel. 93 401 18 88

e-mail: administracio@aceweb.cat

web: www.aceweb.cat

Horaris d'oficina:

dilluns a divendres (9 a 14 hores)

ÍNDEX

Editorial **2**
Editorial
Martí Cabestany

Recordant el Mestre **5**
Robert Brufau Niubó

Com pot afectar un assentament
d'un pilar a l'estructura d'un edifici **9**
Jordi Maristany i Carreras

Best Woman Structural Engineer **27**
Marta Farrús

Pruebas de carga en estructura
del lucernario de la cubierta del Paraninf **31**
Jorge Blasco Miguel - Oriol Palou Julián

Refuerzo estructural de elementos
de fábrica de ladrillo **43**
Juan Ignacio Eskubi Ugarte

Miscel·lània **54**
Miscelánea

Llista de membres de l'associació **55**
Listado de miembros de la asociación

La redacció de la revista
no es fa responsable de les opinions,
textos i imatges dels autors dels articles.

EDITORIAL EDITORIAL

MARTÍ CABESTANY

A començaments d'any, la Generalitat ens va convidar a participar com a consultors del projecte TRAIN4SUSTAIN (<https://train4sustain.eu>), format per grups de treball a Hongria, Alemanya, França, Itàlia i Espanya per treballar la sostenibilitat en el sector de la construcció. La primera fita del projecte ha estat establir la línia de base per l'Estàndard de Qualitat de Competència (CQS).

«El sector de la construcció europeu s'enfronta a reptes sense precedents per aconseguir ambiciosos objectius d'eficiència energètica que només es poden acomplir si es llancen iniciatives de formació i instruments de política de suport, actuant com a trampolí per estimular la demanda d'habilitats d'eficiència energètica.»

TRAIN4SUSTAIN estimularà la demanda de professionals qualificats en el sector de la construcció (arquitectes, contractistes, pimes i treballadors) mitjançant l'acceptació de qualificacions i competències regionals i nacionals en el mercat de la construcció de la UE. Com? Amb les següents activitats.

En concret, TRAIN4SUSTAIN proporcionarà noves eines i serveis web per facilitar l'explotació pràctica de l'estàndard de qualitat de competència desenvolupat, registre d'habilitats i passaport d'habilitat en el mercat. TRAIN4SUSTAIN harmonitzarà i integrarà els resultats d'iniciatives, esquemes de competència i estàndards per promoure una comprensió comuna de les normes de competència energètica sostenible a la UE. La usabilitat pràctica i l'explotació de les normes de qualificació comunes es veuran reforçades a través d'un Registre Europeu de Competències (ESR). L'ESR serà una plataforma web que proporcionarà funcionalitats per comparar diversos esquemes de qualificació i resultats d'aprenentatge.»

Els darrers anys les normatives ja han introduït articles amb el concepte sostenibilitat, com per exemple l'anex 13 dins la EHE-08. Aquest nou projecte remarca la importància de l'eficiència energètica en el sector de la construcció.

A principios de año, la Generalitat nos invitó a participar como consultores del proyecto TRAIN4SUSTAIN (<https://train4sustain.eu>), formado por grupos de trabajo de Hungría, Alemania, Francia, Italia y España para trabajar la sostenibilidad en el sector de la construcción. El primer paso del proyecto ha sido establecer la línea de base para el Estándar de Calidad de Competencia (CQS).

«El sector de la construcción europeo se enfrenta a retos sin precedentes para lograr ambiciosos objetivos de eficiencia energética que solo se pueden cumplir si se lanzan iniciativas de formación e instrumentos de política de apoyo, actuando como trampolín para estimular la demanda de habilidades de eficiencia energética.»

TRAIN4SUSTAIN estimulará la demanda de profesionales cualificados en el sector de la construcción (arquitectos, contratistas, pymes y trabajadoras) mediante la aceptación de calificaciones y competencias regionales y nacionales en el mercado de la construcción de la UE. ¿Cómo? Con las siguientes actividades.

En concreto, TRAIN4SUSTAIN proporcionará nuevas herramientas y servicios web para facilitar la explotación práctica del estándar de calidad de competencia desarrollado, registro de habilidades y pasaporte de habilidad en el mercado. TRAIN4SUSTAIN armonizará e integrará los resultados de iniciativas, esquemas de competencia y estándares para promover una comprensión común de las normas de competencia energética sostenible en la UE. El uso práctico y la explotación de las normas de cualificación comunes estarán reforzadas a través de un Registro Europeo de Competencias (ESR). El ESR será una plataforma web que proporcionará funcionalidades para comparar diferentes esquemas de cualificación y resultados de aprendizaje.»

En los últimos años las normativas ya han introducido artículos con el concepto sostenibilidad, como por ejemplo el anexo 13 en la EHE-08. Este nuevo proyecto remarca la importancia de la eficiencia energética en el sector de la construcción.



Si analitzem l'eficiència energètica en el nostre camp, les estructures, es fa difícil establir a priori, quines estructures són més eficients, la seva quantificació dependrà del material i la superfície d'exposició-protecció.

Reflexionant sobre aquests nous conceptes se'ns obre un nou camp d'investigació de materials o de noves estructures en l'edificació.

Hi ha arquitectes que investiguen a nivell social la construcció d'habitatges a partir de reciclar contenidors, els quals, a nivell d'eficiència energètica, tindrien una baixa qualificació, tenim un nou camp d'investigació, aconseguir que la pell tingui un alt nivell d'eficiència energètica i a la vegada sigui l'estructura de l'edifici.

Això em fa pensar en un habitatge unifamiliar de planta baixa, que vaig veure construir ara fa uns 10 anys, amb estructura portant de bales de palla. Qualificació d'eficiència energètica alta i estructura 100% sostenible o en un edifici de panells de fusta CLT i un bon aïllament tèrmic.

En un futur haurem d'incorporar a les nostres estructures l'eficiència energètica, i la normativa així ho reflectirà.

Si analizamos la eficiencia energética en nuestro campo, las estructuras, se hace difícil establecer, a priori, qué estructuras son más eficientes; su cuantificación dependerá del material y la superficie de exposición-protección.

Reflexionando sobre estos nuevos conceptos se nos abre un nuevo campo de investigación de materiales o de nuevas estructuras en la edificación.

Hay arquitectos que investigan a nivel social la construcción de viviendas a partir de reciclar contenedores, los que, a nivel de eficiencia energética, tendrían una baja calificación, tenemos un nuevo campo de investigación, conseguir que la piel tenga un alto nivel de eficiencia energética y a la vez sea la estructura del edificio.

Esto me hace pensar en una vivienda unifamiliar de planta baja, que vi construir hace unos 10 años, con estructura portante de balas de paja. Calificación de eficiencia energética alta y estructura 100% sostenible o en un edificio de paneles de madera CLT y un buen aislamiento térmico.

En un futuro tendremos que incorporar a nuestras estructuras la eficiencia energética, y la normativa así lo reflejará.



SOLUCIONES TÉCNICAS **BETEC**®

EDIFICACIÓN, INGENIERÍA CIVIL, INDUSTRIA

**Mantenimiento, conservación
y rehabilitación de estructuras.**



Síguenos



RECORDANT EL MESTRE

ROBERT BRUFAU NIUBÓ

Doctor Arquitecte; President de la Fundació Privada Institut d'Estudis Estructurals (IEE); ha sigut President de l'Associació de Consultors d'Estructures (ACE) de 1987 a 1995; Professor Titular del Departament de Tecnologia en l'Arquitectura de la UPC, Àmbit d'Estructures; Professor de postgrau sobre estructures.

Soci Fundador de BOMA, SL; Soci Fundador de BBG estructures recerca i rehabilitació SLP.

Guardonat amb el Premi Internacional d'Arquitectura Mies van de Rohe, amb el Premi Nacional de Patrimoni Cultural. Al llarg de la seva carrera ha rebut 31 Premis FAD i ha estat finalista per més de 120 obres, essent homenatjat el 1996 amb un guardó especial amb un Premi Especial per la seva contribució al desenvolupament de l'arquitectura catalana durant els darrers 25 anys.

Autor de diferents obres tècniques i articles tècnics.

Quan estava cursant la segona meitat dels meus estudis d'Arquitectura vaig poder viure una evolució de la manera de rebre l'ensenyança que va condicionar el meu futur. Des de bon començament, m'havia adonat que el que realment m'agradava eren les estructures i ben aviat ho vaig tenir clar: havia de ser la meua especialització, perquè em fascinava la manera com es podien aixecar els més agosarats edificis que es construïen arreu.

Durant els primers cursos d'estructures, jo havia tingut professors molt correctes, però també molt convencionals i excessivament acadèmics, que no feien les classes massa atractives. Ho carregaven tot amb moltes fórmules i metodologies, però d'una manera bastant avorrida i amb poca component d'arquitectura... i tots volíem ser arquitectes, per damunt de tot, al marge de l'especialització que triéssim.

Em sembla recordar que va ser l'any 1968 quan es van convocar unes places per la Càtedra d'Estructures a l'Escola d'Arquitectura, a la que s'hi van presentar els de sempre i dos joves arquitectes, en Joan Margarit (30 anys) i en Carles Buxadé (27), que van resultar els guanyadors. Allà va canviar tot. La nova manera



Figura 1. El Museu de la Ciència de Terrassa.

de plantejar els cursos va suposar un canvi radical en els plantejaments i en la mateixa forma d'ensenyar i aprendre. Els que ho vam viure ho podem confirmar. Els primers apunts que van treure eren uns llibrets amb tapes vermelles, molt humils però carregats de contingut¹. En recordo particularment un, que duia per títol «Disseny estructural», on es començava a reflexionar sobre com utilitzar les estructures per potenciar una bona arquitectura, posant, de manera intel·ligent, aquelles al servei d'aquesta, en la línia com molts anys enrere preconitzaren l'arquitecte Joan Torras i Guardiola (1827-1910) i l'enginyer i arquitecte Fèlix Cardellach i Alivés (1875-1919), dos mestres històrics dels que ens dediquem a aquest camp.

Vaig poder assistir a alguna d'aquelles classes memorables en les quals els dos pujaven a la tarima per explicar un determinat comportament resistent. En Joan ho interpretava amb un criteri determinat i en Carles d'una manera ben diferent. Pretenien que l'alumne s'impliqués en el dubte i que, d'aquesta manera, el que volien ensenyar li acabés entrant, fins el punt que ens adonàvem que el que deien no era tan contradictori com semblava al principi. Tota una lliçó d'un tipus de docència intel·ligent.

Si hagués de descriure el que va representar l'entrada en escena d'en Joan i en Carles, diria que va ser, per damunt de tot, «engrescadora». La seva manera d'enfocar el plantejament de les estructures respecte a l'arquitectura ens va captivar. I no parlo només per a mi, ja que vam ser uns quants que ens hi vam enganxar. Ara em venen al cap noms tan rellevants com els de Javier López Rey, Josep Gómez Serrano o Jordi Maristany. Pocs anys després, va tenir un paper rellevant en continuar la seva línia el que va ser el meu soci profes-

¹ En un altre d'aquells llibrets ens explicaven una nova manera de resoldre els entramats estructurals. Era l'innovador sistema «Margabux» que ben aviat va ser acceptat per la majoria de nosaltres.



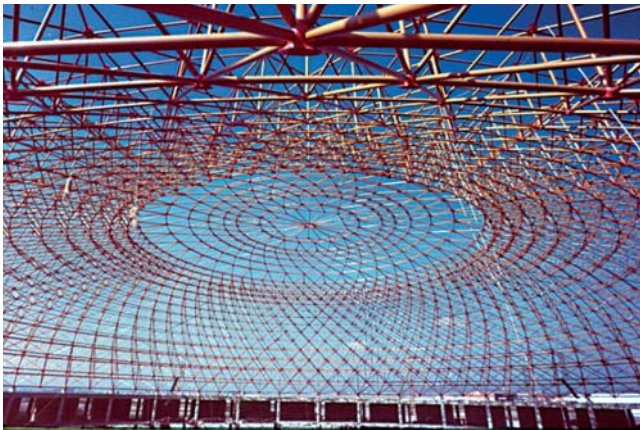


Figura 2. La cúpula del Mercat de Vitòria en construcció.

sional durant més de 30 anys, Agustí Obiol, i, encara alguns anys més tard, en Lluís Moya. Els dos són ara els catedràtics d'estructures de l'Escola d'Arquitectura de Barcelona. Tots tres vam fundar BOMA (Brufau, Obiol, Moya i Associats) que va ser un curiós cas d'estudi arquitectònic dedicat exclusivament al disseny estructural. Per BOMA van passar més de 400 becaris, que creïen al nostre estudi i que, després d'uns anys de formació, muntaven els seus estudis, també especialitzats en estructures, de manera que molts d'ells, seguint la nostra manera de fer, formaven becaris, reiniciant el cicle. Avui dia, quan a l'Associació de Consultors d'Estructures (ACE) ens trobem per alguna celebració fem una mena de broma amb el protocol de les generacions, i així, per exemple, el David Garcia sempre em presenta com el seu «pare professional», i quan ve acompanyat per algun dels seus col·laboradors més joves, me'ls presenta com els seus «fills professionals», i algun d'ells em diu: «...així, vostè és el meu avi estructural?». I la conversa continua dient-los que sí, però que si ens remuntéssim més enrere, els meus pares estructurals haurien estat en Joan Margarit i en Carles Buxadé, que, per tant, serien els avis d'en David i els besavis de tots ells. De fet, no en tenim cap dubte... amb ells va començar gairebé tot.

En Joan i en Carles van continuar treballant junts durant molt de temps². A principis d'aquest segle, l'any 2004, quan ja en Joan es dedicava amb més intensitat a la poesia, el seu estudi es va reconvertir en 2BMF i l'any 2011 en 2BMFG. El 2 era perquè també s'hi incor-

² En Joan i en Carles defugiren habitualment assumir el paper de consultors tal com s'entén aquesta figura avui en dia, a l'entendre que els interessava més fer els seus propis projectes estructurals, sota encàrrec directe dels Promotors i les Entitats. De manera ocasional, però, sí que col·laboraven amb alguns arquitectes de renom.

porava l'Àgata, filla d'en Buxadé, així com en Ramon Ferrando i en Carles Gelpí. Tot i que el Joan ho va anar deixant i en Carles es va jubilar fa alguns anys, l'estudi segueix endavant, treballant amb obres molt emblemàtiques, amb alguna de les quals hi estic actualment vinculat professionalment.

Repasaré ara algunes de les obres més emblemàtiques d'en Joan i en Carles. Va ser important la seva participació en la rehabilitació de l'Estadi Olímpic de Montjuïc, treballant amb els arquitectes Federico Correa, Alfons Milà i Vittorio Gregotti. També fou remarcable la recuperació del Vapor Aymerich, Amat i Jover, reconvertit en Museu de la Ciència i de la Tècnica de Terrassa, així com la rehabilitació de l'estàtua de Colom al Port de Barcelona, la rehabilitació del Pavelló del Rellotge a l'Escola Industrial, i la recuperació de la torre de l'agulla de l'Hospital de Sant Pau, a Barcelona. Van projectar l'Estadi Carlos Tartièrre a Oviedo, el Parc Científic de Barcelona al recinte de la Universitat de Barcelona i la gran cúpula del Mercat del Bestià d'Àlava, reconvertida posteriorment en Pavelló Poliesportiu del Club de Bàsquet TAU-Bascònia. Com actuacions molt innovadores destacaria l'edifici del Palau Nou de la Rambla, on, col·laborant amb l'equip d'arquitectura MBM, van excavar onze plantes de pàrquing robotitzat i també la Residència d'estudiants de la Universitat de Bellaterra, totalment prefabricada. En Joan es va implicar molt especialment en la recuperació de l'estabilitat de tres blocs de 60 metres d'altura, al Barri de Sant Pau, afectats per importants desploms. La seva intervenció més reconeguda, però, va ser la continuació de les obres



Figura 3. L'Estadi Olímpic de Montjuïc.



Figura 4. El creuer del Temple de la Sagrada Família.

del gaudinià Temple de la Sagrada Família, on l'estudi 2BMFG hi està treballant-hi ja fa més de 40 anys.

Quan fa alguns anys en Joan va ser proposat com Soci d'Honor de l'Associació de Consultors d'Estructures, jo vaig tenir la satisfacció de presentar-lo, i quan, després d'explicar els seus trets més importants li vaig passar la paraula, va fer algunes reflexions sobre la seva activitat compartida entre arquitecte i poeta, acabant la xerrada amb una poesia dedicada al que havia estat un dels seus mestres, l'arquitecte Bonaventura Bassegoda Mus-té³, que deia:

*Et recordo alt i gros
procaç, sentimental; llavors vostè
era una autoritat en Fonaments Profunds.
Sempre va començar la nostra classe
dient: Senyors, bon dia, avui
fa tants anys, tants mesos, i tants dies
que va morir la meva filla
i solia eixugar-se alguna llàgrima.
Teníem uns vint anys
però aquell homenàs que vostè era
plorant en plena classe
mai no ens va fer somriure.
Quant fa que ja vostè no compta el temps.
He pensat en vostè i en tots nosaltres
ara que soc una ombra amarga seva
perquè la meva filla
fa dos mesos, tres dies i sis hores
que té en la mort el fonament profund.*

No cal dir que a tots se'ns va fer un nus a la gola. Era impressionant sentir com en una petita poesia hi havia conjugat la seva vida personal i la seva poesia, així com la seva formació professional, i, com no, el reconeixement sincer a un professional del seu sector que l'havia influenciat molts anys abans.

El seu traspàs ens ha colpit a tots. Ell va ser un dels principals actors i inspiradors d'un sector, el de la construcció estructural, i d'una manera de practicar-la que es manté molt viva entre nosaltres. La seva influència ha sigut decisiva per mantenir l'hegemonia dels arquitectes en aquest camp a Catalunya, en contraposició amb el que passa pràcticament a tot el món, i Espanya no n'és una excepció, on és una disciplina que els arquitectes han deixat escapar en benefici de les enginyeries.

Jo he viscut els darrers trenta anys al mateix poble que el Joan, a Sant Just Desvern, a cent metres de distància d'ell. Tot i que molts cops m'he creuat amb ell i hem intercanviat algunes paraules, del que més me'n recordaré és de veure'l, de tant en tant, assegut a una taula de la cafeteria, amb el llapis a la mà, escrivint el que imagino era un dels seus poemes.

³ Bonaventura Bassegoda va ser un arquitecte molt interessant, tant pel que fa a la seva vessant humanística com pel que fa a la seva capacitat per projectar estructures magnífiques. Una excel·lent mostra va ser la gran nau del Mercat del Guinardó, una impressionant construcció d'arcs de formigó armat amb 30 metres de llum, incomprensiblement enderrocada fa alguns anys amb el vistiplau de l'Ajuntament de Barcelona.

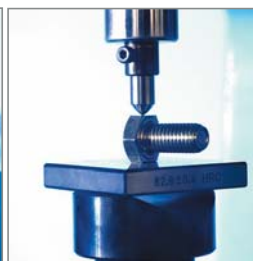
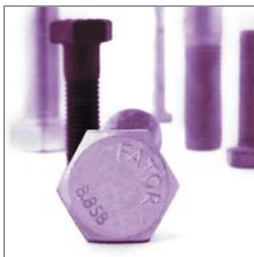


APASIONADOS POR LOS GRANDES PROYECTOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

www.fatorgroup.com



- ▶ Marcado CE según standard EN14399-1 para pernos de alta resistencia a la precarga
- ▶ Marcado CE según standard EN15048-1 para uniones atornilladas sin precarga



COM POT AFECTAR UN ASSENTAMENT D'UN PILAR A L'ESTRUCTURA D'UN EDIFICI

JORDI MARISTANY I CARRERAS

Doctor arquitecte. Al llarg de 45 anys ha alternat la docència i l'exercici professional des del seu despatx de càlcul d'estructures.

A nivell docent ha donat classes durant més de 40 anys al Departament d'Estructures a l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (UPC). Puntualment ha impartit cursos a les Universitats de Lille (França) i Skikda (Algèria).

Com a professional liberal ha intervingut en l'ampliació de la Terminal 2 de l'Aeroport del Prat, a la planta de la Seat de Martorell, a l'Imax, al Museu de la Ciència de Santa Creu de Tenerife i al Museu d'Art Contemporani de Santiago de Compostel·la. També ha dirigit la rehabilitació de l'Estació del Nord (Barcelona) i l'edifici Nexus.

El projecte de les 105 habitatges de P. O. de la Ciutadella (Tiana), del què és un dels tres autors, té un significat especial per a ell des del punt de vista social.

En el món cada cop més trepidant, insegur, superficial i efímer que vivim avui en dia, cada cop és més «habitual» entendre el càlcul de les estructures com una feina més que consisteix literalment en introduir unes dades per ordinador per un cantó i treure uns resultats per l'altre intentant dedicar el mínim temps possible a «pensar com treballa la nostra estructura», que és el més complicat, feixuc i lent «perquè compensi econòmicament».

Es el que hom ha popularitzat amb el nom de «cypeades» en honor d'un dels programes que més s'utilitza actualment.

La realitat acostuma a ser molt més complexa i, encara que aquesta forma de treballar no proporcioni uns resultats acurats, normalment ens permet «garantir» que la nostra estructura aguantí les càrregues exteriors especulant amb els generosos coeficients de seguretat que la normativa d'obligat compliment introdueix en el càlcul.

Aquesta forma de treballar es pràctica però limitada.

Per un cantó, aquest sistema ens impedeix conèixer amb una certa profunditat que està passant realment a les nostres estructures i per l'altre, cada cop ens atrofia més la nostra capacitat de raonament per detectar quan una estructura no es pot abordar només des de la perspectiva anterior.

En aquest article intentarem explicar un dels molts casos que se'ns pot presentar: el d'un assentament d'un pilar d'una estructura reticulada en el qual la omisió de «pensar» el que està passant durant tota la seva vida útil ens pot conduir a una interpretació completament errònia de com treballa [1].

De passada també explicarem com es pot avaluar la influència del procés constructiu i com es pot abordar el seu càlcul.

PARAULES CLAU: puntals, assentaments, mòdul elàstic del formigó, procés constructiu, edat del formigó.

INTRODUCCIÓ

Un cas paradigmàtic, i molt poc valorat, el constitueix la relació que té una estructura reticular de bigues i pilars amb el terreny on s'assenta.

Per evitar complicacions i simplificar els càlculs es parteix normalment de pressuposar que l'edifici està completament encastat al terreny on s'assenta (no es deixa ni girar ni desplaçar la base dels fonaments). D'aquesta forma es pot separar i simplificar el càlcul: per un



cantó, es calcula l'estructura sense haver de pensar què succeeix amb el fonament, i després es calcula el fonament sense haver de pensar com repercuteix a l'estructura.

Tothom sap que aquesta és una burda simplificació i que molts cops el binomi estructura-fonament va lligat, i considerar-ho per separat no respon a la realitat.

La mateixa norma (veure Codi Tècnic) quan ens proporciona la formulació per trobar el valor de la tensió admissible del terreny a través del mètode habitual, estableix un límit de deformació del terreny de 2,5 cm (aprox. una polsada) assumint, de fet, que aquesta simplificació de considerar un encastament és una pura entelèquia [2]. Qui no s'ha trobat (tot calculant una estructura qualsevol i a l'hora d'interpretar un estudi geotècnic) amb la típica frase (o similar) que acompanya l'informe que digui:

«Les càrregues admissibles de servei d'aquesta unitat s'han calculat a partir del mètode simplificat proposat pel CTE (fórmules 4.9 i 4.10 del Document Bàsic DB SE-C Cimientos) limitant els assentaments de les sabates a 2,5 cm»¹.

¹ La normativa també fa referència a la distorsió angular entre assentaments de sabates que limita al valor de $1/500$, encara que això aquí no ho tindrem en compte.

Anem, doncs, a veure com pot afectar a una estructura aporticada qualsevol un assentament que es produeixi en una sabata concreta².

DEFINICIÓ DE L'EDIFICI

Per explicar tot això, anem a estudiar el que succeeix en un cas concret d'un edifici d'habitatges de PB + 6 + + àtic a Sant Boi de Llobregat (fig. 1).

L'estructura dissenyada està formada per un forjat unidireccional de $18 + 5/70$ de gruix igual a totes les plantes que es suporta sobre una retícula de bigues de 30×40 en les dues direccions i que descansen sobre una retícula de pilars de f.a. d'inèrcia variable (de 30×30 a l'última planta fins a 45×45 a la planta baixa)³.

² Aquest cas límit podria ser, per exemple, el d'una estructura que es recolza totalment sobre pilotis (podem considerar per aquest cas assentament pràcticament nul del terreny) tret d'un sol pilar que, per motius logístics, es recolza mitjançant una sabata superficial sobre un terreny que té un assentament gens menyspreable.

³ Aquests estudis estan fets sobre la hipòtesi real d'uns forjats unidireccionals de bigueta i cassetó. Si els forjats estiguessin fets amb una llosa massissa de f.a., augmentarien molt més la rigidesa de l'estructura i, per un assentament predeterminat, provocarien en algunes seccions un augment encara més important dels esforços a les diferents barres.

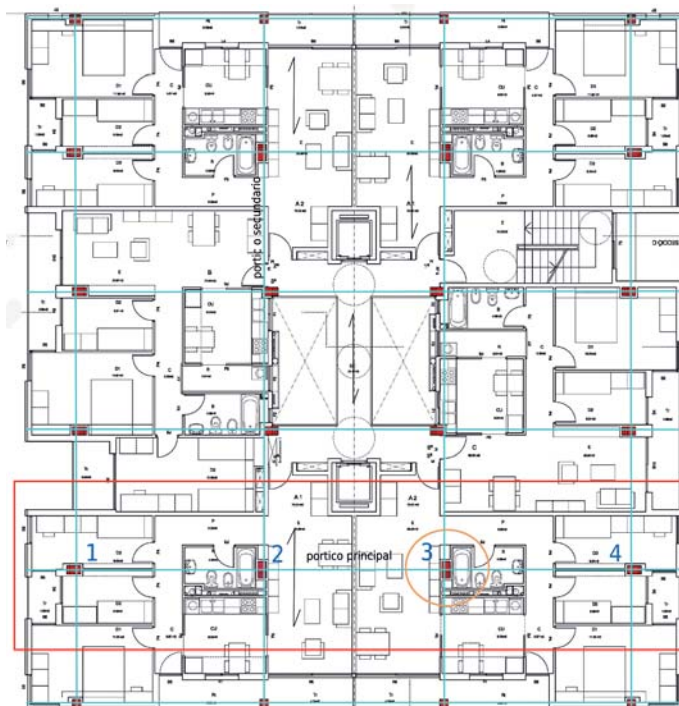


Figura 1. Foto de l'edifici i planta tipus.

A més, el pilar 3 es recolza, mitjançant una sabata superficial, sobre un sòl granular que té una tensió admissible de $2,0 \text{ k/cm}^2$ i un coeficient de balast de 1.000 T/m^3 en el qual, per facilitar els càlculs, es pot desestimar l'assentament diferit⁴.

Els murs de tancament són de 15 + 5 de fàbrica d'obra tradicional.

Per calcular l'estructura ens centrarem en el pòrtic assenyalat amb un rectangle vermell a la figura 1, on hi ha el pilar núm. 3, que és l'afectat per l'assentament.

Dades de Projecte:

- Lloc: carrer Frederic Mompou, barri Molí Nou SB-127 a Sant Boi de Llobregat (Barcelona).
- Arquitecte: Joan Barba Encarnación.
- Consultor d'estructures: Jordi Maristany.
- Núm. d'habitatges: 42 (quatre per planta).
- Núm. de plantes: 7.
- Promotor: Claus. Ajuntament de Sant Boi.
- Data de construcció: 2002.

ESTATS DE CÀRREGUES EXISTENTS^{5, 6}

Les càrregues verticals, a part de les provocades per l'assentament del pilar 3 que suporta el nostre pòrtic de referència, són les següents [3]:

1. Pes propi del forjat ⁷	300,0 kp/m ²
2. Paviment	100,0 kp/m ²
Total càrrega permanent	400,0 kp/m²
3. Envans ⁸	100,0 kp/m ²
4. Sobrecàrrega d'us	200,0 kp/m ²
Total sobrecàrrega	300,0 kp/m²
TOTAL	700,0 kp/m²

⁴ En el límit podria passar que el pilar 3 es quedés pràcticament «penjat» de la resta de l'estructura i fins i tot podria treballar a tracció (?).

⁵ Es considera a efectes de càlcul, i per simplificar, que totes les plantes suporten les mateixes càrregues.

⁶ En aquest estudi, també per simplificar, no s'ha considerat cap càrrega horitzontal com podria ser el vent o el sísmic.

⁷ S'inclou en aquest valor el pes propi de tota l'estructura.

⁸ Avui en dia, els envans es considerarien segons les noves normatives com càrregues permanents.

PLANTEIG DEL PROBLEMA I SUPORT INFORMÀTIC QUE S'HA UTILITZAT

Per poder trobar el valor dels esforços últims en pilars i forjats i els assentaments en els fonaments s'ha fet servir el programa informàtic en 2D @WinEva 8.06, basat en un càlcul i posterior dimensionat d'estructures dins del camp elàstic i lineal en primer ordre⁹.

El programa està basat en una discretització dels elements estructurals en barres i, pel nostre cas en concret, s'ha tingut en compte l'influència d'un allargament i/o escurçament d'aquestes, degut a l'esforç axial que actua sobre cadascuna en funció del seu mòdul elàstic, a més de considerar la deformació deguda a l'esforç tallant.

Per entendre millor la explicació, treballarem tota l'estona amb valors nominals que posteriorment es majoraran per trobar l'armat definitiu.

D'altra banda, per facilitar la comprensió, només analitzarem una sola hipòtesi de càrrega que combina els esforços produïts per les càrregues permanents més les sobrecàrregues més l'efecte de l'assentament de la base del pilar 3.

Per entendre millor què està passant, anirem fent els càlculs per aproximacions successives, analitzant cas per cas i traient conclusions parcials per arribar, al final de tot, a treure unes conclusions generals pel càlcul d'aquest tipus d'estructures.

Hem considerat, doncs, tres hipòtesis seqüencials de càlcul:

Hipòtesi I: es calcula l'estructura com si es construís totalment al mateix temps.

Hipòtesi II: es calcula tota l'estructura tenint en compte el procés de construcció planta per planta. Es considera també el moment d'aplicació dels diferents pesos propis de la resta de càrrega que s'aplica al final.

Hipòtesi III: Es considera, a més, l'efecte de repartiment d'esforços a les diferents barres dels apuntalaments en període de construcció i els diferents mòduls elàstics E_c de cada planta en el moment d'entrar en càrrega.

⁹ Aquest article suposa, per simplificar, que operarem sempre dins del camp elàstic. Per tant, no es contempen problemes plàstics o reològics del material.



ANÀLISIS DE LES DIFERENTS HIPÒTESIS

1. Hipòtesi I: es calcula tota l'estructura a la vegada

El més immediat (però incorrecte) seria plantejar només un sol càlcul com si es construís tot a la vegada (fig. 2).

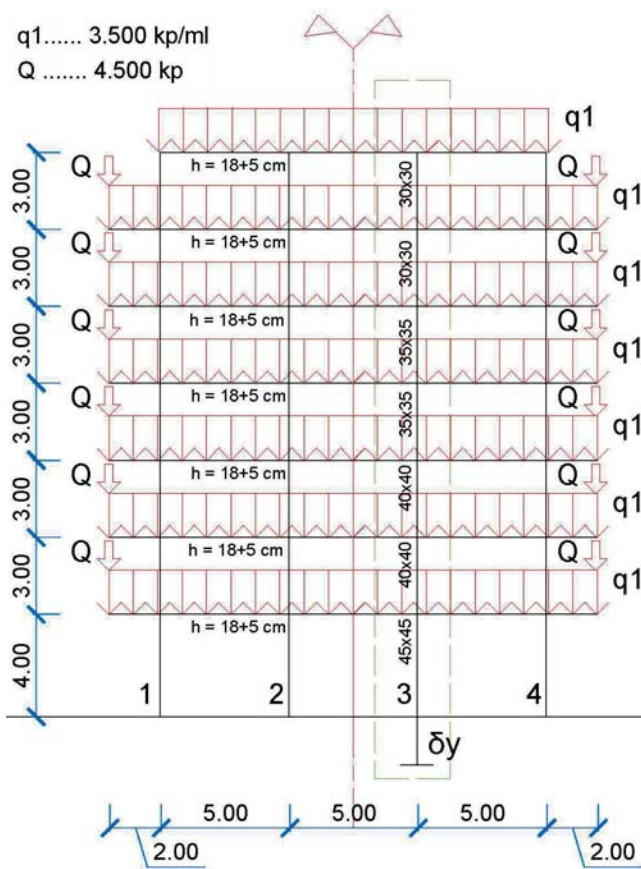


Figura 2. Pòrtic complet.

Per tant, les càrregues verticals que graviten sobre el pòrtic de referència seran aproximadament les càrregues superficials totals multiplicades per un intereix de 5,0 m:

$$q_1 = 700,0 \times 5,0 = 3.500 \text{ kp/ml}$$

$$Q = 3,0 \times 0,2 \times 5,0 \times 1.500 = 4.500 \text{ kp}$$

Per veure l'assentament que es produeix, calcularem l'estructura anterior sense imposar cap assentament, d'on es dedueix que pel pilar 3 baixen 120,85 T, que correspon aproximadament a una sabata de $2,45 \times 2,45 \text{ m}^2$, considerant una tensió de $2,0 \text{ k/cm}^2$.

$$\sigma = \frac{N}{A} \rightarrow A = \frac{N}{\sigma} = \frac{120,85}{20,0} = 6,0 \text{ m}^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow A = B \cong 2,45 \text{ m}$$

Ara si, com sabem que tenim un terreny sota el pilar 3 amb un coeficient de balast de 1.000 T/m^3 , ja podem trobar, per aquesta càrrega, l'assentament que es produeix:

$$c = \frac{\sigma}{\delta} \rightarrow \delta = \frac{\sigma}{c} = \frac{120,85}{2,45 \times 2,45 \times 1.000} \cong 0,02 \text{ m}$$

Anem a comparar ara el que passa a l'estructura segons si el pilar 3 (quan entra en càrrega) té un assentament de 20 mm o no en té cap¹⁰.

Axials dels pilars

Pel que respecta als axials (fig. 3a i 3b), al cedir el pilar número 3 es recolza en els pilars veïns i els hi traspasa part de la seva càrrega. Així passa de suportar

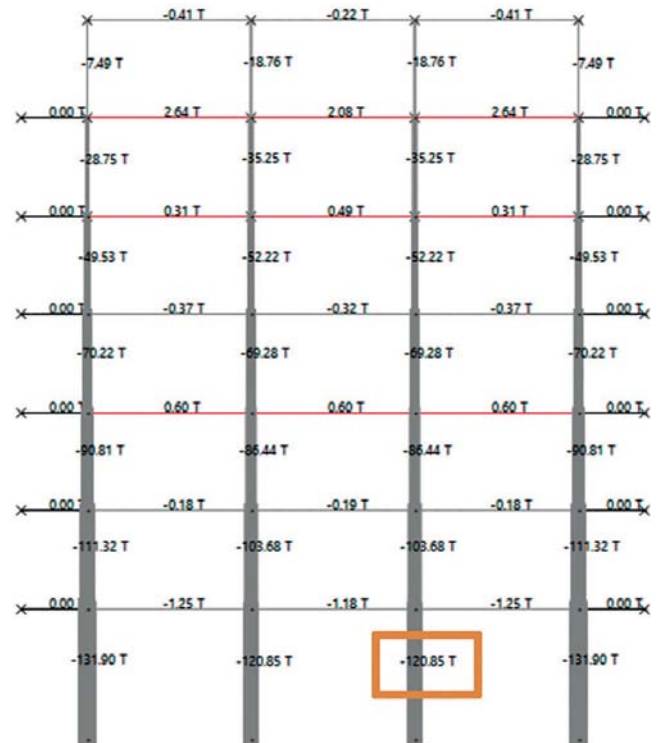


Figura 3a. Axials produïts en el pòrtic sense $\delta = 20 \text{ mm}$.

¹⁰ Per provocar un assentament a la base d'un pilar qualsevol, el programa @WinEva permet definir els nusos com si es tractés de unes molles elàstiques que relacionen la càrrega aplicada amb el desplaçament en la direcció de la càrrega.



Figura 3b. Axials produïts en el pòrtic amb $\delta = 20$ mm.

un axial de 120,85 T en planta baixa a tenir-ne solament un de 33,83 T quan cedeix el pilar; és a dir, queda pràcticament penjat de la resta de l'estructura¹¹.

Moments flectors

Si agafem com a referència els diagrames de moments flectors¹² (fig. 4a i 4b), podem veure com, en aquests casos, fins i tot hi ha una inversió del valor dels moments sota el pilar 3 molt preocupant si no s'ha tingut en compte prèviament en el càlcul¹³.

Es detecta que aquestes diferències són més paleses a mida que ens acostem a la base del pilar 3. En aquest sentit, fixem-nos com per exemple en el forjat de sostre de planta baixa a sobre del pilar afectat passa de suportar un flector negatiu de $-7,25$ mT a tenir de suportar en moment positiu de $+12,12$ mT.

És això el que passa realment?

¹¹ Perquè l'assentament del pilar 3 sigui de 2,0 cm, en el terreny sobre el qual s'assenta, el coeficient de molla elàstica haurà de ser igual a $33,83 \text{ T} / 20 \text{ mm} = 1,65$. És a dir, haurà de cedir 1 mm per cada 1,65 T que suporti.

¹² Als tallants els hi passa el mateix.

¹³ I per tant, un armat a l'altra cara.

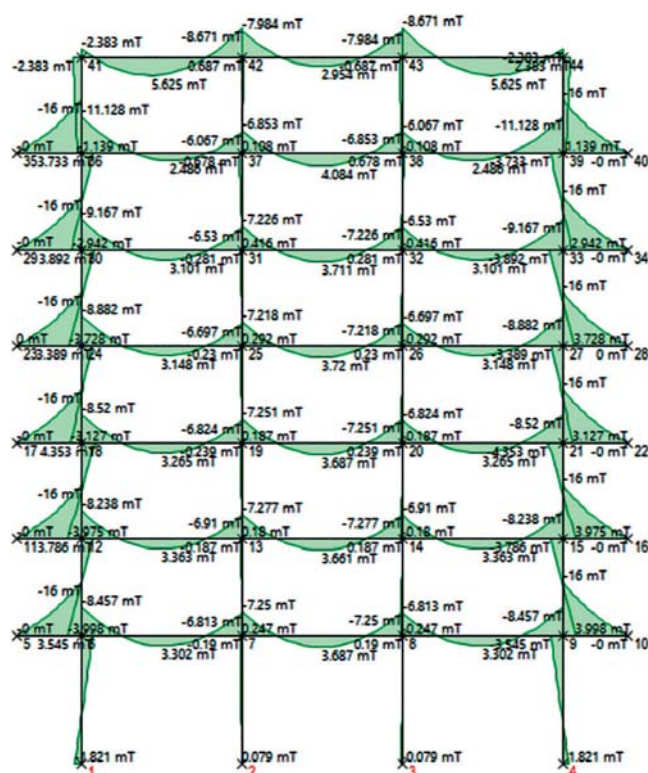


Figura 4a. MF produïts en el pòrtic sense $\delta = 20$ mm.

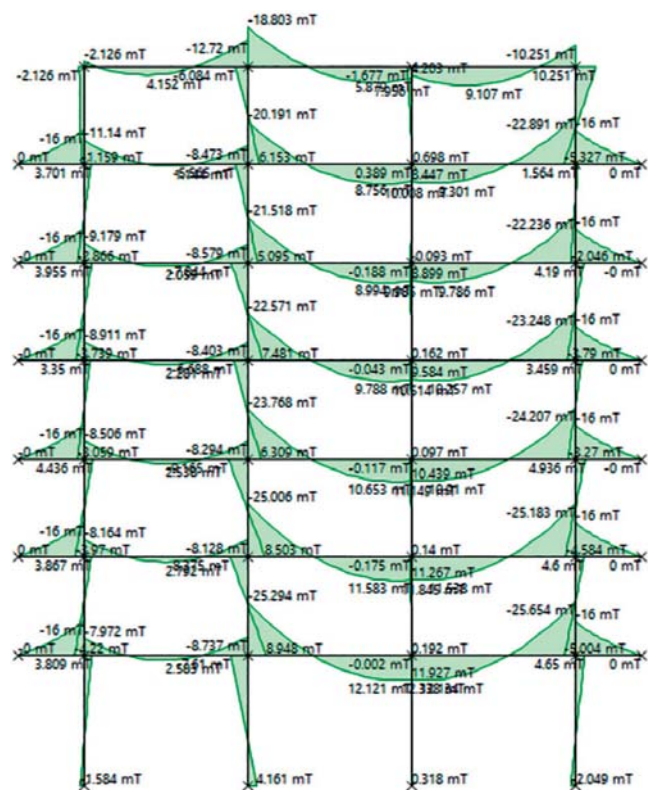


Figura 4b. MF produïts en el pòrtic amb $\delta = 20$ mm.



2. Hipòtesi II: es calcula l'estructura tenint en compte el seu procés constructiu

Si ens parem a pensar una mica, i volem discretitzat l'estructura tal i com funciona a la realitat, hi ha un fet que no podem deixar de valorar en aquest cas:

No és veritat que l'estructura entri en càrrega «de cop» sinó que va entrant en carga de forma gradual, a mida que es van construint les diferents plantes, adoptant en cada cas una tipologia diferent.

Així doncs, primer es construeix la primera planta, que haurà de suportar el seu propi pes i que provocarà un cert assentament a l'entrar en càrrega; després s'edificarà la segona sobre la primera, que a la vegada aguantarà el seu pes propi i que provocarà també un cert assentament, i així consecutivament fins l'última planta.

Finalment, un cop estigui tota l'estructura ja construïda l'haurèm de carregar amb la resta de les càrregues que ha de suportar el pòrtic en estat de servei.

Així:

$$q = 300,0 \times 5,0 = 1.500 \text{ kp/m}$$

$$s = (700,0 - 300,0) \times 5,0 = 2.000 \text{ kp/m}$$

$$Q = 3,0 \times 0,2 \times 5,0 \times 1.500 = 4.500 \text{ kp}$$

q pes propi
s pes resta cp + sobrecàrrega
Q pes parets de tancament

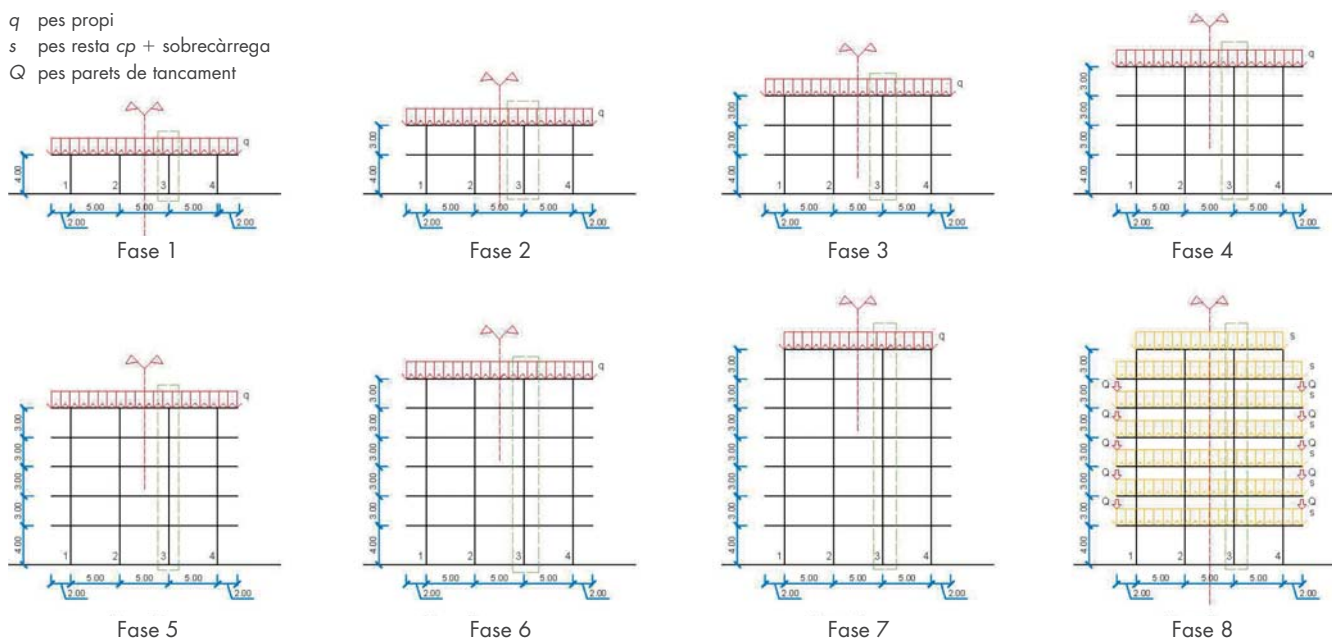


Figura 5. Procés incremental teòric de construcció del pòrtic anterior.

És a dir, a la fase 1, quan només hi ha construïda la planta baixa, el pes propi del sostre de la planta baixa només afectarà a la pròpia planta i als pilars on es recolza.

A la fase 2, quan ja s'ha construït la planta segona, el pes propi que transmet aquesta planta afectarà a aquest forjat més totes les barres (forjats i pilars) de les plantes inferiors, però no a les plantes superiors que encara no estan construïdes.

A la fase 3 i consecutives es procedirà de la mateixa forma. Finalment, a la darrera fase (fase 8), on ja tenim el pòrtic complet es carregarà la resta de la càrrega permanent com és el paviment i els envans, les parets de 15 de tancament dels voladissos i, finalment, la sobrecàrrega d'ús¹⁴.

Finalment, només haurem de sumar els efectes de les càrregues de cada planta de totes les fases per les quals ha passat l'edifici, per tenir el resultat dels esforços i poder comparar amb el cas anterior.

D'altra banda, per poder fer millor la comparació, considerarem que l'estructura s'assentarà sobre el mateix terreny que abans amb el mateix coeficient de balast de 1.000 T/m³ i farem servir la mateixa sabata de

¹⁴ En el nostre cas, al descartar les deformacions diferides, podem ajuntar, per simplificar, l'efecte de la càrrega dels paviments i les parets amb el de la sobrecàrrega.

2,45 × 2,45 m² per aguantar les càrregues que baixen pel pilar número 3.

Si comparem les dues estructures amb i sense «procés constructiu» podem comprovar com:

Axials dels pilars

En el nostre cas, si volem tenir en compte els efectes de la construcció planta per planta, podem comprovar com ara la baixada de càrregues està força més reparada entre els quatre pilars de planta baixa (taula 1).

Sorpren la diferència de càrregues existent que baixen pel pilar 3. En el cas de considerar el procés constructiu, l'axial d'aquest pilar a planta baixa és de 41,67 T i, en canvi, quan es fa el càlcul de cop (primera opció) per aquest pilar només hi baixava 33,83 T «recolzant-se» amb els del costat, que augmenten el seu axial.

Com sempre, veiem com aquestes diferències són més importants a mida que ens acostem a la base del pilar afectat i són més petites a la darrera planta: es van diluint a mida que ens allunyem del «focus» del problema.

Assentament de la sabata 3

En el cas de considerar el procés gradual de càrregues, l'assentament de la sabata augmenta un 25%

	Plantes	Pilar 1	Pilar 2	Pilar 3	Pilar 4
Pes propi	Planta 7	-3,39	-10,70	-2,16	-6,25
	Planta 6	-6,57	-10,38	-2,29	-9,27
	Planta 5	-6,58	-10,26	-2,50	-9,17
	Planta 4	-6,57	-10,10	-2,83	-9,01
	Planta 3	-6,59	-9,85	-3,28	-8,79
	Planta 2	-6,58	-9,47	-4,04	-8,41
	Planta 1	-6,58	-8,81	-5,33	-7,78
	Total pp	-42,85	-69,57	-22,42	-58,67
Resta de càrregues	Total rc	-85,97	-95,37	-19,25	-111,41
	TOTAL AMB STEPS	-128,82	-164,94	-41,67	-170,08
	TOTAL SENSE STEPS	-128,78	-168,95	-33,83	-173,94

Taula 1. Baixada dels axials considerant el procés constructiu («steps»).

	Plantes	δ
Pes propi	Planta 7	1,31
	Planta 6	1,39
	Planta 5	1,52
	Planta 4	1,71
	Planta 3	1,99
	Planta 2	2,45
	Planta 1	3,23
	Total pp	13,59
Resta de càrregues	Total rc	11,67
	TOTAL AMB STEPS	25,25
	TOTAL SENSE STEPS	20,00

Taula 2. Assentament amb steps (s = 1,65) per plantes construïdes.

(passa de 20,0 mm a 25,00 mm), lògic si en aquest últim cas, tal com dèiem abans, l'axial que baixa per aquest pilar augmenta notablement (taula 2).

Tal com es pot veure, l'assentament és més pronunciat quan es carreguen les plantes inferiors (3,23 mm en planta baixa) que quan ho fan les superiors (1,31 mm en la setena planta).



Moments flectors

Si comparem els valors dels moments flectors resultants en una estructura on s'ha produït un assentament instantani i un altre on hem tingut en compte, a més, la influència de les diferents fases per on passa l'estructura, les diferències poden arribar a ser molt importants (annex 1).

Si agafem a títol d'exemple el que passa al tram 3-4 de les plantes 1, 3, 5 i 7, el valor dels negatius a sobre dels pilars 3 i 4 presenten notables diferències entre els dos casos, considerant i no considerant el procés constructiu.

A les plantes superiors, els valors dels moments flectors de l'estructura que no considera el procés constructiu són molt més grans (i fins i tot canvien de sentit); en canvi, en planta baixa, pràcticament tenen el mateix valor.

En concret, a l'última planta, els valors dels moments negatius a cada cantó del tram 3-4 passen de valdre 5,88 mT i -10,25 mT, a uns valors molt més petits (de -0,66 mT i -7,26 mT), quan es té en compte el procés constructiu.

En el cas dels positius, passa una cosa semblant: en el cas de considerar el procés constructiu, els valors dels moments al centre del tram són força diferents a les plantes superiors. En canvi, a mida que es va baixant, aquesta diferència no és tan evident.

Per tant, sembla lògic pensar que, quan haguem de projectar una estructura a la qual preveiem uns assentaments importants, ens obligarà a repensar com es comporta realment i com pot influir el sistema de construcció triat. Curiosament, les plantes amb més diferències són les superiors, on els assentaments fan més mal.

Però el procés d'aixecament de l'estructura no és tan simple com fins ara hem considerat: el fet d'apuntalar les diferents plantes en el procés de construcció, i el tenir en compte l'envelliment del formigó, pot canviar notablement la redistribució dels esforços. Anem a veure-ho.

3. Hipòtesi III: es considera la redistribució deguda als puntals amb els diferents valors d' E_c de cada planta

Si es vol fer un anàlisis ben fet, és molt convenient tenir present, com a mínim, dos factors més, que fins ara no estàvem considerant. A saber:

■ El procés d'apuntalament de les diferents plantes en el procés constructiu.

El repartiment dels esforços provocats pel pes propi de l'edifici, que actua a les diferents plantes, pot canviar sensiblement en funció del número de plantes apuntalades a la vegada i dels temps d'apuntalat i desapuntalat que considerem. Ara hi ha disponible molta bibliografia tractant aquest tema [4] [5] [6].

A la figura 6 es pot veure aquest procés de construcció per fases indicant l'«edat» del formigó en cada cas.

Nosaltres aquí suposarem el cas habitual de disposar de tres plantes apuntalades a la vegada i que, per apuntalar una planta sencera es triga set dies, i per desapuntalar la planta inferior, cinc dies¹⁵.

■ La diferència de deformabilitat de les diferents plantes en funció de la diferent edat del formigó de cada planta.

No totes les plantes es construeixen al mateix temps: la planta baixa fa més temps que està construïda i les plantes superiors són més noves.

Com que el mòdul elàstic del material (a major mòdul, menor deformació) és funció de l'edat del formigó, les plantes inferiors els hi costarà més deformar-se i, per tant, a l'ésser més rígides, assumiran més càrrega; i les plantes superiors, que fa menys temps que s'han construït; n'assumiran menys, proporcionalment.

Per fer els càlculs i trobar el valor dels mòduls elàstics a diferents edats del formigó, distingint entre el que són càrregues de molta durada (permanents) i instantànies (sobrecàrregues), hem fet servir la formulació preconitzada per la nostra normativa EHE-08 [7].

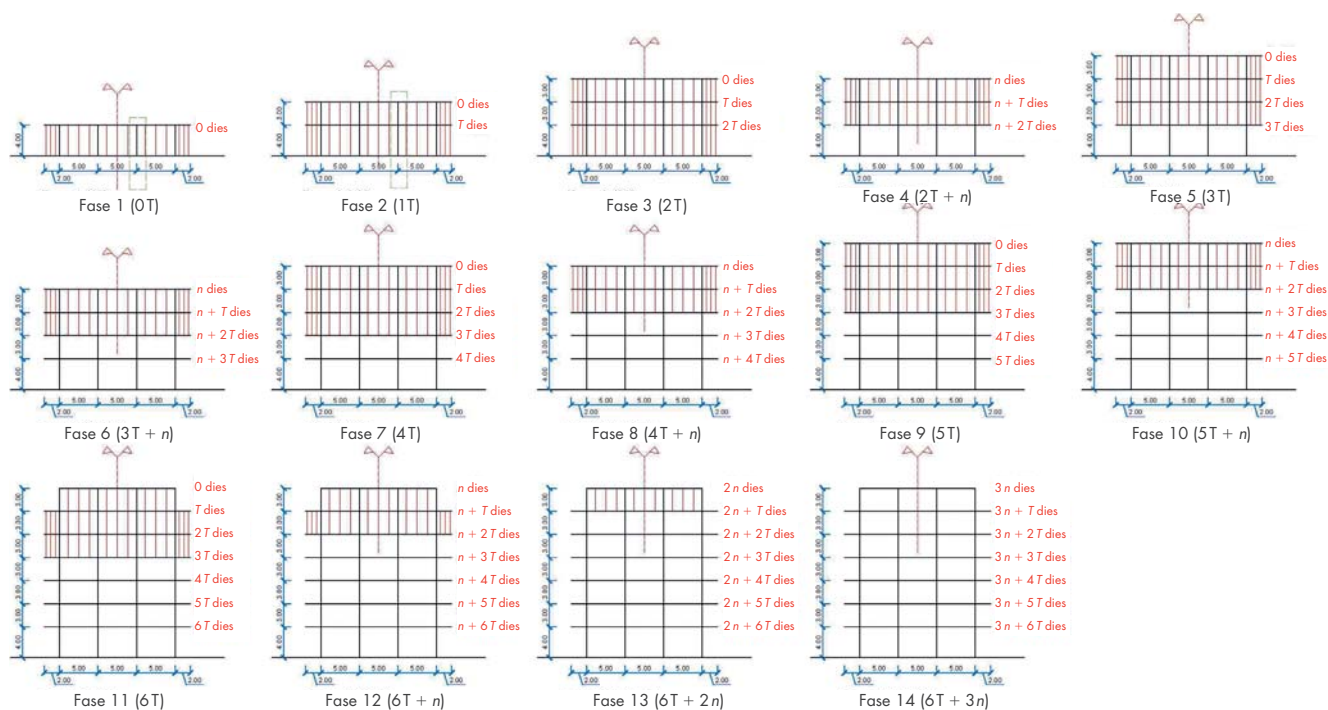
En concret, per fer els càlculs, hem considerat els valors següents:

$$f_{ck} = 25,00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33,00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\beta_E = 1,18 = 1,3 - \frac{f_{ck}}{400} \leq 1,175$$

¹⁵ A efectes pràctics, pels càlculs, hem considerat uns puntals de ferro buits per dintre de 10 cm de diàmetre doblement articulats pels seus extrems perquè no transmetin moments.



Temps de cada cicle: $T \text{ dies} = 7$ Temps de trasllat de puntals: $n \text{ dies} = 5$ Número de plantes encofrades a la vegada: $m = 3$

Figura 6. Evolució del procés constructiu d'una estructura tenint en compte els puntals.

$$E_c = 8.500 \times \sqrt[3]{f_{cm}} = 27.260,86 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_c (\text{sobrec.}) = \beta_E \times E_c = 32.058,78 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\beta_{cc} = \exp \left[0,25 \times \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t \text{ dies}}} \right) \right]$$

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc} \times f_{cm}$$

$$E_{cm}(t) = \left(\frac{f_{cm}(t)}{f_{cm}} \right)^{0,3} \times E_{cm}$$

El que dona, en el cas que fem servir un ciment normal, uns valors del mòdul elàstic E_c per a càrregues permanents (aquí, pes propi) que va de 24.605,49 N/mm² als cinc dies d'edat del formigó a 27.879,35 N/mm² pel forjat que fa més temps que s'ha construït i que té 57 dies. I per les sobrecàrregues (aquí, la resta de les càrregues) agafarem un valor constant d' E_c de 32.058,78 N/mm².

Considerarem que, en el procés de construcció de l'estructura, només actua el pes propi, que s'identifica a tots els efectes com una càrrega permanent i la resta de càrregues com a sobrecàrregues que, a efectes

de calcular el seu mòdul elàstic, les considerarem com si fos una càrrega instantània aplicada en qualsevol moment de la vida útil de l'edifici, quan el formigó és més vell i, per tant, té un mòdul elàstic més elevat¹⁶.

Tal com es pot veure a la figura 7, a les tres primeres fases l'estructura descansa, mitjançant els puntals, directament al terreny. A partir de la quarta fase, l'estructura començaria a treballar quan es treuen els puntals de planta baixa, carregant el pes propi de les tres primeres plantes. I comença una sèrie de fases en les quals s'alterna planta carregada amb el pes propi de l'última planta construïda amb planta carregada amb els axials dels puntals de la planta inferior que s'elimina. Aquest procés s'acaba a la fase 11, a partir de la qual només resten fases en les quals l'estructura només suporta les càrregues puntuals produïdes pels puntals de la planta que s'elimina. Finalment, s'afegeix una última fase, la 15, on l'estructura suporta la resta de les càrregues a cadascuna de les plantes.

¹⁶ Aquí també s'ha fet servir el mateix coeficient de molla de $s = 1,65$ que en els altres casos; és a dir, que per una mateixa sabata s'ha considerat un mateix coeficient de balast en tots els casos, i per tant, una mateixa reacció del terreny.

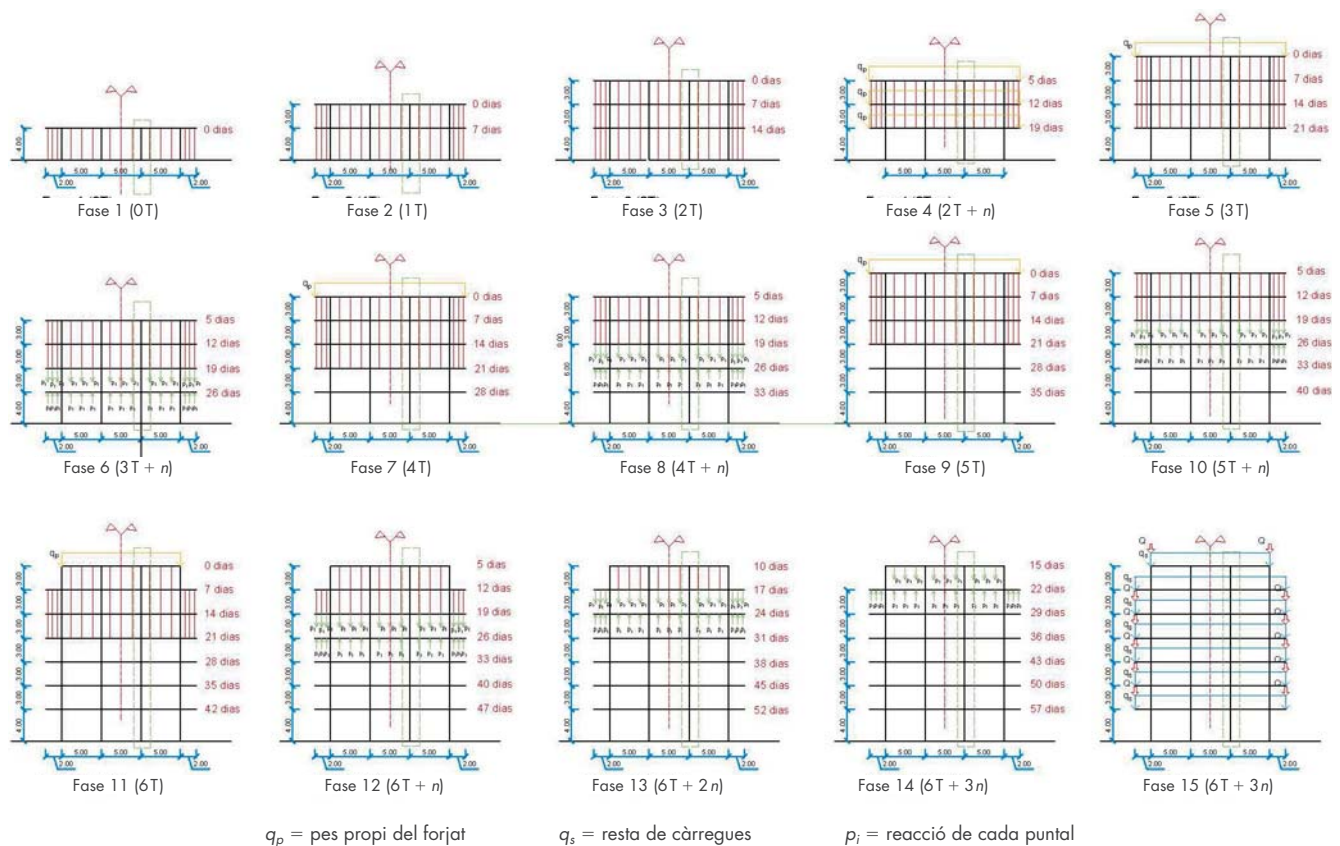


Figura 7. Càrrega a les diferents fases del procés constructiu amb puntals.

Si, a l'igual com hem fet abans, comparem les dues estructures amb i sense intervenció de puntals i amb l'original calculada «tota de cop» podrem comprovar com:

Axials dels pilars

Podem comprovar com coincideixen força el valor dels axials a la base dels pilars 1, 2, 3 i 4 quan considerem la influència dels puntals, en comparació amb els càlculs anteriors.

La nota discordant la posa, sorprenentment, el pilar 3. En aquest pilar (i la seva influència sobre els del costat) torna a créixer l'axial (67,13 T) acostant-se més al que tenia originalment sense assentament (120,85 T). O, el que és el mateix, ja no penja tant dels pilars del costat.

Tal com es pot veure a la taula 3, és important remarcar com hem passat d'un axial de -33,83 T (quan menyspreàvem el procés constructiu) a un axial de -67,13 T quan fem un càlcul més acurat amb puntals i

E_c variable, passant pel valor entremig de -41,67 T quan adoptàvem el sistema simplificat, però tenint en compte el procés constructiu, el que clarament invalida abordar el càlcul sense considerar la «història» del pòrtic.

Assentaments de la sabata

L'assentament de la sabata és més gran quan es dona la incidència dels puntals i el canvi de les E_c en cada planta (31,08 mm) que, en el cas anterior, simplificat d'*steps* (25,25 mm); i molt més gran que si ho abordem tot de cop (20,0 mm), amb la perillositat que tot això representa (taula 4).

Com es pot veure, aquests assentaments, a igualtat de càrrega, són més importants en les primeres fases, quan carreguen menys plantes que en les últimes.

En concret, a la fase 4 podem veure com, al carregar les tres primeres plantes, provoquen un assentament de 7,17 mm; a la fase 5, de 2,17 mm; o a la fase 7, de 1,98 mm. En canvi, a les últimes fases (per exemple, a la fase 11) ja és només de 1,75 mm.

		Pilar 1	2	3	4
Pes propi	Fase 14	-0,01	0,01	0,00	-0,00
	Fase 13	0,00	-0,01	-0,00	0,00
	Fase 12	-0,00	0,00	0,00	-0,00
	Fase 11	-3,82	-9,22	-3,85	-5,62
	Fase 10	-0,01	0,00	0,00	-0,01
	Fase 9	-6,71	-9,29	-4,05	-8,46
	Fase 8	-0,01	0,01	0,00	-0,00
	Fase 7	-6,69	-9,21	-4,25	-8,35
	Fase 6	0,01	-0,01	-0,00	0,00
	Fase 5	-6,66	-9,09	-4,57	-8,18
	Fase 4	-19,97	-26,80	-14,72	-24,02
Resta de càrregues		-86,76	-85,97	-35,70	-103,57
	TOTAL AMB PUNTALS	-130,61	-149,57	-67,13	-158,20
	TOTAL AMB STEPS	-128,82	-164,94	-41,67	-170,08
	TOTAL INSTANTANI	-128,78	-168,95	-33,83	-173,94

Taula 3. Baixada dels axials considerant la redistribució dels puntals i E_c variable.

És curiós observar com l'assentament produït en el procés constructiu degut al pes propi (14,92 mm) és més petit que el que produeixen la resta de les càrregues (16,16 mm), a l'inrevés que passava en el model anterior simplificat (13,69 mm enfront 11,67 mm).

Moments flectors

Igual que passava quan comparàvem una estructura (on havíem tingut en compte el procés constructiu) amb una altra (calculada de forma instantània), quan a més considerem la influència dels puntals i la variabilitat d' E_c , existeixen diferències realment importants, en aquest cas, encara més evidents (annex 2).

Si ens hi fixem, per exemple, en els diagrames de moments flectors del tram 3-4, podem veure com, en comparació amb el cas anterior i, sobretot, quan no teníem en compte el procés constructiu, també en les últimes plantes, el fet d'intervenir els puntals baixa considerablement el valor dels moments flectors (tant els negatius com els positius).

En concret a l'última planta (la 7) teníem originalment uns moments a cada cantó del tram 3-4 de 5,88 mT i -10,25 mT, que ara es queden reduïts a 0,40 mT i -3,29 mT, amb tot el que això comporta.

		Fase	δ
Pes propi	Fase 14		0,00
	Fase 13		0,00
	Fase 12		0,00
	Fase 11		1,75
	Fase 10		0,00
	Fase 9		1,85
	Fase 8		0,00
	Fase 7		1,98
	Fase 6		0,00
	Fase 5		2,17
	Fase 4		7,17
	Total pp		14,92
Resta de càrregues	Total rc		16,16
TOTAL AMB PUNTALS			31,08
TOTAL AMB STEPS			25,25
TOTAL INSTANTANI			20,00

Taula 4. Assentaments considerant puntals i E_c variable ($s = 1,65$).



En canvi, també com passava abans, aquesta diferència ja no és tan gran a les plantes baixes. En concret, al sostre de la planta baixa: a cadascun dels dos cantons originalment teníem uns positius de 12,12 mT i $-25,65$ mT i ara, considerant la influència dels puntals, aquests valors es modifiquen fins a 14,11 mT i $-27,43$ mT.

Paral·lelament, recordem (tal com preconitza la nostra Instrucció) que en bastants casos també serà necessari controlar si, durant el procés constructiu, hi ha plantes que no suporten les seves pròpies càrregues [8].

CONCLUSIONS

Tal com hem pogut veure, per poder calcular bé i, en conseqüència, dissenyar correctament una estructura d'un edifici és imprescindible, en quantitat de casos, saber «entendre» prèviament com es comporta durant tota la seva vida útil, analitzant els diferents models tipològics i les càrregues que suporta en cada instant de temps determinat¹⁷.

En concret, i en el nostre cas particular, hem demostrat que els errors comesos com a conseqüència de l'assentament sobrevingut en un dels pilars d'una estructura reticulada habitual poden ser realment notables si tenim en compte o no el procés constructiu.

Aquesta anàlisi l'hem feta primer sobre un model reduït que ja detecta diferències importants *per se* si considerem o no el procés constructiu i, més endavant, l'hem feta amb un model més acurat on, a més, té en compte la influència de la redistribució d'esforços que provoquen els puntals i la variabilitat del mòdul elàstic de cada planta, en funció de l'edat que té a l'entrar en càrrega.

Pel que respecta als assentaments, hem pogut veure que, si considerem que l'estructura «es construeix tota de cop», es produeix, en el nostre cas, un error d'un 25% en l'obtenció dels assentaments ($\delta = 20$ mm) en comparació amb el que tindríem si consideréssim el procés constructiu ($\delta = 25$ mm), encara que sigui d'una forma simplificada.

També hem pogut veure com aquest error encara resulta molt més gran, de l'ordre d'un 50%, si afinem el

càlcul i considerem la redistribució de puntals i l' E_c variable de cada planta ($\delta = 31$ mm).

Tant és així que, en el nostre cas, estaríem a més fora de normes, al considerar que, segons el Codi Tècnic, sols podem abordar els càlculs de forma simplificada quan tenim assentaments menors de 25 mm¹⁸.

En el mateix sentit, de no considerar el procés constructiu, armaríem incorrectament el pilar al qual hem imposat un assentament (el núm. 3) en particular a les plantes inferiors a partir d'uns valors dels axials molt inferiors als que es produeixen a la realitat.

En particular, a la planta baixa hem vist com l'axial tenia un valor a compressió de només $-33,83$ T, quan consideràvem que l'estructura es construïa tota de cop. Valor bastant inferior al que hem trobat quan hem considerat el procés constructiu de $-41,62$, i encara més diferent si afinem el càlcul, considerant la redistribució de puntals de $-67,13$ T.

I, potser el més important, és que els moments flectors de les jàsseres que es recolzen sobre el pilar 3 (trams 2-3 i 3-4) resulten molt diferents segons si es considera o no l'evolució de la vida de l'edifici.

En el cas de considerar el procés constructiu, encara que sigui de forma simplificada, es pot dir que els moments són semblants a les plantes més baixes (en particular al sostre de la planta baixa) però són tremendament diferents a les plantes superiors (0,66 mT i $-7,26$ enfront de 5,88 mT i $-10,25$ mT) i el mateix passaria en els positius, amb tot el que això implica.

Si comparem els resultats tenint en compte, a més, la redistribució d'esforços que provoquen els puntals i el valor del diferent mòdul elàstic de cada planta, mentre s'està construint l'estructura de l'edifici, els resultats encara són més diferents (0,40 mT i $-3,29$ mT enfront de 5,88 mT i $-10,25$ mT).

En síntesi, si hom opta per fer servir un mètode simplificat però té en compte el que passa a l'estructura de l'edifici mentre s'està construint, és veritat que els resultats obtinguts tenen un cert error però molt diferent del que tindrien de no plantejar res i calcular «sense pensar» tota l'estructura feta de cop.

¹⁷ A l'annex 3 s'inclou un exemple amb el pòrtic carregat sols per les càrregues que actuen mentre s'està construint l'edifici dels diferents diagrames de moments flectors que es produeixen a cada fase.

¹⁸ Recordem que es molt habitual també en aquests casos adoptar el criteri de Terzaghi de considerar l'assentament limitat a una polsada (≈ 25 mm)

ANNEXOS

Annex 1: Resultat del procés incremental de càrrega del tram 3-4 considerant el procés constructiu

			MOMENTS FLECTORS		
	Planta	Pòrtic	Esquerra (mT)	Centre (mT)	Dreta (mT)
Pes propi	Planta 7	p7	-2,73	2,37	-1,91
Resta de càrregues	Planta 7		2,07	5,15	-5,35
			TOTAL AMB STEPS	7,52	-7,26
			TOTAL SENSE STEPS	9,11	-10,25
Pes propi	Planta 5	p5	-2,01	1,78	-3,91
		p6	1,15		-0,96
		p7	1,03		-0,92
Resta de càrregues	Planta 5		5,10	2,17	-13,27
			TOTAL AMB STEPS	3,94	-19,06
			TOTAL SENSE STEPS	8,99	-22,24
Pes propi	Planta 3	p3	-1,46	1,83	-4,47
		p4	1,62		-1,43
		p5	1,35		-1,15
		p6	1,21		-1,04
		p7	1,15		-1,03
Resta de càrregues	Planta 3		5,86		-14,04
			TOTAL AMB STEPS	9,73	-23,16
			TOTAL SENSE STEPS	10,65	-24,21
Pes propi	Planta 1	p1	-0,29	2,17	-5,46
		p2	2,32		-2,17
		p3	1,93		-1,70
		p4	1,65		-1,46
		p5	1,45		-1,29
		p6	1,32		-1,18
		p7	1,24		-1,13
Resta de càrregues	Planta 1		6,94		-15,09
			TOTAL AMB STEPS	16,56	-29,48
			TOTAL SENSE STEPS	12,12	-25,65

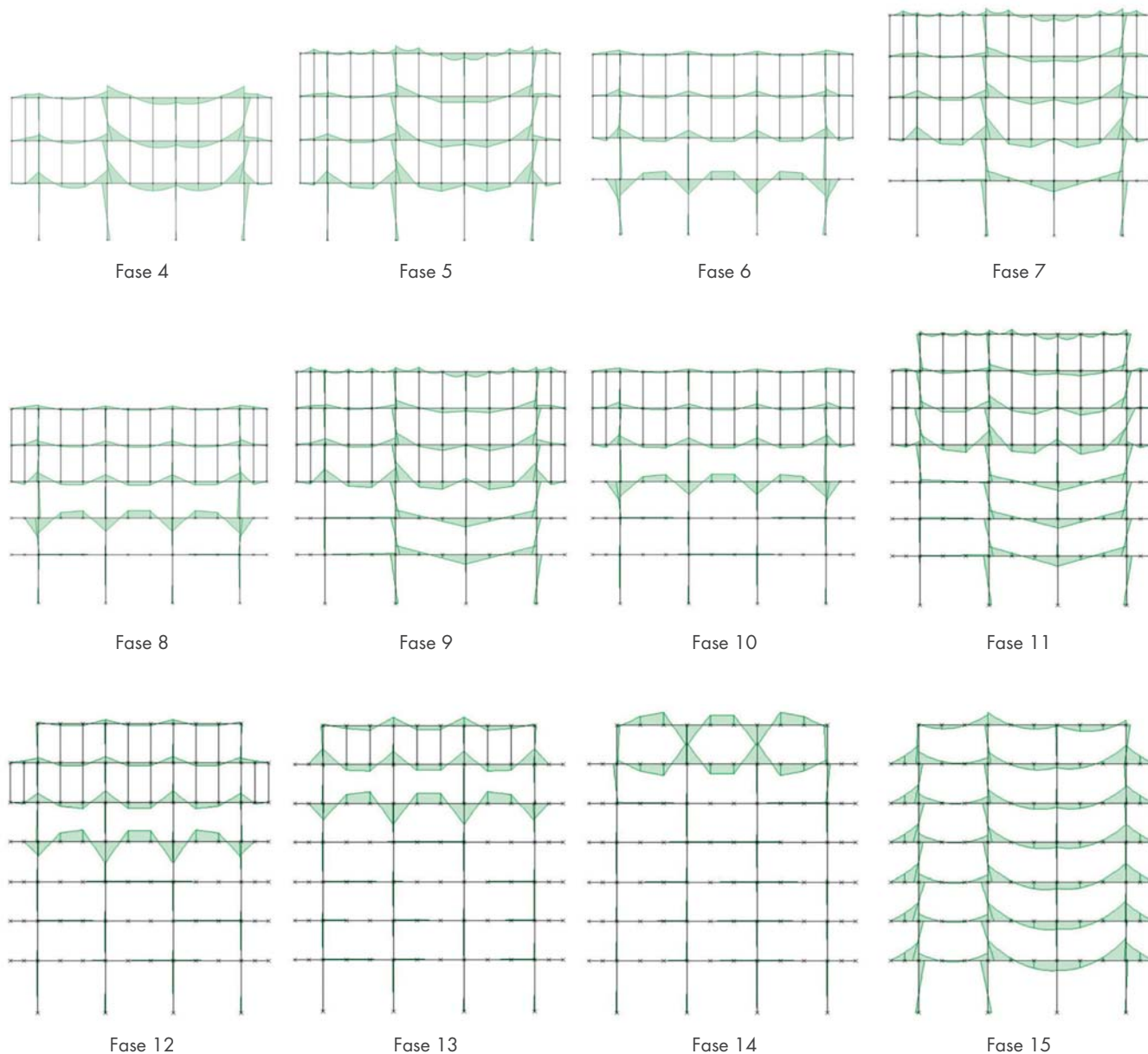
Annex 2: Resultat del procés incremental de càrrega del tram 3-4 tenint en compte la redistribució dels esforços deguda als puntals i l' E_c variable a cada planta

		MOMENTS FLECTORS					
	Planta	Pòrtic	Esquerra (mT)	Centre (mT)	Dreta (mT)		
Pes propi	Planta 7	Fase 11	0,63	0,67	-0,28		
		Fase 12	-0,28	0,14	0,00		
		Fase 13	-0,38	0,22	-0,01		
		Fase 14	0,39	-0,32	0,05		
		Fase 15	0,04	4,57	-3,05		
		TOTAL AMB PUNTALS	0,40		-3,29		
		TOTAL AMB STEPS	-0,66	7,52	-7,26		
		TOTAL SENSE STEPS	5,88	9,11	-10,25		
Pes propi	Planta 5	Fase 7	0,38		-0,80		
		Fase 8	-0,29		-0,40		
		Fase 9	0,40	0,62	-1,60		
		Fase 10	-0,45	0,23	-0,71		
		Fase 11	0,00	0,88	-1,38		
		Fase 12	-0,85	0,49	-0,68		
		Fase 13	0,98	-0,54	0,79		
		Fase 14	0,00	0,00	0,00		
		Fase 15	3,18	3,98	-13,00		
				TOTAL AMB PUNTALS	3,35		-17,77
				TOTAL AMB STEPS	5,28	3,94	-19,06
				TOTAL SENSE STEPS	8,99		-22,24
		Pes propi	Planta 3	Fase 4	2,01	2,41	-4,86
				Fase 5	0,80	0,80	-1,54
				Fase 6	-0,45	0,22	-0,66
Fase 7	0,28			0,89	-1,84		

	Fase 8		-0,77		0,39	-1,15
	Fase 9		-0,42		1,08	-2,61
	Fase 10		1,56		-0,80	2,34
	Fase 11		1,01			-1,05
	Fase 12		0,00		0,00	0,00
	Fase 13		0,00		0,00	0,00
	Fase 14		0,00		0,00	0,00
	Fase 15		4,73			-13,04
	TOTAL AMB PUNTALS		8,77			-24,40
	TOTAL AMB STEPS		9,73			-23,16
	TOTAL SENSE STEPS		10,65			-24,21
Pes propi	Fase 4		1,03		3,24	-9,50
	Fase 5		0,28		1,11	-2,97
	Fase 6		1,46		-0,75	1,57
	Fase 7		1,43			-1,23
	Fase 8		0,00		0,00	0,00
	Fase 9		1,34			-1,16
	Fase 10		0,00		0,00	0,00
	Fase 11		1,26			-1,14
	Fase 12		0,00		0,00	0,00
	Fase 13		0,00		0,00	0,00
	Fase 14		0,00		0,00	0,00
	Fase 15		7,32		5,29	-13,00
	TOTAL AMB PUNTALS		14,11			-27,43
	TOTAL AMB STEPS		16,56			-29,48
	TOTAL SENSE STEPS		12,12			-25,65
Resta de càrregues		Planta 3				
		Planta 1				
		Planta 1				
		Planta 1				
		Planta 1				
		Planta 1				
		Planta 1				
		Planta 1				
		Planta 1				
		Planta 1				
		Planta 1				
		Planta 1				



Annex 3: Diagrames de moments flectors a les diferents fases del procés constructiu considerant puntals i E_c variable



REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- [1] «Una nueva metodología para entender y calcular mejor las estructuras». Revista: *Quaderns d'estructures*, núm. 67. Autor: Jordi Maristany Carreras. Edita: Associació de Consultors d'Estructures (ACE). Barcelona. Desembre 2019.
- [2] «Seguridad estructural. Cimientos». Documento Básico CTE_DB-SE_C. Edita: Ministerio de Fomento. Desembre 2019.
- [3] «Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación». Documento Básico CTE_DB-SE_AE. Edita: Ministerio de Fomento. Març 2006.
- [4] «Cálculo, construcción y patología de forjados de edificación». 3a edició. Autor: José Calavera Ruiz. Edita: Instituto Técnico de materiales de construcción (INTEMAC). Capítol 2. Madrid, 1986.
- [5] «A new simplified procedure to estimate loads and shoring during the construction of multistory buildings». Autors: Pedro A. Calderón, Yezid A. Alvarado i José M. Adam. Revista: *Engineering Structures*. Editorial: Elsevier. Pàg. 1565-75. Londres, 2011.
- [6] «Análisis de reparto de esfuerzos que se producen en una estructura de un edificio de varias plantas al considerar su proceso constructivo». Congrés de l'ACE. Autors: Jordi Maristany Carreras i Albert Albareda Valls. Barcelona, 2018.
- [7] «Instrucción del hormigón estructural». EHE-08. Edita: Ministerio de Fomento. Madrid, 2008.
- [8] «Factores que influyen en el diseño de la estructura de un edificio de varias plantas, al considerar su proceso de construcción». *Tesi doctoral*. Autor: Jordi Maristany Carreras. Edita: Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Barcelona, 1984.
- [9] «El gros de l'obra. Uns apunts de construcció». Autor: Fructuós Mañá Reixach. Col·lecció: Aula d'arquitectura, 32. Editorial: Edicions UPC. Apartat: 4.2.1., pàg. 66. Barcelona, 2000.

ibertrac

DES DE 1977



ibertrac.com/termitas.net

93 430 43 01



663 936 861

ESTRUCTURES DE FUSTA

LA PROTECCIÓ, PREVENCIÓ I ACTUACIÓ MÉS COMPLERTA I PROFESSIONAL :



Determinació de la classe resistent segons norma



Identificació d'espècie



Tractament d'estructures



Control tèrmits en cases i edificis



Sanejament i reconstrucció de bigues de fusta



Estudi de danys en estructures



ibertrac ha obtingut durant els últims 40 anys diversos certificats i reconeixements que avalen la seva trajectòria professional

BEST WOMAN STRUCTURAL ENGINEER

Per ser sincera, no soc el tipus de persona que postula per una distinció individual. Sempre he abordat la meva pràctica professional com un **treball en equip**, com la suma d'esforços individuals.

No obstant això, aquesta vegada, animada per la gerent de la meva oficina i companyes de feina, finalment vaig decidir participar en els premis i va ser una gran sorpresa descobrir que havia estat preseleccionada.

Participar en els **premis WICE** m'ha brindat l'oportunitat d'aturar-me a reflexionar sobre el que he aconseguit durant la meva carrera, el que és gairebé impossible donat el ritme accelerat de la vida moderna.

Per a mi, la part més important de la meva pràctica professional de tots aquests anys, en els quals he dirigit més de 400 projectes, a part dels reptes tècnics, que han estat molts, ha estat participar en la creació d'una forma de treballar molt diferent de la que vaig trobar a l'inici: defensant **una ambició col·lectiva sobre la individual, una organització transversal oposada a una piramidal, la conciliació laboral i familiar, la flexibilització horària...**

Aquest premi és un reconeixement a tots aquests 25 anys de lluita i espero que serveixi d'inspiració perquè les joves arquitectes es dediquin a la consultoria estructural.

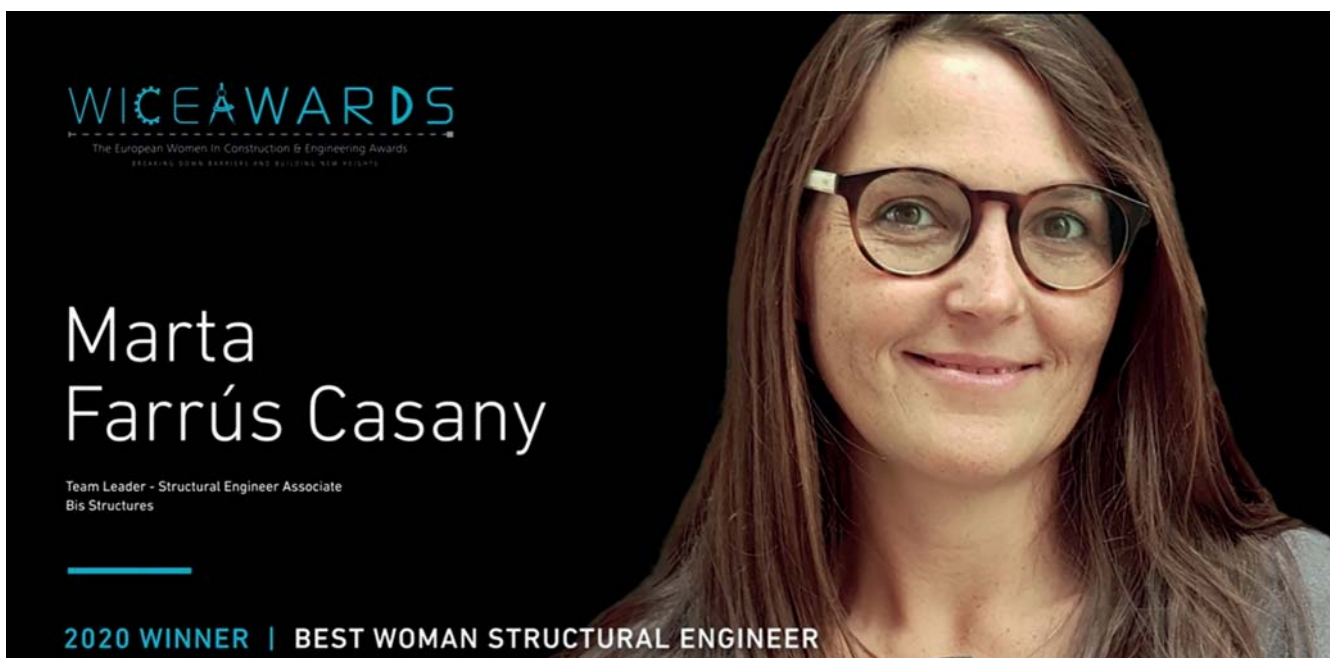
*Para ser sincera, no soy el tipo de persona que postula para una distinción individual. Siempre he abordado mi práctica profesional como un **trabajo en equipo**, como la suma de esfuerzos individuales.*

Sin embargo, esta vez, animada por la gerente de mi oficina y mis compañeras de trabajo, finalmente decidí participar en los premios y fue una gran sorpresa descubrir que había sido preseleccionada.

*Participar en los **premios WICE** me ha brindado la oportunidad de detenerme y reflexionar sobre lo que he logrado durante mi carrera, lo que es casi imposible dado el ritmo acelerado de la vida moderna.*

*Para mí, la parte más importante de mi práctica profesional de todos estos años, en los que he dirigido más de 400 proyectos, aparte de los retos técnicos, que han sido muchos, ha sido desarrollar una forma de trabajar muy diferente de la que encontré. Defender una **ambición colectiva sobre la individual, una organización transversal frente a la piramidal, la conciliación laboral y familiar, la flexibilidad horaria...***

Este premio es un reconocimiento a todos estos 25 años de lucha y espero que sirva de inspiración para que las jóvenes arquitectas se dediquen a la consultoría estructural.



Durant l'últim any dels meus estudis, vaig començar a treballar en una empresa d'enginyeria estructural per casualitat, i em vaig apassionar molt per aquest món. La trobada de l'arquitectura i l'enginyeria em va fascinar, i encara ho fa, com un diàleg constant entre la dimensió humana i científica.

Aleshores, la majoria dels meus companys de treball eren homes i era molt inusual que una dona de 26 anys treballés en el camp estructural amb un títol d'arquitecta. L'atmosfera que vaig trobar llavors estava molt lligada a un «marc de lideratge masculí» on la majoria de les dones estaven fent tasques administratives i servint cafè. Les tècniques femenines molt sovint érem anomenades «les nenes», especialment per enginyers i arquitectes senyors així com per caps d'obra i encarregats. Diàriament em trobava en reunions de treball i visites d'obra envoltada d'homes, sent l'única dona.

Bé, ja no som «nenes», som dones i, afortunadament, les tècniques femenines hem arribat a una paritat gairebé total en el camp de la consultoria estructural. A la meua empresa **BIS Structures** ja fa temps que ho hem aconseguit, i el més rellevant és que la majoria estem en llocs de lideratge. Aquest canvi s'ha produït en menys de 20 anys i el meu desig personal és que això ja no sigui vist com una cosa rellevant a destacar.

L'any passat vaig assistir al **congrés WICE** per primera vegada. Va ser una experiència molt engrescadora i gratificant veure a tantes dones professionals juntes compromeses amb el lideratge i l'avanç del sector de la construcció. Vaig tornar amb molta energia i ganes de compartir el que vaig aprendre.

Lamentablement, la inusual situació actual no m'ha permès compartir la jornada amb la resta de participants d'aquest any. No obstant això, definitivament us recomano i us animo, tant a les meves companyes com a les altres professionals del sector, a participar en la pròxima edició. És una gran oportunitat per a avaluar-se, adonar-se del que has aconseguit i reflexionar sobre les teves prioritats futures. Tan sols això ja fa que valgui la pena.

Durante el último año de mis estudios, comencé a trabajar en una empresa de ingeniería estructural por casualidad, y me apasioné mucho por este mundo. El encuentro de la arquitectura y la ingeniería me fascinó entonces, y lo sigue haciendo como un diálogo constante de las dimensiones humana y científica.

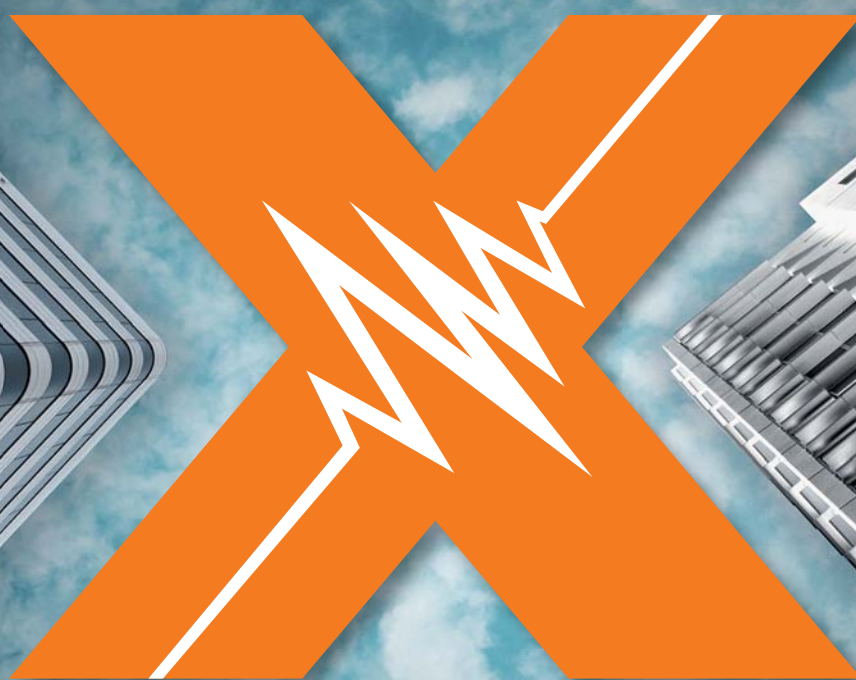
En ese entonces, la mayoría de mis compañeros de trabajo eran hombres y era muy inusual que una mujer de 26 años trabajara en el campo estructural con un título en arquitectura. La atmósfera que encontré entonces estaba muy ligada a un «marco de liderazgo masculino» donde la mayoría de las mujeres estaban haciendo tareas administrativas y sirviendo café. A las mujeres técnica se nos llamaba muy a menudo «las niñas», especialmente por ingenieros y arquitectos sénior así como por jefes de obra y encargados. Muy a menudo me encontraba en reuniones de trabajo y visitas de obra rodeada de hombres, siendo la única mujer.

*Bueno, ya no somos niñas, somos mujeres y, afortunadamente, las técnicas femeninas han tenido una paridad casi total en mi campo. En mi empresa, **BIS Structures**, ya hace tiempo que lo hemos conseguido, y lo más relevante es que la mayoría estamos en puestos de liderazgo. Este cambio se ha producido en menos de 20 años y mi deseo personal es que esto ya no sea visto como algo relevante a destacar.*

*El año pasado asistí al **congreso WICE** por primera vez. Fue una experiencia muy alentadora y gratificante ver a tantas mujeres profesionales juntas comprometidas con el liderazgo y el avance del sector de la construcción. Regresé con mucha energía y ganas de compartir lo aprendido.*

Lamentablemente, la inusual situación actual no ha permitido compartir la jornada con el resto de participantes de este año. Sin embargo, definitivamente recomiendo y animo a todas mis compañeras y otras profesionales del sector a participar en la próxima edición. Es una gran oportunidad para evaluarse, darse cuenta de lo que has logrado y reflexionar sobre sus prioridades futuras. Solamente eso, ya hace que valga la pena.

BORN TO PERFORM



XTREM



FIX Z XTREM

Anclaje de alta calidad para aplicaciones de alta seguridad en hormigón fisurado y aplicaciones sísmicas con certificado ATE



TRIGA Z XTREM

Anclaje para altas cargas de alto rendimiento con diferentes opciones de cabeza en hormigón fisurado y aplicaciones sísmicas con certificado ATE



EPCON C8 XTREM

Anclaje químico Epoxi 100% puro adecuado para hormigón fisurado y aplicaciones sísmicas con certificado ATE



B-LONG XTREM

Anclaje de alto rendimiento y versatilidad, adecuado para materiales huecos y macizos y diferentes opciones de cabeza, certificado ATE



www.spitxtrem.com



C/ Murcia, 58C 08830 Sant Boi de Llobregat, Barcelona - Spain
T +34 902 102 920 F +34 936 525 359



SPIT España



@spit_es



/spiteurope

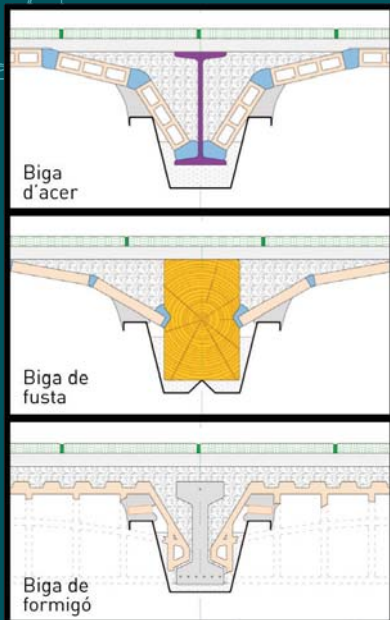
www.spit.es



La **solució a tots** els problemes dels **sostres**

NOU\BAU

El sistema de renovació de sostres



No abaixa el sostre

La biga NOU\BAU s'encasta totalment dins el sostre vell. D'aquesta manera, el nou sostre queda pràcticament a la mateixa alçada que l'anterior.

És un sistema de reforç actiu

Gràcies al prefletxat, la biga NOU\BAU descarrega la biga vella des del primer moment i elimina futures fletxes i esquerdes.

És l'única substitució funcional efectiva

La biga NOU\BAU suporta directament els revoltos. Així, no cal preocupar-se de la biga vella; encara que desaparegués del tot, no passaria res.

El millor suport tècnic

ABANS de l'obra: col·laborem en la diagnosi i el projecte.

DURANT l'obra: realitzem el muntatge amb equips especialitzats propis i sota un estricte control tècnic.

DESPRÉS de l'obra: certifiquem el reforç realitzat.



Distribuidor exclusiu de:

TECNARIA[®]
Connectors per a forjats mixtes

Tel. 93 796 41 22 - www.noubau.com

PRUEBAS DE CARGA EN ESTRUCTURA DEL LUCERNARIO DE LA CUBIERTA DEL PARANIMF

ESCOLA INDUSTRIAL, BARCELONA

JORGE BLASCO MIGUEL

Arquitecto por la ETSAB, consultor de estructuras desde 1992. Diplomado en Arquitectura Legal y Forense por la UPF. Diplomado en Investigación Avanzada de Incendios por la Fundación Fuego. Fundador de Estudi m103, SLP. Profesor asociado de la ETSAB de la UPC, Profesor y coordinador de cursos y másters en otras universidades y colegios profesionales.

ORIO PALOU JULIÁN

Arquitecto por la ETSAB, consultor de estructuras desde 1998. Diplomado en Arquitectura Legal y Forense por la UPF. Miembro de ACE. Especializado en estructuras históricas y análisis empírico de estructuras.

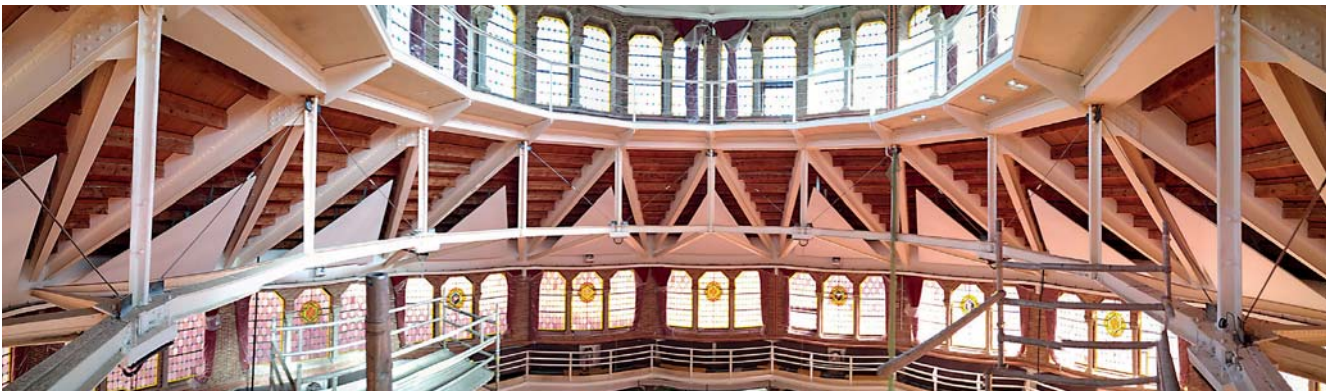


Figura 1.

EL CONTEXTO

El objetivo de este artículo es ilustrar, a partir de un caso realizado, la utilidad y las posibilidades, así como las dificultades y limitaciones, del uso de pruebas de carga en validación de elementos estructurales existentes. Un método poco usual, en parte debido al desconocimiento de estos aspectos.

En el marco de las actuaciones de adecuación del espacio del Paranímf del recinto de la Escola Industrial de Barcelona, se plantearon cuestiones relacionadas con la capacidad de la estructura existente que cubre el espacio circular para nuevas cargas de instalaciones que se suspenderán de la misma.

En la primavera de 2019, la empresa constructora solicitó a Sustenta el diseño y seguimiento de pruebas de carga para evaluar la aptitud de servicio de la estructu-

ra de cubierta metálica, así como de las pletinas de apoyo de sistema de suspensión de *truss*.

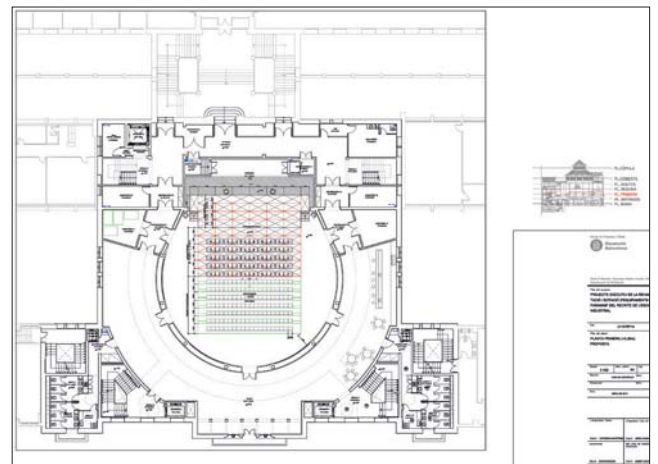


Figura 2. Planta primera. Proyecto de Dilmé Fabrè Torras i Associats.



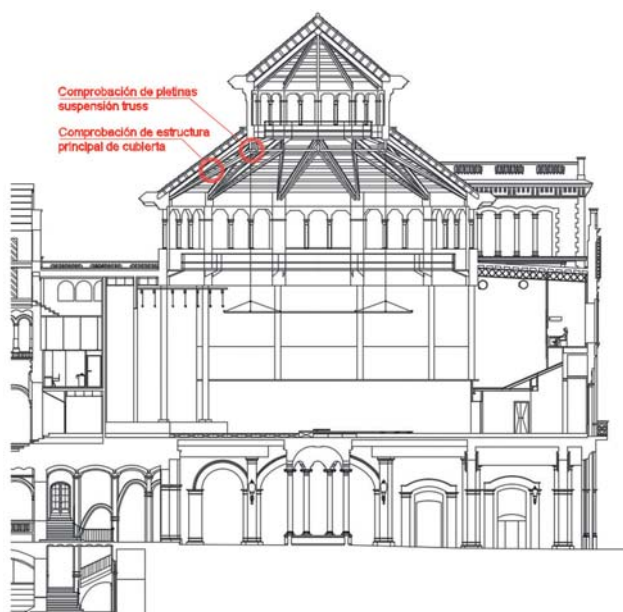


Figura 3. Ubicación en sección de elementos a probar.

Dichas obras fueron promovidas por la Diputació de Barcelona. El autor del proyecto es el despacho de arquitectura Dilmé Fabrè Torras i Associats. La consultoría de estructura corrió a cargo de Jorge Blasco, del Estudi m103, miembro de ACE. El contratista es la UTE *Paranimf Escola Industrial formada por COMSA S.A.U. y COMSA Industrial S.L. COMSA.*

EL PARANIMF

El edificio era en origen una parte de la industria textil de los hermanos Batlló, levantada en terrenos comprados en 1867, en el barrio de Les Corts, de Barcelona. Parece ser que fue Rafael Guastavino quien redac-

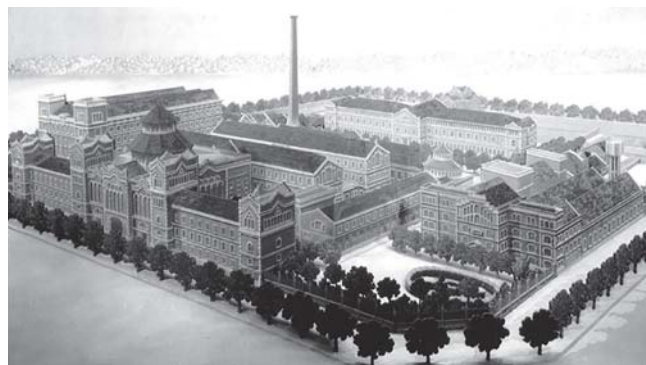


Figura 4. Maqueta de la tercera propuesta integral para el recinto, hecha por Joan Rubió en 1928-1929.

tó los planos de las primeras edificaciones. De la antigua fábrica, construida entre 1868 y 1869, se conserva muy poca cosa; solo la altísima y singular chimenea y la envolvente de la antigua fábrica de pisos, destacando el «edificio del reloj», lugar donde estaban los telares y se desarrollaba toda la producción.

En 1906, la fábrica fue vendida y pasó a ser transformada en Universidad Industrial, que ya en 1910 funcionaba. Entre 1927 y 1931, según proyecto de Joan Rubió i Bellver, se introdujeron las reformas definitivas, sobre todo en el cuerpo central de acceso, quedando tal y como hoy la podemos contemplar. En 1932 el proyecto quedó paralizado y al poco tiempo llegó la Guerra Civil, quedando este espacio para uso militar.



Figura 5. Aspecto exterior del Ilanternó del Paranimf en la actualidad, previo a las obras.

En el año 2001, por parte del despacho de Buxadé & Margarit, se realizó el proyecto de intervención de las cubiertas del Ilanternó, reparando y rehabilitando los elementos de madera y metálicos, colocando un refuerzo al zuncho que une los pilares de la sala central.

Desde 2003, por parte del despacho Estudi m103, SLP (Jorge Blasco) se han ido realizando proyectos de adecuación y refuerzo estructural en el edificio, para dar solución a los distintos proyectos arquitectónicos que se planteaban y que se quedaban en la fase de estructuras, hasta que en 2015, el proyecto planteado por Dilmé Fabrè Torras i Associats es el que ha llegado a

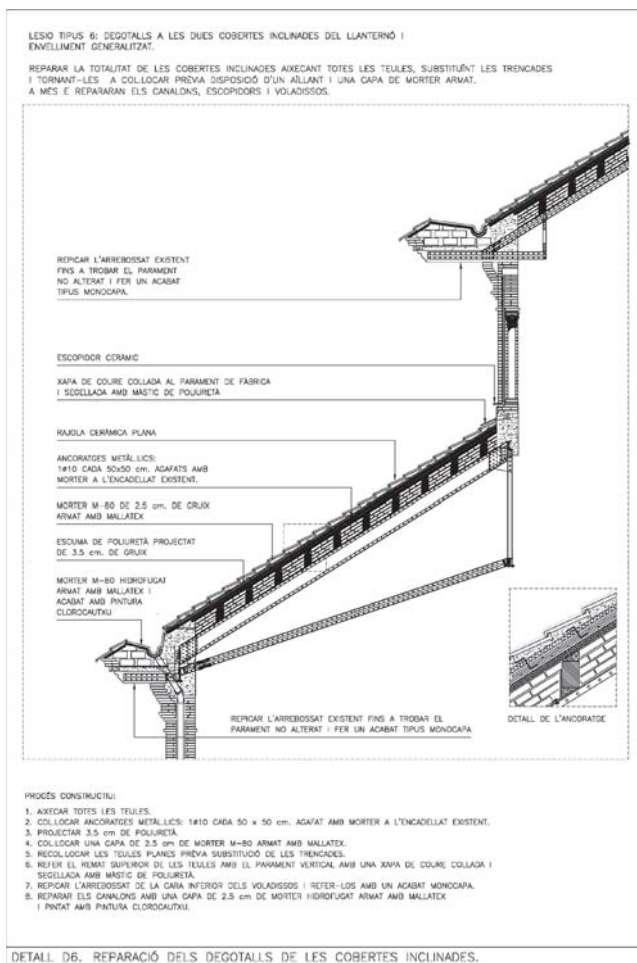


Figura 6. Detalle de la cubierta del proyecto de rehabilitación de cubierta de Buxadé & Margarit, 2001.

culminar la obra tanto tiempo inacabada. Es en este marco en el que se plantean las pruebas de carga expuestas en este artículo.

La estructura analizada es la que corresponde a la cubierta tipo linterna del Paranimf. Se trata de una planta poligonal (un dodecaedro), formada por una serie de vigas de acero laminado sobre paredes de carga y machones de obra de fábrica, en un ámbito que se circunscribe en un círculo de 20,7 metros de diámetro en su base, y otro nivel superior de menor diámetro.

Las cerchas que forman los puntos de apoyo del *truss*, cuya carga se quiere comprobar, son pares de triángulos formando perfiles en doble U dispuestas de forma radial, apoyadas en una corona de perfiles horizontales en doble U, montantes con perfiles en T y diagonales de arrostramiento, los cuales se apoyan en los soportes del perímetro (fig. 8).



Figura 7.

PLANTEAMIENTO DE PRUEBAS DE CARGA

Tal como se ha mencionado, durante las obras se plantea la conveniencia de comprobar empíricamente la capacidad de la estructura del *llanternó* central para las cargas previstas de las instalaciones suspendidas. No se trataba de una prueba estándar: se trabajaba en interior, con una altura de 21 m y la obra en marcha, de manera que no resultaba inmediata la solución para aplicar las cargas y tomar las medidas de las deformaciones. En este punto, resulta interesante hacer una reseña de lo que representan e implican las pruebas de carga.

Una prueba de carga de un elemento estructural es un experimento que tiene como objetivo determinar el comportamiento de una estructura real o un modelo físico. Realizadas con el conocimiento adecuado y los medios necesarios, pueden aportar información que ayuda a



tomar las decisiones adecuadas, especialmente cuando, en ausencia de información, en ocasiones la alter-

nativa es reforzar «a ciegas» o incluso derribar estructuras sin saber si los elementos existentes son aptos o no.

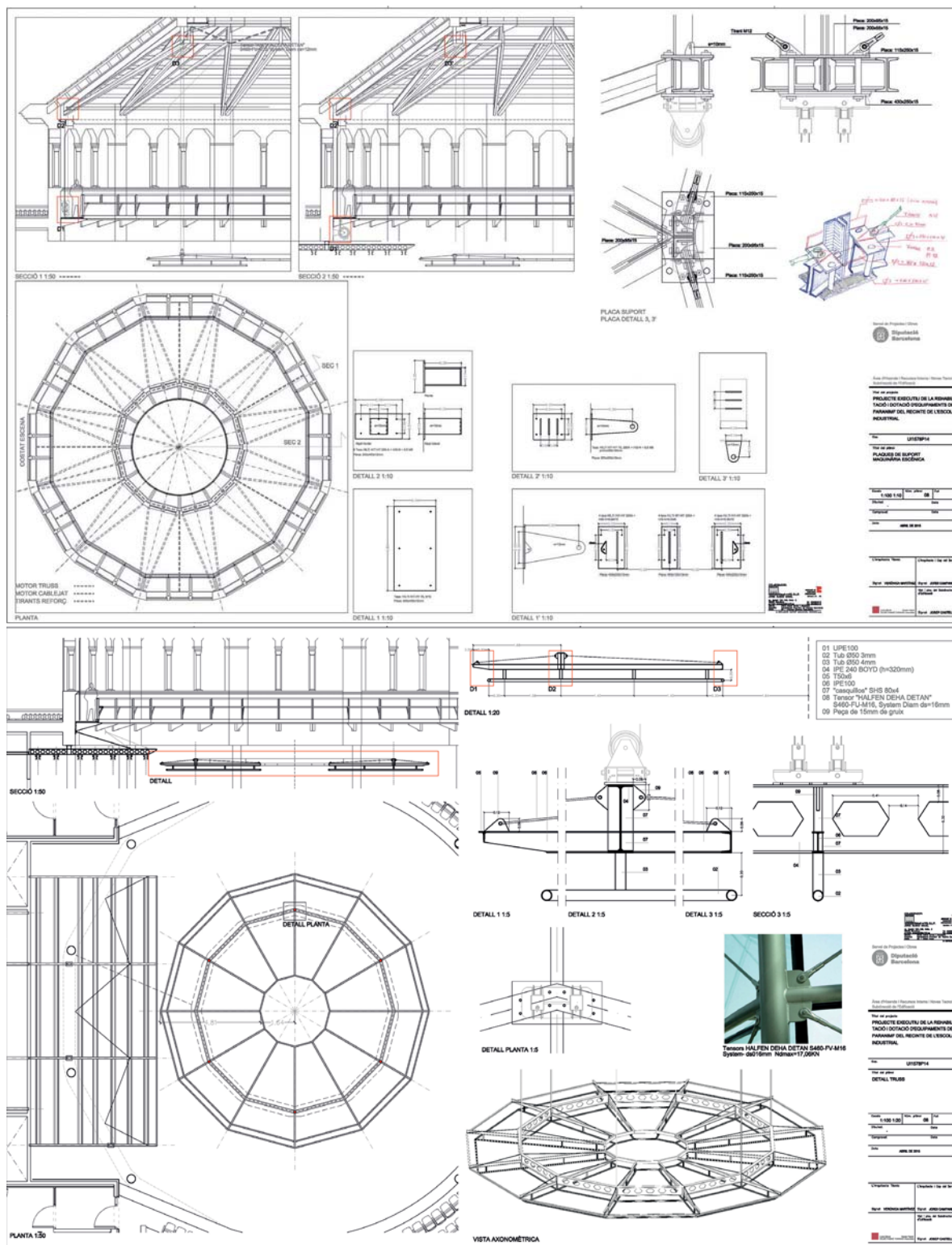


Figura 8. Imágenes del proyecto original de abril de 2015 del truss y sus soportes.

Las pruebas de carga son de gran utilidad en los siguientes casos genéricos:

- Evaluación de estructuras existentes cuyas características resistentes se desconocen.
- Evaluación de estructuras dañadas.
- Cambios de uso, especialmente cuando incluyen aumento de sobrecargas.
- Análisis de elementos estructurales aislados (pruebas en laboratorios).

La comprobación empírica es un recurso que el ser humano ha utilizado desde que la inteligencia le acompaña, para verificar que una intuición funciona realmente. Así mismo, no hay que olvidar que las pruebas de carga presentan algunas limitaciones.

- Colapso parcial o total de la estructura ensayada. Ciertamente es que, si se toman las medidas de seguridad adecuadas, es preferible un colapso de una estructura en fase de pruebas que en fase de uso, con el lógico riesgo para los usuarios. En la mayoría de casos, para las cargas que se necesitan comprobar, las estructuras quedan lejos de llegar al colapso.
- Presencia de elementos no estructurales en contacto con estos, especialmente tabiques que tradicionalmente se solían retacar a los forjados, y que pueden actuar como apoyos o distorsionar la rigidez real del elemento a comprobar.
- Presencia de usuarios en alguna parte del edificio, normalmente en los residenciales. Esto debe tenerse en consideración, particularmente en cuanto a medidas de seguridad y posibles molestias.
- Los costes materiales y técnicos que implican las pruebas de carga son una limitación a su aplicación en muchos casos, si bien la información que brindan suele compensar la inversión que implican.

En el caso del Paraninf, donde el objetivo era validar la capacidad de la estructura de la cubierta para solicitaciones adicionales, se consideró la mejor opción utilizar un sistema empírico con pruebas de carga estáticas en fase elástica, respaldando los análisis realizados con ordenador.

Entre otras normativas como el Código Técnico, la instrucción para hormigón EHE-08, y publicaciones de referencia, las pruebas de carga realizadas se basaron en la norma UNE 7-457-86: Realización de ensayos estáticos de puesta en carga en estructuras de piso en edificación.

LAS CARGAS CONSIDERADAS

Para simular las situaciones de carga previstas, se plantearon dos tipos de pruebas: para carga vertical a nivel global de la cubierta, y para carga lateral para ensayar el efecto puntual en los elementos de anclaje de la estructura de instalaciones suspendida.

La carga de la prueba vertical se define a partir de las hipótesis del proyecto, y se cuantifica de la siguiente manera:

- Carga total de proyecto:
 $Q = 6 \text{ puntos} \times 0,8 \text{ T/punto}$
- Coeficiente de equivalencia de cargas estáticas:
 $C_s = 1,6$
- Coeficiente de reducción según UNE 7-457-86:
 $C_p = 0,85$

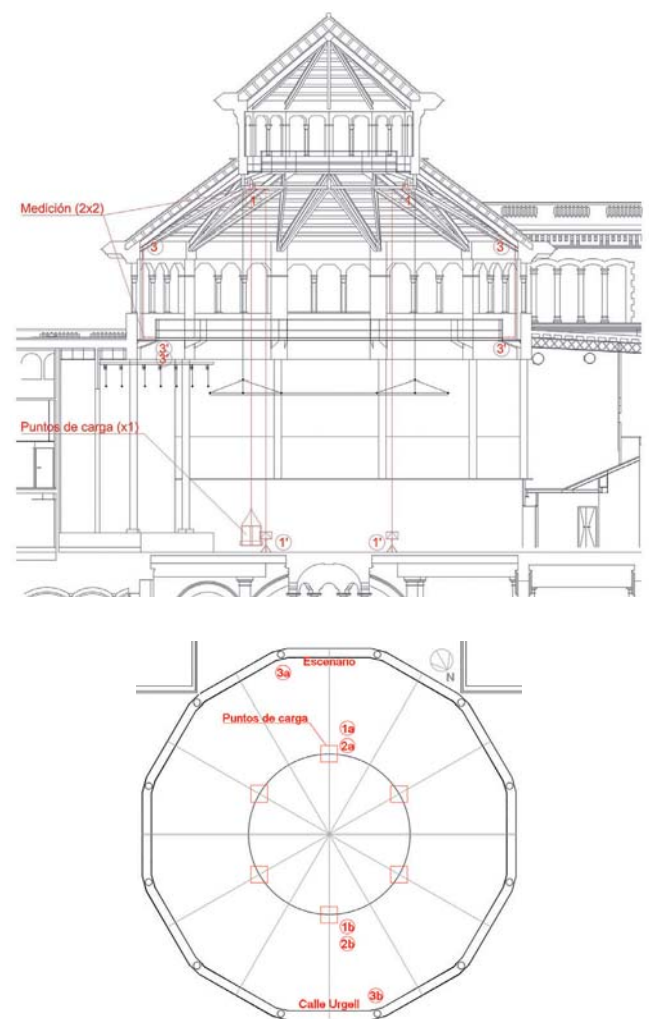


Figura 9. Planta y sección del esquema general de las pruebas de carga vertical (1 y 2).

- Así, la carga total resultante se establece como:
 $P = 4,8 \times 1,6 \times 0,85 = 6,53 \text{ T}$

Se plantean también dos ciclos de carga para comprobación de las pletinas de reacción de los cables del polipasto en una de las paredes laterales, con una carga máxima de proyecto mayorada a 600 kg para las pruebas (fig. 9).

LOS TRABAJOS REALIZADOS

Una vez establecidos los objetivos de carga, hay que decidir cómo simular las cargas, lo cual suele ser uno de los problemas más arduos a resolver en la materialización de las pruebas. La situación de partida era la siguiente: se debían estudiar unos elementos situados a 21 m sobre el pavimento, con un andamiaje en el interior para la obra que, dada su gran capacidad de vibración, no servía para sujetar ningún elemento de medición pues sus lecturas no resultarían fiables.

La prueba de carga se planteó con disposición de la carga repartida de manera uniforme en seis puntos alternos de la estructura de cubierta, materializando las cargas con depósitos de 1.000 L de agua suspendidos mediante cables unidos a la estructura a ensayar a través del andamio, pero sin contacto con este.

Dado el uso previsto del *truss* suspendido, se plantean las pruebas con cargas simétricas, con la excepción de la prueba de tracción de la pletina de apoyo en la pared, de valor menor que el de las pruebas de carga vertical, la cual se aplica en un único punto.



Figura 11.



Figura 12. Comprobación del peso de los depósitos vacíos.

Con la imprescindible ayuda del personal de la *UTE Paraninf Escola Industrial* formada por *COMSA S.A.U.* y *COMSA Industrial S.L.* *COMSA*, se realizó el montaje de elementos de carga y de lectura de deformaciones, en la que no faltaron problemas e imprevistos que se pudieron resolver gracias al ingenio y buena predisposición de todos los implicados.

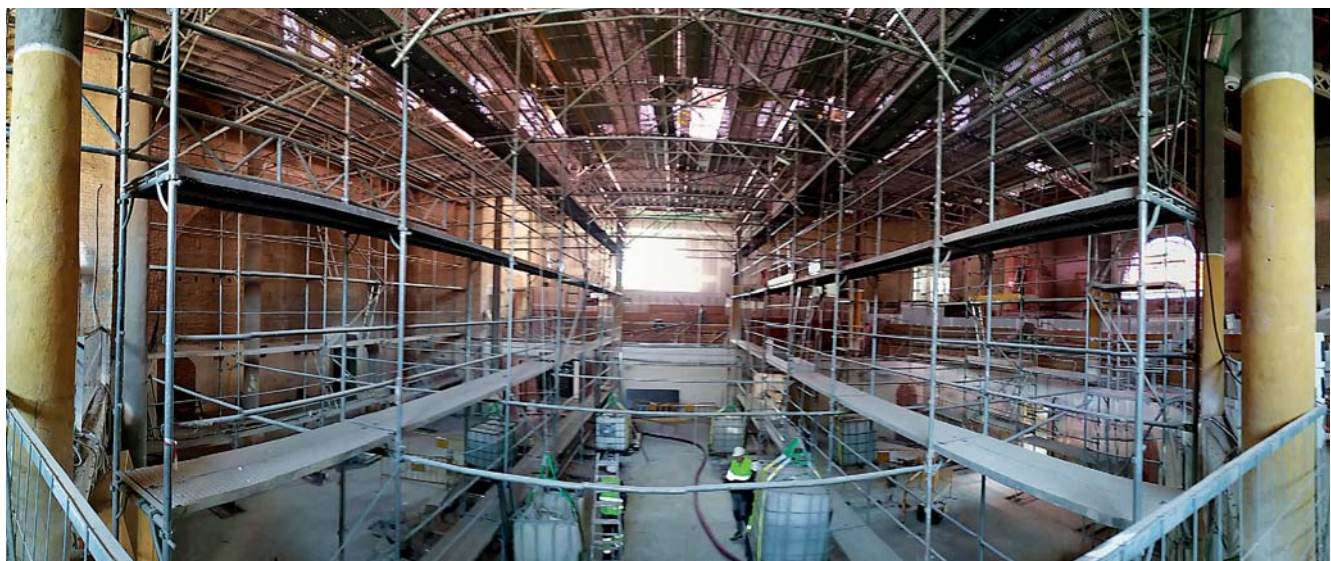


Figura 10.

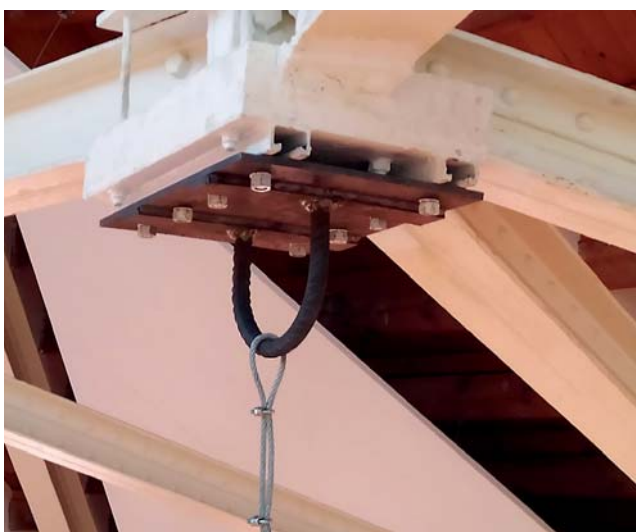
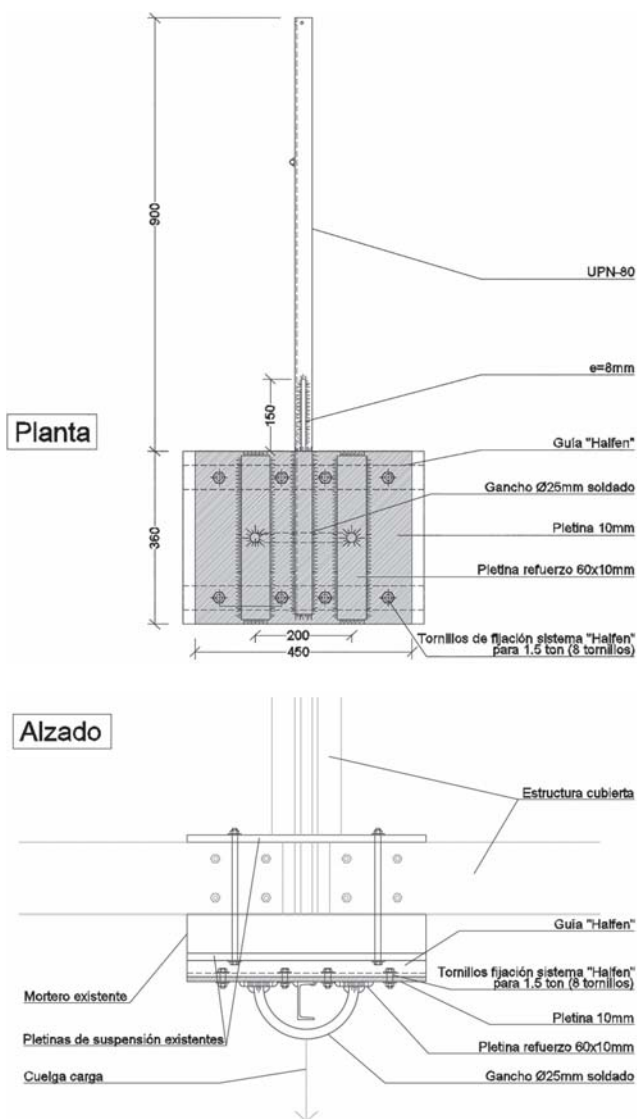


Figura 13. Montaje de depósitos suspendidos.

Partiendo del hecho de que, para cualquier análisis técnico, es mejor disponer de la mayor información de calidad posible, pero considerando la economía de esfuerzos, se eligieron una serie de puntos en los que tomar mediciones, especialmente en un caso como este, en el que resultaba complicada la disposición y lectura de los sensores.

El registro de las deformaciones se realizó mediante la disposición de relojes comparadores, cuya disposición tampoco resultaba evidente ni sencilla puesto que, por su gran precisión de medida (una centésima parte de milímetro), estos elementos deben permanecer en puntos fijos a lo largo de toda la prueba. Se situaron en dos posiciones: en el suelo de la planta que era la futura platea del Paranimf, para medir la deformación vertical de la cubierta, y en las paredes de obra de la zona de linterna a la altura de la estructura probada.

A modo de resumen, se tomaron los siguientes datos:

- Medidas de flechas preexistentes.
- Medida de las condiciones ambientales (temperatura y humedad).
- Deformación de pletinas mediante suspensión de polipastos con dos relojes comparadores.
- Desplazamiento vertical con dos relojes comparadores de viga de cubierta en zona de suspensión de la carga, con barras rígidas inclinadas desde punto de apoyo hasta la plataforma de andamio.
- Desplazamiento horizontal con dos relojes comparadores de viga de cubierta en plano de fachada.
- Medida de desplazamientos lineales verticales en los nudos de las vigas principales.
- Medida de desplazamientos lineales horizontales en los nudos de apoyo en las paredes de ladrillo de vigas principales.
- Medida de desplazamientos lineales verticales en las pletinas de soporte con polipastos en los nudos de las vigas principales.
- Medida de ancho de fisuras existentes, mediante plantilla transparente graduada y lente de aumento graduada.

Se realizó una inspección preliminar de la estructura, como base para disponer elementos de carga, de medición, testigos, así como de las lesiones a tener en



Figura 14. Relojes comparadores para mediciones de deformaciones en las pruebas.



Figura 15. Comprobación de fisuras preexistentes interiores, en pleternas de apoyo de truss.



Figura 16. Testigos en fisuras preexistentes exteriores.



Figura 17. Medición de temperatura y humedad en cada fase de las pruebas de carga.

cuenta. También el seguimiento de posibles daños y resultados durante los ciclos de carga-descarga.

Para cada ciclo, que incluye carga, estabilización, descarga y recuperación, una vez alcanzado el 100% de la carga, esta se mantiene durante varias horas. Posteriormente, se procede a descargar los escalones en orden inverso. Los valores instantáneos de recuperación se prolongan durante un tiempo posterior a la descarga. Este proceso se repite las veces que se considera necesario, dos en este caso, para cada tipo de prueba y elemento.

RESULTADOS NETOS DE DEFORMACIONES

Por la duración de las pruebas, en las deformaciones de la estructura es necesario tener en cuenta la incidencia del efecto térmico, de manera que se toman como conclusión los desplazamientos con el desacoplamiento de los mismos, a partir de mediciones de las temperaturas durante las pruebas de carga y, paralelamente, en ciclos día-noche sin las cargas de la prueba.

A partir de los resultados de las pruebas, se establecieron las siguientes conclusiones en relación a la aptitud de servicio de elementos estudiados.

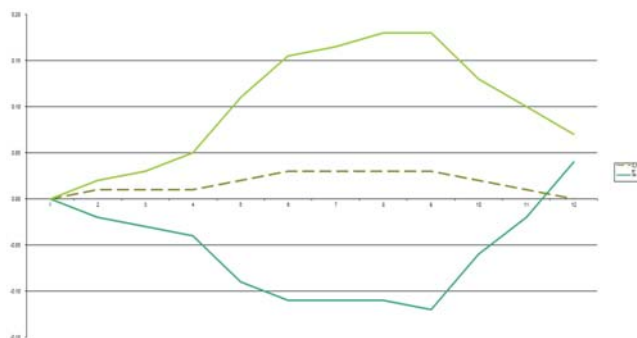


Figura 18. Prueba 1 de carga vertical, deformaciones en dos puntos (desacoplado el efecto térmico).

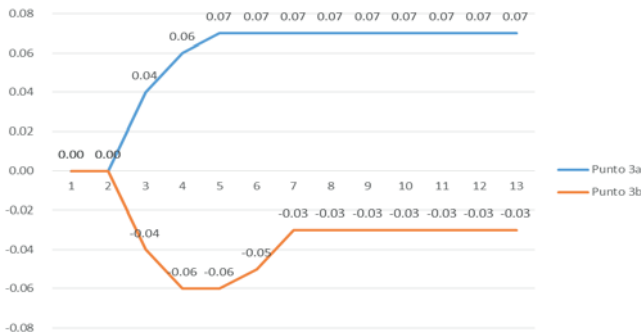


Figura 19. Prueba 3 de carga lateral, deformaciones en dos puntos.

- Las deformaciones en pruebas estáticas tanto de carga vertical como de carga lateral entran dentro del rango admisible, con valores tanto de deformación vertical como lateral menores que los previstos, según los modelos contemplados y, en todos los ca-

sos, con recuperaciones de las deformaciones con un comportamiento aproximadamente elástico y valores de carga remanente despreciables en las pruebas. Así, en base a las pruebas realizadas, se concluye que la estructura es apta para el uso previsto en el proyecto.

- Las placas de apoyo para la suspensión de la carga de instalaciones prevista han mostrado deformación nula en las pruebas.
- Dado el relativamente reducido rango de desplazamientos medido, ha sido necesario realizar un desacople de las deformaciones originadas por el cambio térmico respecto las originadas por la carga.
- Los testigos, grietas preexistentes, así como los elementos de unión inspeccionados no han mostrado ningún síntoma de lesión durante las pruebas de carga.

Cargados y descargados seis puntos × 1.100 kg/punto							
Nombre del escalón	Q _{tot}	δV _{modelo}	δ _{1Vprueba}	δ _{2Vprueba}	δH _{modelo}	δ _{3Hprueba}	δ _{4Hprueba}
0 (estado inicial)	0	0	0	0	0	0	0
1 (PP + 1.º escalón c)	275	0,14	0	0	0,01	0,02	0,02
2 (2.º escalón c)	550	0,31	0	0,01	0,01	0,03	0,03
3 (3.º escalón c)	825	0,47	0	0,02	0,02	0,09	0,05
4 (4.º escalón c)	1.100	0,62	0	0,04	0,03	0,11	0,11
5 (estabilización)	1.100	0,47	0	0,04	0,03	0,11	0,16
6 (1.º escalón d)	825	0,31	0	0,04	0,02	0,11	0,16
7 (2.º escalón d)	550	0,14	0	0,02	0,01	0,06	0,13
8 (3.º escalón d-PP)	275	0	0	0,02	0,01	0,04	0,10
9 (recuperación)	0	0	0	0,02	0	0,04	0,07

Q_{tot} = carga por escalones, en kg.

δV_{modelo} = deformación vertical modelo (dado que es un modelo, en todos los puntos con iguales condiciones se considera la misma deformación).

δ_{1Vprueba} = deformación vertical del punto 1 de la prueba (valores desacoplados de la temperatura).

δ_{2Vprueba} = deformación vertical del punto 2 de la prueba (valores desacoplados de la temperatura).

δH_{modelo} = deformación horizontal del punto 4 del modelo (dado que es un modelo, en todos los puntos con iguales condiciones se considera la misma deformación).

δ_{3Hprueba} = deformación horizontal del punto 3 de la prueba (valores desacoplados de la temperatura).

δ_{4Hprueba} = deformación horizontal del punto 4 de la prueba (valores desacoplados de la temperatura).

Tabla 1. Cuadro resumen comparativo de la prueba 1 de carga vertical.



COMPARATIVA ENTRE MODELOS Y MEDICIONES REALES

Se realizó la comparación de los resultados del modelo numérico con los de las pruebas, tomando como valores teóricos de referencia de deformaciones los extraídos del modelo realizado por Jorge Blasco en representación de Estudi m103, SLP. Se hizo con el programa Cype Metal 3D, de cálculo matricial de estructuras tridimensionales con elementos barra para secciones de acero, y elementos placa para modelización de paños de fábrica. Se trata de un modelo que incluye la estructura

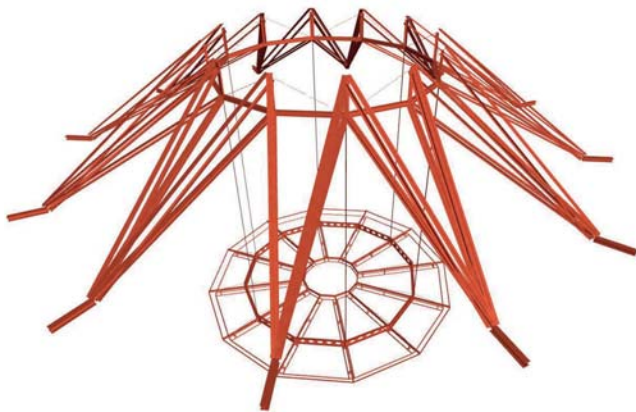


Figura 20. Modelo de nuevo *truss* suspendido y elementos principales de soporte realizado por Estudi m103.

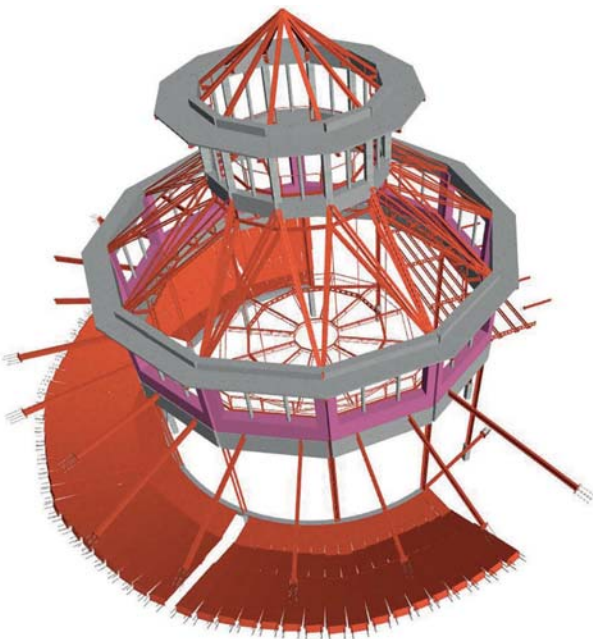


Figura 21. Modelo general de la estructura de la parte superior del Paraninf realizado por Estudi m103.

del nuevo *truss*, las cerchas existentes de los cuales se suspende la carga del *truss*, la linterna superior, y todos los soportes de esta estructura metálica.

Las cargas son las mismas que las aplicadas en las pruebas. Con todo ello se realiza en análisis, y los resultados teóricos de deformaciones del modelo se ponderan con un coeficiente de mayoración para establecer el límite de deformaciones admisibles en las pruebas.

De la comparación de los modelos con las pruebas se constata que:

- Las deformaciones verticales registradas durante las pruebas son menores que los valores obtenidos en los modelos.
- Las deformaciones horizontales en las pruebas son mayores que los valores obtenidos en los modelos, siendo en todos los casos valores muy reducidos: el valor máximo en las pruebas es de 0,11 mm de desplazamiento lateral. Estos valores se consideran despreciables por su rango de deformaciones. Así mismo, se interpreta que en el modelo el pandeo de los pares de las cerchas que transmiten la carga de los nudos superiores a las paredes perimetrales es menor, dado que en la realidad sufre pequeñas deformaciones impuestas que aumentan su pandeo y, por tanto, la deformación en sus extremos en los que se han tomado las medidas en las pruebas.
- Las deformaciones horizontales remanentes en los modelos son nulas dado que son modelos en primer orden, mientras que en las pruebas se registran valores muy bajos, del orden de 0,02 mm, los cuales se pueden considerar despreciables.
- No se pudo contrastar el modelo con las pruebas de carga lateral, dado que la forma de aplicación de esta carga en las pruebas se realizó en un único punto, mientras que en los modelos de carga se realizó siempre en la totalidad de los puntos y, por tanto, las deformaciones no resultan comparables.

CONCLUSIONES

Como reflexión final cabe una pregunta: ¿resultó una buena decisión hacer las pruebas de carga para validación de elementos existentes, considerando su coste y limitaciones? ¿No era suficiente con las comprobaciones numéricas?

Los sistemas de cálculo automático, con creciente velocidad de procesado de datos, suponen una herramienta potentísima para analizar los datos de los que disponemos para modelizar estructuras sin necesidad de construirlas, o sin necesidad de materializar las cargas en el caso de pruebas.

Así mismo, existen ciertas limitaciones en el uso de modelos: en general, los sistemas de cálculo, tanto manuales como por elementos finitos, presuponen comportamientos lineales (rango elástico, pequeñas deformaciones). En una obra nueva, estos comportamientos se pueden controlar de forma aproximada con el diseño de la rigidez de los elementos que componen la estructura, quedando dentro de las hipótesis de cálculo. No obstante, en el caso de estructuras existentes hay escaso control sobre dichas hipótesis. Se desconocen las condiciones de contorno, rigideces, grado de monolitismo, participación de elementos no estructurales como pavimentos, tabiques o mobiliario, los morteros que unen las piedras no son lineales, los materiales suelen tener gran heterogeneidad, las vigas de madera antiguas presentan grandes deformaciones, las acciones que producen cambios térmicos, vibraciones como tráfico rodado, túneles, maquinaria, son complejos de modelizar. Este tipo de factores complica la generación de modelos suficientemente fiables. Además, existe un gran problema inherente a cualquier método de

cálculo computacional: con el fin de optimizar los cálculos, siempre se asumen una serie de simplificaciones que, por un lado, no solo limitan la aplicabilidad del método (linealidad, discretización...) sino que, más importante aún: limitan la capacidad de comprensión del usuario del *software*.

Resulta muy interesante combinar las pruebas empíricas con el análisis numérico. Los métodos analíticos permiten optimizar la forma en que llevamos a cabo el planteamiento empírico, y al mismo tiempo sirven para saber dónde poner los sensores y así optimizar la monitorización. Los sistemas de análisis numérico permiten hacer análisis iterativos sobre los modelos ensayados, pudiendo evaluar, a costes reducidos, partes de la estructura en las cuales, por limitaciones presupuestarias o de medios auxiliares o de tiempo, no se han probado empíricamente.

La tecnología actual permite hacer ambas cosas de forma automática en tiempo real, en lo que se llama «gemelo digital»: un sistema de monitorización de la estructura que transmite los datos a un sistema que los procesa para introducirlos en un programa de cálculo, en el cual se verifica o corrige el modelo en función de los datos de las lecturas reales.

En el caso del Paraninfo, el resultado del trabajo realizado con las pruebas, permitió validar un uso que, si bien de manera teórica ya se había comprobado, resultó reforzado y ayudó a aumentar la seguridad y, al mismo tiempo, la tranquilidad de los diversos agentes.



Figura 22. © Diputació de Barcelona. Subdirecció d'Imatge Corporativa i Promoció Institucional. Andrés Flajszer, 2020.

BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

- UNE 7-457-86: Realización de ensayos estáticos de puesta en carga en estructuras de piso en edificación.
- CTE-SE-Seguridad estructural: SE1 Resistencia y estabilidad y SE2: Aptitud al servicio.
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera.
- Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril (IAPF) (capítulo 4).
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras. Dirección General de Carreteras, 1999.
- M-9 Pruebas de carga en estructuras, ACHE, 2003.

SCS[®]

Culleré Sala
Structural
solutions

T +34 932 657 912
scs-structures.com



Solucions estructurals
al servei de l'arquitectura
i la indústria

Construcció industrial
Edificació singular
Equipaments esportius
Equipaments socio-sanitaris
Infraestructures
Rehabilitació
Residencial



REFUERZO ESTRUCTURAL DE ELEMENTOS DE FÁBRICA DE LADRILLO

CASA BATLLÓ

JUAN IGNACIO ESKUBI UGARTE

Actualment, a part de dirigir l'equip d'estructures de l'estudi, imparteix classes de diferents assignatures a la Universitat Internacional de Catalunya de Barcelona (Physics, Construcció 7, Estructures 2 i TFG), és docent al Postgrau en disseny, càlcul i construcció d'estructures arquitectòniques a La Salle i ponent d'estructures a l'escola SERT del Col·legi d'arquitectes de Catalunya.

RESEÑA HISTÓRICA

Casa Batlló es un edificio ubicado en el Paseo de Gracia número 43 de Barcelona, construido entre 1875 y 1877 por encargo del Sr. Lluís Sala Sánchez al arquitecto Emili Sala Cortés. En 1904 fue adquirido por el matrimonio Batlló-Godó el cual promovió su reforma integral, llevada a cabo por el arquitecto Antoni Gaudí. En ambos casos, el edificio se diseñó para albergar viviendas.

A partir de 1940 y hasta la actualidad, el edificio ha sido objeto de intervenciones y reformas en las que el edificio ha ido transformando progresivamente su uso inicialmente residencial por un uso de carácter cada vez más público (administrativo, comercial y museístico). También ha sido objeto de distintas restauraciones y refuerzos o consolidaciones estructurales para adaptarlo a requerimientos normativos y a los nuevos usos.

En 2003 el edificio es adquirido por Inmobiliaria Casa Batlló y en 2005 es declarado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco. Desde entonces se ha producido un proceso de apertura del edificio al público mediante la acogida de eventos sociales y la organización de visitas culturales, permitiendo la visita a más partes de la casa.

En 2014 se aprueba el «Plan director» para las futuras intervenciones, en las que se prevé la construcción de un nuevo núcleo de comunicaciones verticales que dé cumplimiento a la normativa de incendios y que mejore el recorrido por el edificio, el cual ya es visitable en su gran mayoría.

DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

Como consecuencia de la implantación del Plan director, entre los años 2015 y 2017, se procede al diseño y construcción de una escalera y un ascensor que comuniquen la totalidad de las plantas, desde el sótano hasta la cubierta. Ambos elementos se sitúan en la medianera norte. El ascensor se ubica en el espacio de un patio de luces existente entre las plantas segunda y cubierta, pero que originariamente había llegado hasta la planta noble (principal). La escalera se sitúa a continuación, ocupando un espacio de unos $5,5 \times 3$ m, que se encontraban ocupados en todas sus plantas.

Por motivos de imagen (diseño arquitectónico) y de proceso constructivo, la escalera se construye con estructura metálica. Para permitir el paso de luz y quitarle «sensación de pesadez», la escalera y sus rellanos se separan un poco de las paredes que la delimitan de forma que esta se apoya puntualmente en ellas. En consecuencia, el efecto de trabazón que inicialmente realizan los forjados se pierde con el hueco de la escalera.

La pared medianera es de ladrillo macizo, en buen estado y arriostrada en sus extremos por paredes transversales, separadas 5,5 m entre sí. La sustitución de los forjados por la escalera no representa ningún problema para la pared a nivel tensional. Sin embargo, para dotarla de una mayor resistencia y mejorar su ductilidad, se refuerza con mortero PLANITOP HDM RESTAURO, armado con fibra de vidrio MAPEGRID G220 fija-



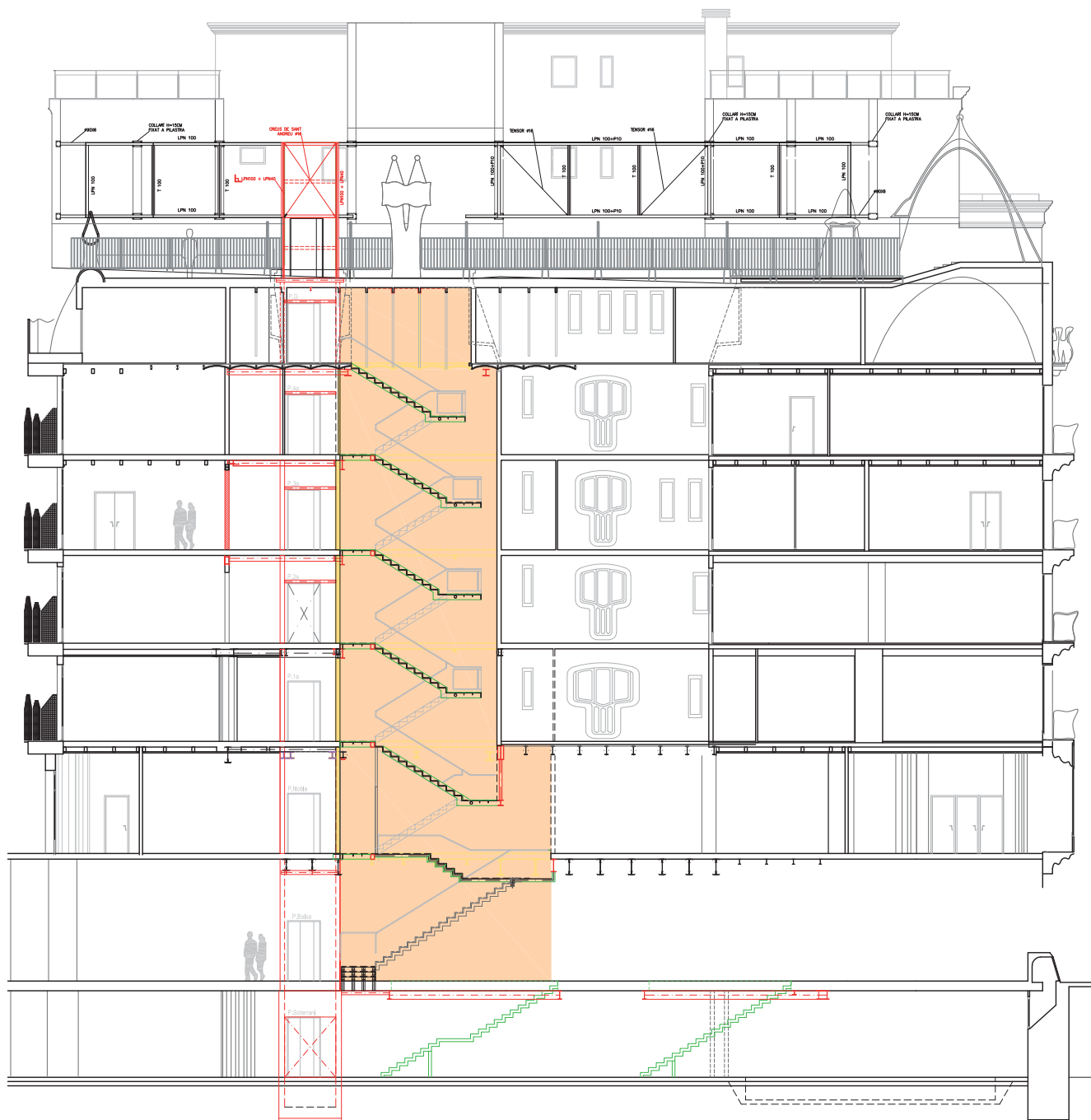


Figura 1. Sección general.

da a la pared mediante FIOCCOS MAPEWRAP G de fibra de vidrio, inyectados con mortero MAPE-ANTI-QUE. Estos fioccos se disponen con una densidad de dos unidades por metro cuadrado (figs. 1 a 3).

La ejecución del refuerzo se realiza previamente al derribo de los forjados, dejando a ambos lados (techo y

suelo) suficiente longitud de malla MAPEGRID G220 para permitir su solape posterior.

Se aplica una primera capa de mortero de reparación Planitop HDM Restauo para regularizar el soporte, sobre la que se dispone la malla, cuando el mismo aún está fresco. Se practican los taladros a la pared si-

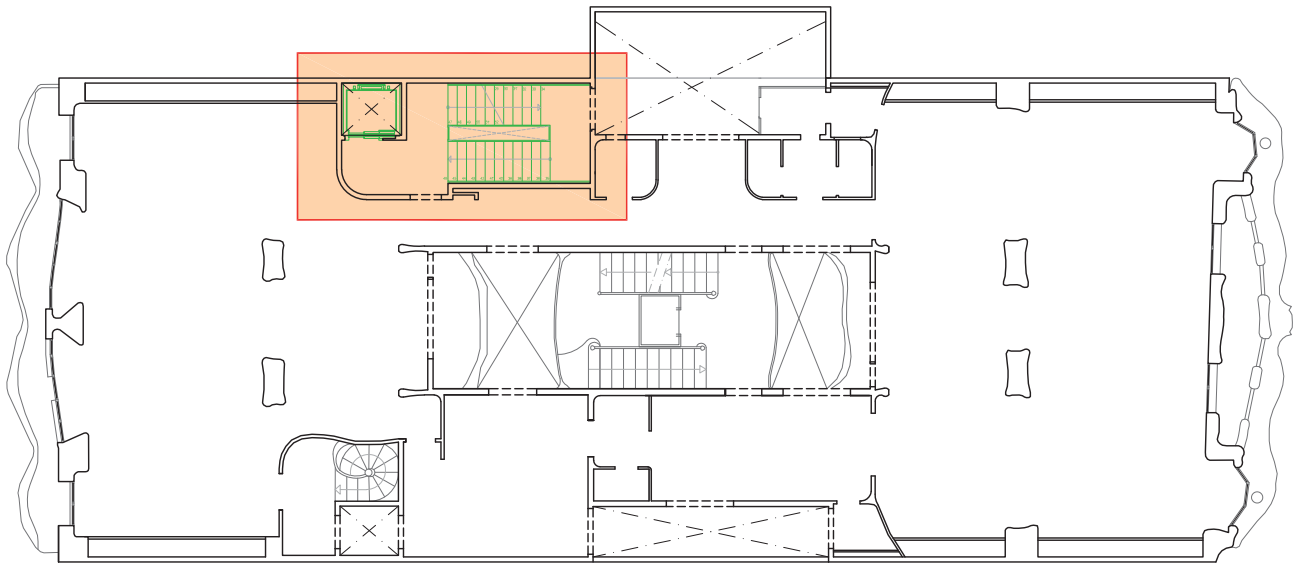


Figura 2. Planta 1.

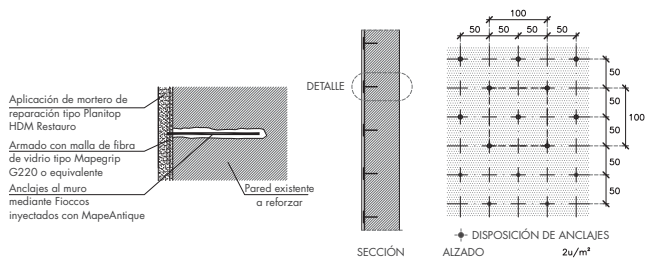


Figura 3. Detalle del refuerzo de la pared medianera.

guiendo el replanteo marcado y se fijan los fioccos inyectando mortero MapeAntique y abriendo las fibras en cabeza para asegurar su adherencia. Finalmente se aplica una segunda capa de mortero Planitop cubriendo por completo la malla y las cabezas de los fioccos (figs. 4 y 5).



Figura 4. Pared medianera.



Figura 5. Pared medianera.



Figura 6. Pared medianera.

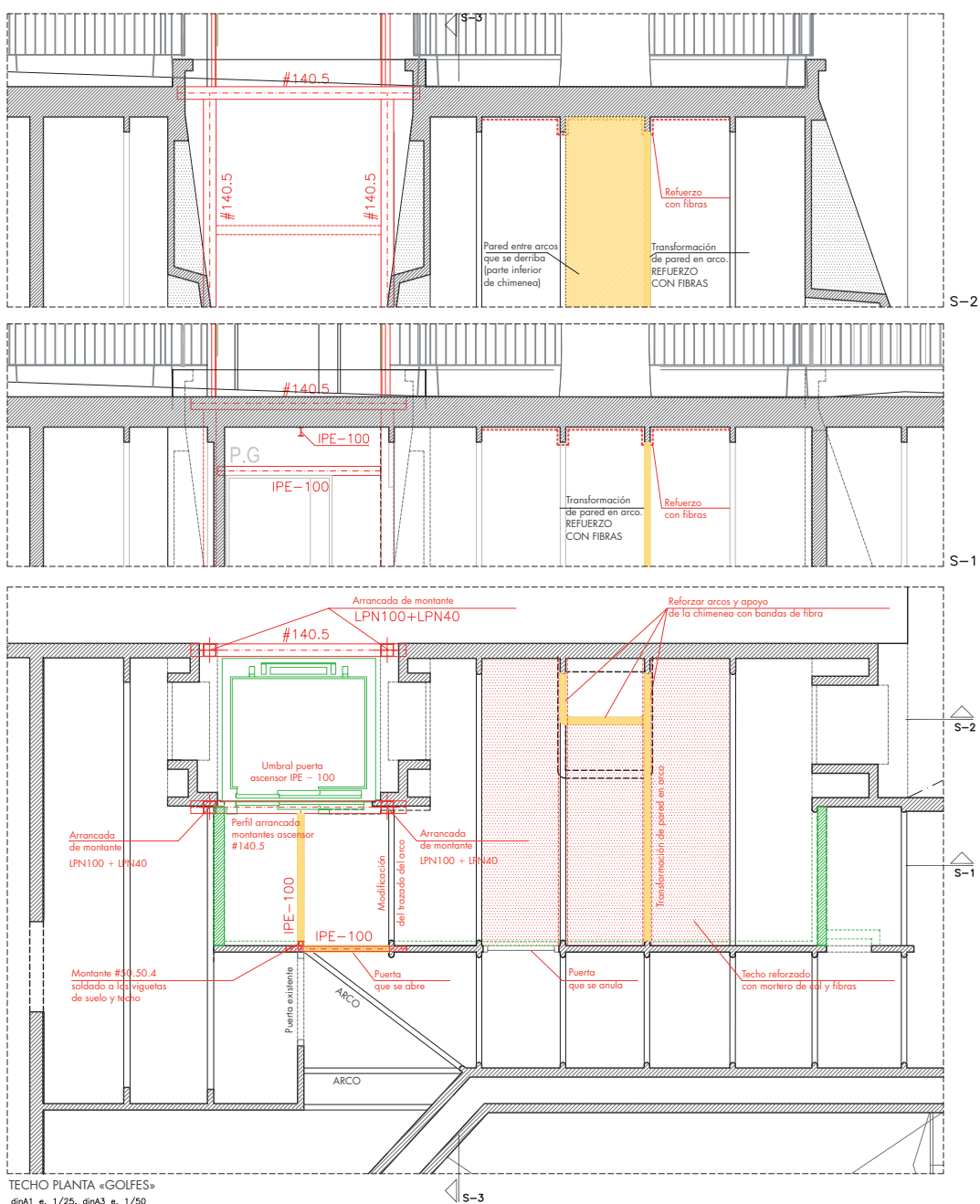


Figura 7. Zona de los arcos.

Una vez derribados los forjados y montada la escalera, se da continuidad a los distintos tramos mediante solape de las mallas y aplicación de mortero Planitop HDM Restauro (fig. 6).

En la casa Batlló, como en otras obras de Gaudí, la azotea está construida sobre un sistema de arcos parabólicos que formalizan el desván. Para la llegada de la escalera a la última planta bajo cubierta (llamada planta «golfes»), se requiere transformar uno de los tabiquillos de sustentación de la cubierta, de ladrillo macizo y 6 cm de espesor, por un arco de la misma geometría que los que existen en este ámbito (fig. 7).

Para ello, se decide reforzar todo el ámbito (pared que se transforma, chimenea, arco que delimita la chimenea y techo) con mortero de cal armado con fibra, con el objetivo de garantizar la cohesión del sistema, absorber pequeñas tracciones que puedan aparecer (aun siendo un sistema diseñado para trabajar a compresión) y dotarlo de mayor ductilidad (figs. 8 a 10).

Los materiales utilizados son los mismos que los empleados para el refuerzo de la pared (mortero PLANITOP HDM RESTAURO, armado con fibra de vidrio MAPEGRID G220) sin la disposición de fioccos. En



Figura 9. Fotografías de los arcos.



Figura 8. Fotografías de los arcos.

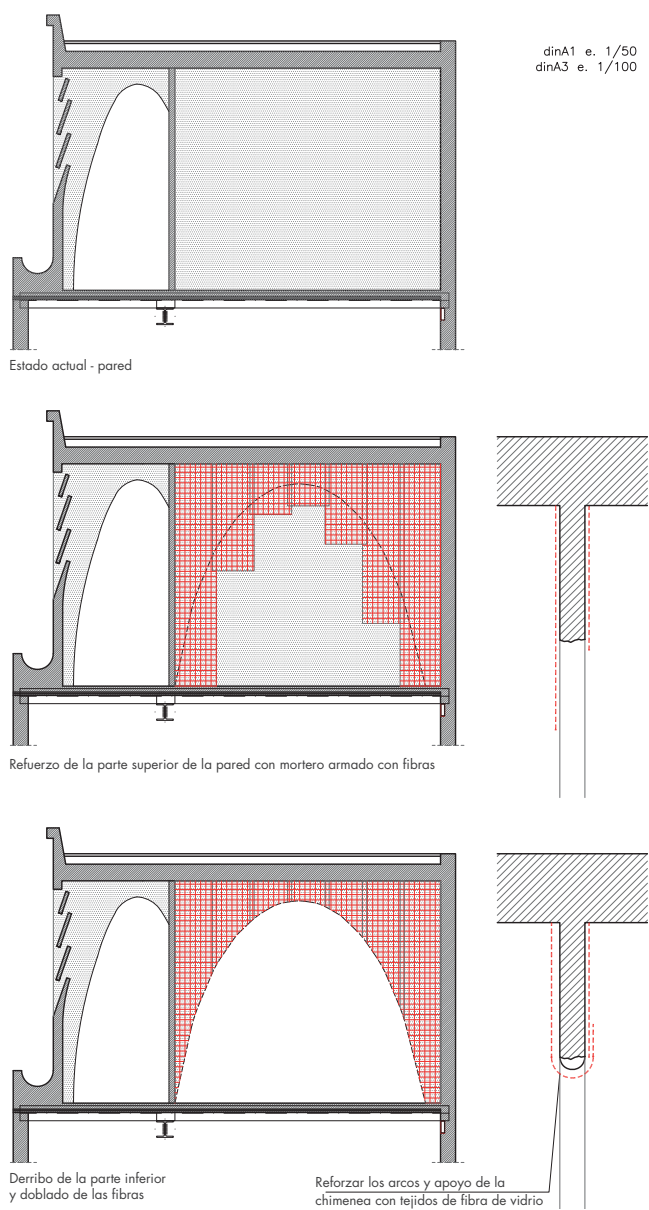


Figura 10. Proceso de formación de los arcos.

este caso la vinculación con el soporte se consigue por el solape de las mallas por la parte inferior del arco,

que se realiza progresivamente, a medida que se derriba la pared (fig. 11).

Un último punto de la intervención donde se aplican estos materiales se sitúa en el techo de la planta sótano, donde se requiere cubrir el hueco de una escalera que se elimina. En este ámbito, el forjado está resuelto con bóvedas cerámicas de dos capas, de unos 2 metros de luz, apoyadas sobre perfiles metálicos. El tramo que se cubre se resuelve también con bóveda cerámica que se refuerza superiormente con mortero de cal y malla de fibra de vidrio.



Figura 11. Fotografías de la bóveda del sótano.



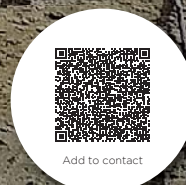
VENTAYOL
GEOSERVEIS

El teu partner geotècnic



- Estudis geotècnics
- Assaigs insitu (Pressiòmetres, CPTu, dilatòmetres)
- Instrumentació i auscultació
- Laboratori de sòls i geotècnia

BAC i Ventayol Geoserveis
C/ Àvila, 138, 3 Planta, 08018 Barcelona
Tel. +34 932 244 370 / info@baciventayol.com
www.baciventayol.com



Add to contact

OBJETIV  **S** DE DESARROLLO
SOSTENIBLE

NUEVO SOFTWARE DE CÁLCULO i-EXPERT

NUEVA INTERFAZ 3D

El nuevo software i-EXPERT permite modelar de forma fácil e intuitiva en todas sus aplicaciones: selección de aplicaciones predefinidas como barandillas, horcas, calces de escuadras y estructuras de madera.

PLACA BASE CONFIGURABLE

i-EXPERT permite modelar la pletina por elementos finitos y verificar si el espesor es suficiente para garantizar su rigidez. El software indicará el desplazamiento máximo, la flecha en la cruja y la coacción de «Von Mises».

Además, ofrece una placa base configurable: a parte de las placas base predefinidas como placas rectangulares, circulares, triangulares; podemos configurarla con cualquier forma y geometría. Permite dimensionar una aplicación con N fijaciones e indicar las coordenadas de cada punto de fijación.

INTUITIVO

El menú principal ofrece una rápida adaptación al software de cálculo i-EXPERT.

Muy fácil de utilizar:

- Selección de la aplicación.
- Definición de la geometría de la placa base.
- Definición del soporte en hormigón o material hueco.
- Introducción de esfuerzos (tracción, cortante, momento torsor, momento flector).
- Posibilidad de combinar varias aplicaciones: fuego/sísmico. Y combinación de cargas.

AMPLIA SELECCIÓN DE ANCLAJES

Desde la pantalla de resultados, podemos seleccionar los anclajes adaptados gracias a filtros de selección, acceder al resumen de las resistencias del grupo de anclajes, a los datos de instalación y a la edición del informe de cálculo en varios formatos.

DESCARGAR ARCHIVOS BIM Y CAD

Posibilidad de descargar archivos BIM, CAD, ETA y fichas técnicas del anclaje seleccionado desde el software.

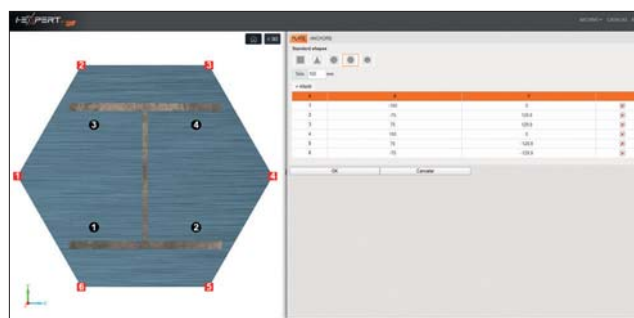
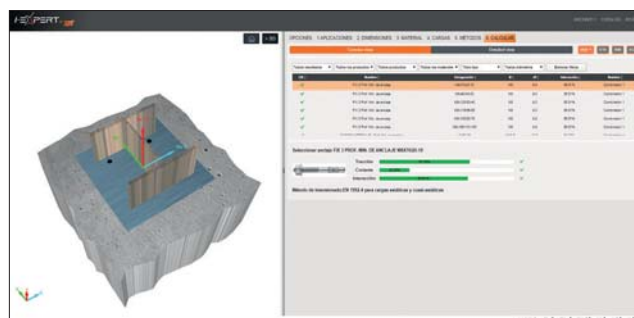
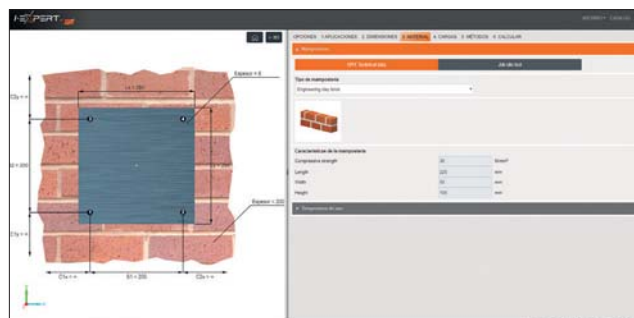
DISPONIBLE CÁLCULO EN MATERIALES HUECOS

Además de estar actualizado a la nueva normativa EUROPEA EN 1992-4 del EUROCÓDIGO 2, el nuevo software de cálculo i-EXPERT permite el cálculo de anclajes en materiales huecos: bloque hueco de hormigón, ladrillo hueco, ladrillo macizo, losa aligerada y hormigón celular.

i-EXPERT YA NO TIENE LÍMITES

Compatibilidad con cualquier buscador INTERNET EXPLORER, GOOGLE CHROME, FIREFOX.

¡Incluso podrás realizar cálculos estructurales desde el móvil!



SOCIÉTÉ DE PROSPECTION
ET D'INTERVENTION
TECHNIQUES S.A.S. (SPIT)

Javier Turrillo

Murcia, 58, Nave C,
Pol. Ind. Can Calderón
08830 SANT BOI DE LLOBREGAT

javier.turrillo@spit.es

667 127 127

www.spitpaslode.es



TECNOLOGÍA DE MORTEROS REFORZADOS CON FIBRAS ESTRUCTURALES PARA EL REFUERZO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Los hormigones reforzados con fibras estructurales de acero son materiales que llevan usándose durante décadas y que actualmente se recogen en el Anejo 14 de la Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08.

Entre las diversas tecnologías destinadas a reforzar las estructuras existentes, **MAPEI** ofrece una innovadora familia de morteros pertenecientes a la línea **HPC**, morteros en base cemento reforzados con fibras estructurales de acero distribuidas homogéneamente dentro de la matriz cementosa. Estos morteros son realmente materiales compuestos con unas propiedades muy concretas. La adición de fibras de acero estructural a un mortero de alta resistencia a compresión proporciona un material con grandes ventajas, aparte de aumentar en gran medida la resistencia a tracción y controlar la fisuración, aporta una gran ductilidad y tenacidad al material.

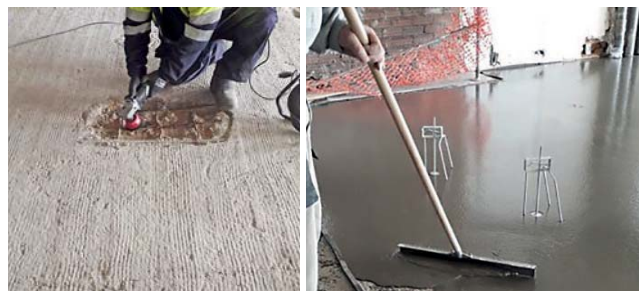
Planitop HPC está destinado al refuerzo y reparación de pilares y muros de hormigón mediante el recrecido de su sección. Las estructuras de edificación y obra civil en las que se emplea este producto pueden verse sometidas a acciones estáticas y a acciones dinámicas (viento, sismo, maquinaria, tránsito de personas, etc.), con esfuerzos de compresión o flexocompresión, sin limitaciones en la forma de la sección transversal del pilar o muro de hormigón armado, y en condiciones de exposición interior o exterior.

Planitop HPC Floor está desarrollado para el refuerzo y reparación de forjados de hormigón mediante el incremento de su espesor por la parte superior. Los tipos de forjados en los que se puede actuar son: losas macizas, forjados nervados unidireccionales o bidireccionales de hormigón armado, losas alveolares y forjados de cerámica armada, sometidas a acciones estáticas y a acciones dinámicas. Los forjados reforzados pueden estar sometidos a esfuerzos de flexión con acciones perpendiculares al plano del forjado o debidos a cargas en su plano motivadas por acciones sísmicas. No se establecen limitaciones en la forma de la sección transversal del forjado de hormigón y, al igual que el anterior, puede aplicarse en forjados interiores o sometidos a condiciones de exposición exterior.

Ambos sistemas están certificados con los Documentos de Adecuación al Uso (**DAU 20/117** y **DAU 20/118**) emitidos por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC) como sistemas de refuerzo estructural para restituir o aumentar la capacidad resistente de las estructuras sobre las que se aplican, con aumentos modestos de grosor (de 10 mm a 40 mm) y de peso, para elementos verticales y horizontales.

Los **DAU** certifican las prestaciones que ofrecen los sistemas de refuerzo, además de describir los criterios de proyecto, los criterios de ejecución y las soluciones constructivas principales que hay que tener en cuenta para un diseño e instalación adecuados de los sistemas de refuerzo estructural, teniendo en cuenta el comportamiento global del conjunto de la estructura sobre la que se interviene.

Esto permite a los técnicos responsables de las obras tener toda la información necesaria para su correcta concepción y ejecución, quedando amparados por lo establecido en relación con las exigencias básicas de calidad de los edificios definidas en el Código Técnico de la Edificación y los requisitos básicos del Reglamento de Productos de la Construcción (UE) 305/2011.



Imágenes del refuerzo estructural de los forjados del edificio de la C/ Prim, 12 en Madrid.



Sellos DAU.



MAPEI SPAIN, S.A.

C/ València, 11 Pol. Ind. Ca n'Oller
08130 Santa Perpètua de Mogoda
(BARCELONA)

Assistència Tècnica
a Professionals i Projectistes:

✉ assistenciatecnica@mapei.es

☎ 933 415 842

www.mapei.es



DANYS OCULTS EN ESTRUCTURES DE FUSTA

Una diagnosi de patologies d'estructures de fusta ens permet conèixer de primera mà el veritable estat de conservació, més enllà del que es pugui apreciar visualment.

Com a exemple, en la figura 1 s'aprecia una biga de fusta amb forats de sortida de corcs de petita grossària, una plaga xilòfaga que en aquest cas no ha produït danys significatius en la fusta. Fins i tot s'ha comprovat com la fusta és resistent davant del punxonament.



Fig. 1. Forats de sortida de corcs de petita grossària.

Però, gràcies a aparells END específics i a la experiència dels tècnics, es pot comprovar com existeixen danys que resten ocults darrera d'una bona aparença. En aquest cas en concret (figures 2 i 3), amb la aplicació del resistògraf i un altre aparell d'inspecció visual, es van poder detectar danys severos causats per tèrmitis subterranis.



Fig. 2. Obertura d'una finestra a l'albeca per descobrir danys ocults.

EL RESISTOGRAMA

El resistograma és la representació gràfica a través de coordenades que relacionen la intensitat emprada per a la penetració de l'agulla amb la profunditat de perforació. Les gràfiques representades mostren la resistència que ofereix la fusta a l'avançament de l'agulla i la resistència de la fusta a la rotació de l'agulla.



Fig. 3. Construccions terroses de tèrmitis subterranis.

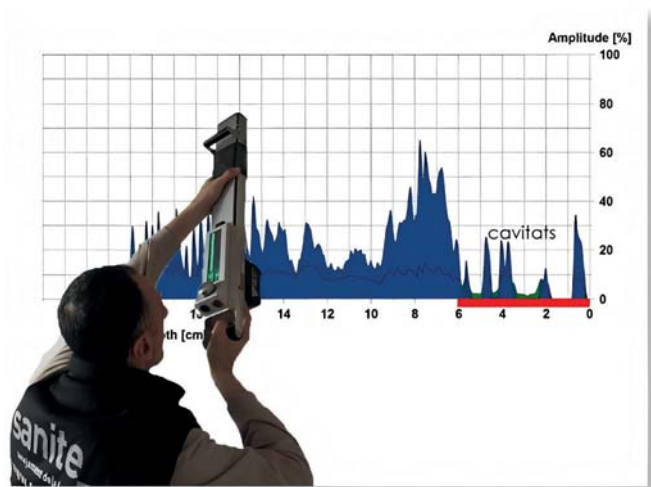


Fig. 4. El resistograma.

Ambdós valors es complementen per oferir una major comprensió dels assaigs que es duen a terme per determinar el veritable estat de la fusta.

#fusta #patologiesdelafusta #estructures
 #termittsubterranis #estructuresdefusta
 #tractamentsdefusta #analisidelfusta #edificisantics
 #rehabilitaciófusta #diagnosidelfusta
 #patrimoniarquitectonic #termitts #reforçestructural
 #biguesdefusta #corcs #plagues #xilòfags #sanite



SANITE
 MANEJO INTEGRADO
 PLAGAS Y PATOLOGÍAS, S.L.U.

👤 Paco Domínguez
 📍 Modern, 12, local 1
 08902 L'HOSPITALET
 DE LLOBREGAT

✉️ tecnic@sanite.net
 ☎️ 93 336 20 24

<https://sanite.es>
<https://diagnosidellamadera.com>
<https://plagascontrolbarcelona.com>

CRECEMOS EN SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA

Jordi Segales - CEO

NUESTRA FILOSOFÍA

Estructuras JS pone al servicio de sus clientes la última tecnología y recursos necesarios para desarrollar los trabajos solicitados con la mejor calidad, y es por esto que dispone en sus instalaciones de equipos de última generación, informatizados y preparados para desarrollar trabajos de gran complejidad con la máxima eficacia.

PROYECCIÓN NACIONAL Y INTERNACIONAL

Contamos con la experiencia de ejecución de diferentes proyectos, con una red a nivel nacional de proveedores homologados con maquinaria específica para enfrentarnos a los diferentes retos con la máxima profesionalidad.

En todo caso, tenemos la capacidad de ejecutar la totalidad de nuestros encargos.

NUESTRA ESENCIA

Fabricamos y montamos estructuras metálicas para equipamientos de obras y grandes proyectos.

Ejecución de infraestructuras como puentes, pasarelas, marquesinas y elementos en edificios públicos y privados, aportando soluciones precisas en cada proyecto.

ESTRUCTURAS METÁLICAS 4.0

Diseñamos y construimos utilizando la última tecnología BIM implantada tanto en la gestión de proyectos, oficina técnica y producción desde nuestros inicios, para obtener los máximos resultados y evolucionar como el mercado solicite, con compromiso, calidad y profesionalidad.

PRESENTE Y FUTURO

En Estructuras JS nos sentimos orgullosos de poder decir y ofrecer que no solo ese crecimiento está ubicado en nuestras instalaciones, sino en todos nuestros partners y clientes, incorporando la tecnología y el equipo humano suficiente para absorber cualquier tipo de encargo tan grande o complejo que devenga.

NOSOTROS HACEMOS ESTRUCTURAS



Estructures, muntatges
i soldadures JS, S.L.

Jordi Segales Farrés

Sant Pere de Casserres, 3
Pol. Ind. Malloles
08500 VIC
(Barcelona)

info@ems-js.com

(+34) 938 897 066

www.ems-js.com



MISCEL·LÀNIA MISCELÁNEA

En nom de l'Associació de Consultors d'Estructures volem expressar el nostre condol més sincer a les famílies i amics dels nostres socis que ens han deixat.

En nombre de la Associació de Consultors d'Estructures queremos expresar nuestro más sentido pésame a las familias y amigos de nuestros socios que nos han dejado.

- **Lucindo Lázaro i Rico**, soci numerari professional / *socio numerario profesional*
- **Jordi Padró i Quintana**, soci numerari professional / *socio numerario profesional*
- **Joan Margarit i Consarnau**, soci d'honor / *socio de honor*

BENVINGUDA / BIENVENIDA

Donem la benvinguda als socis numeraris professionals: / *Damos la bienvenida a los socios numerarios profesionales:*

- **Arantzazu España Roch**
- **Regina Serrat Orri**
- **Oriol Martos Terés**
- **Albert Noya Martínez**

Donem la benvinguda als socis protectors: / *Damos la bienvenida a los socios protectores:*

- **BAC Engineering Consultancy Group, SL**



- **Kerakoll Ibérica, S.A.** 

Donem la benvinguda als socis acadèmics: / *Damos la bienvenida a los socios académicos:*

- **Roger Joan Sauquet Llonch**
- **Carlos Muñoz Blanch**
- **Ramon González Drigo**

Donem la benvinguda als amics de l'ACE: / *Damos la bienvenida a los amigos de la ACE:*

- **Xavier Goula i Suriñach**

Donem la benvinguda als socis aspirants estudiants: / *Damos la bienvenida a los socios aspirantes estudiantes:*

- **Enric Farguell Fuertes**



LLISTA DE MEMBRES DE L'ASSOCIACIÓ

LISTADO DE MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN

SOCIS D'HONOR

- Antonio Aguado de Cea**
Dr. Enginyer de Camins, Canals i Ports (UPC)
- Ramón Argüelles Álvarez**
Dr. Ingeniero de Montes (UPM)
- Francesc Bassó i Birulés †**
Dr. Arquitecte
- Robert Brufau Niubó**
Dr. Arquitecte
- Carles Buxadé i Ribot**
Dr. Arquitecte
- José Calavera Ruiz**
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (UPM)
- Rafael Casals i Bohigas †**
Dr. Enginyer Industrial
- Félix Escrig Pallarés †**
Dr. Arquitecte
- José María Fornons García**
Enginyer Industrial
- Manuel García Cabrera**
Enginyer Industrial
- Josep M. Genescà i Ramon**
Arquitecte Tècnic
- Enrique González Valle**
Dr. Enginyer de Camins, Canals i Ports
- Fructuós Mañá i Reixach**
Dr. Arquitecte
- Joan Margarit Consarnau †**
Dr. Arquitecte
- Antoni Mari i Bernat**
Dr. Enginyer Camins, Canals i Ports
- Julio Martínez Calzón**
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
- Antoni Massagué Oliart**
Enginyer Industrial
- Juan Bautista Pérez Valcárcel**
Dr. Arquitecte
- Florentino Regalado Tesoro**
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
- Gerardo Rodríguez i González**
Enginyer de Camins, Canals i Ports
- Ramon Sastre i Sastre**
Dr. Arquitecte

Antoni Torrent i Marquès
Enginyer civil

José Antonio Torroja Cavanillas
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

SOCIS PROTECTORS



- 4P. SGS TECNOS, S.A.**
4P.1. Daniel Lascorz Gómez
Llull, 95-97, 5a planta
08005 BARCELONA
daniel.lascorz@sgs.com
www.sgs.es



- 11P. PROPAMSA, S.A.U.**
11P.1. Manel Soler Caralps
Camí de Ciments Molins, s/n
08620 SANT VICENÇ DELS HORTS
msoler@propamsa.cemolins.es
www.propamsa.es



- 14P. ENCOFRADOS J. ALSINA, S.A.**
14P.1. José Caballero Ruiz de Azcárraga
Camí de la Font Freda, 1
Polígon Industrial d'en Coll
08110 MONTCADA I REIXAC
alsina@alsina.es
www.alsina.es



- 17P. CENTRO CATALÁN DE GEOTECNIA, S.L.**
17P.1. Teodoro González López
Passatge Arrahona, 4, nau 3
08006 BARCELONA
administracion@geotecnia.biz



- 27P. KNAUF MIRET S.L.**
27P.1. Daniel Miret Bausili
Calafell, 1
08720 VILAFRANCA DEL PENEDÈS



- 28P. CYPE INGENIEROS, S.A.**
28P.1. Bernabé Farré i Oró
Almogàvers, 66, 2n A
08018 BARCELONA
bernabe.farre@cype.com
www.cype.com



- 29P. SIKA**
29P.1. Mònica Sangil García
Travessia Industrial, 13
08907 L'HOSPITALET DE LLOBREGAT
sangil.monica@es.sika.com
www.sika.es



- 30P. VSL CONSTRUCTION SYSTEMS, S.A.**
30P.1. Pedro Ossó Rebull
Avda. de la Gran Via, 179
08908 L'HOSPITALET DE LLOBREGAT
pedro.osso@vsl.com
www.vsl.com



- 32P. MASTER BUILDERS SOLUTIONS ESPAÑA, S.L.U.**
32P.1. Carles Reguera
Carretera de L'Hospitalet, 147-149,
Edificio Viena, 1a planta
08940 CORNELLÀ DE LLOBREGAT
carles.reguera@mbcc-group.com
www.master-builders-solutions.com/es-es



- 37P. HILTI ESPAÑOLA, S.A.**
37P.1. Artur Bernat Barberá
Avda. del Maresme, 10
08940 CORNELLÀ DE LLOBREGAT
Artur.Bernat@hilti.com
www.hilti.es



- 39P. SISTEMA NOU BAU, S.L.**
39P.1. Antoni Aguadé Vila
Edifici @SantCugat - Via Augusta, 15-25
08174 SANT CUGAT DEL VALLÈS
noubau@noubau.com
www.noubau.com





43P. ZPE PILOTES
43P.1. Núria Sauleda i Serna
 Avda. Maresme, 9
 08396 SANT CEBRIÀ DE VALLALTA
 2pe@2pe.biz
 www.2pe.biz



44P. MAPEI SPAIN, S.A.
44P.1. Joan Lleal
 València, 11, Pol. Ind. Can Oller
 08130 SANTA PERPÈTUA DE LA MOGODA
 joanlleal@mapei.es
 www.mapei.es



45P. TORNILLERÍA INDUSTRIAL, S.A.
45P.1. Daniel Valls Fonoll
 Catalunya, 11, Pol. Ind. Can Oller
 08130 SANTA PERPÈTUA DE LA MOGODA
 danifonoll@tindsa.com
 www.fator.es



47P. IBERTRAC, S.L.
47P.1. Víctor Rubio Monsant
 Loreto, 13-15, D
 08029 BARCELONA
 vrbubio@ibertrac.com
 www.ibertrac.com



49P. CONSTRUSOFT
49P.1. José Cosculluela Millas
 Doctor Vila, 3, local 2
 08740 SANT ANDREU DE LA BARÇA
 albert.jimenez@construsoft.com
 www.construsoft.com



50P. GERB, S.A.
50P.1. Tomás López de Uralde Gines
 Juan Bruil, 2, 1.º
 50001 ZARAGOZA
 tomas.lopez@gerb.com.es
 www.gerb.com



51P. HERMS, S.A.
51P.1. Anna Herms Fontquerni
 Fisas, 1
 08028 BARCELONA
 herms@herms.es
 www.herms.es



52P. CONTRACTA, OBRES I TECNOLOGIA DE LA REHABILITACIÓ, S.L.
52P.1. Josep Antoni Martínez
 Gran Via de les Corts Catalanes, 645, 2n 2a A
 08010 BARCELONA
 administracio@contracta.net
 www.contracta.net



62P. ENCOFRADOS CASTELL, S.L.
62P.1. Hilario García Mata
 Camí Can Ferran, 13-15
 08403 GRANOLLERS
 encofradoscastell@ecastell.com
 www.ecastell.com



63P. MANEJO INTEGRADO PLAGAS Y PATOLOGÍAS, S.L.U.
63P.1. Francisco Domínguez
 Modern, 12, local 1
 08902 L'HOSPITALET DE LLOBREGAT
 tecnic@sanite.net
 www.sanite.es



65P. TECNIFUSTA INGENYERIA, S.L.
65P.1. Jordi Figueras Figueras
 Closa d'en Llop, 110, apt. 213
 17130 L'ESCALA
 info@tecnifusta.com
 www.tecnifusta.com



68P. URETEK SOLUCIONES INNOVADORAS, S.L.U.
68P.1. Rubén Galisteo del Río
 Príncipe de Vergara, 126
 28002 MADRID
 uretek@uretek.es
 www.uretek.es



71P. SOCIETÉ DE PROSPECTION ET D'INTERVENTION TECHNIQUES S.A.S. (SPIT)
71P.1. Javier Turrillo
 Murcia, 58, Nave C,
 Pol. Ind. Can Calderón
 08830 SANT BOI DE LLOBREGAT
 javier.turrillo@spit.es
 www.spitpaslode.es



73P. GEOSEC ESPAÑA, S.L.
73P.1. Marcos Leal Menéndez
 Av. Fuentemar, 43, nave D3
 28823 COSLADA (MADRID)
 info@geosec.es
 www.geosec.es



76P. GEOMAR INGENYERIA DEL TERRENY, S.L.P.
76P.1. Joan Martínez Bofill
 València, 1, subsòl local 12
 08015 BARCELONA
 estudis@geomar.cat
 www.geomar.cat



78P. COINTECS – CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA DE FORJADOS, S.L.
78P.1. Martí Mas Maimo
 Marroc, 93
 08020 BARCELONA
 ingenieros@cointecs.com
 www.cointecs.com



79P. CECAM, S.L.U. – CENTRE D'ESTUDIS DE LA CONSTRUCCIÓ I ANÀLISI DE MATERIALS, S.L.U.
79P.1. Ignaci Capella Sola
 Pirineus, s/n, Pol. Ind.
 17460 CELRÀ
 geotecnica@cecam.com



83P. INDUSTRIAS DEL UBIERNA, S.A.
83P.1. Ishay Colina Tarabelsi
 López Bravo, 94
 09006 BURGOS
 Travessera de Gràcia, 30, 3è C
 08021 BARCELONA
 Ishay.colina@bekaert.com



84P. LAFARGEHOLCIM, S.A.U.
84P.1. Eva Cunill Biscos
 Avda. Manoteras, 20,
 Edificio B
 28050 MADRID
 eva.cunill@lafargeholcim.com
 www.lafargeholcim.es



87P. EGOIN, S.A.
87P.1. Néstor Piris i Bernal
 Ullastre, 7
 08017 BARCELONA
 nestorpiris@gmail.com
 www.egoin.es



88P. CULLERÉ I SALA, S.L.
88P.1. Jordi Romanià Ribé
 Garbí, 6
 08213 POLINYÀ
 jromanya@scs-structures.com
 www.scs-structures.com



90P. PANTALLAX, S.L.U.
90P.1. Juan José Villanueva Inarejos
 Ciutat de Melilla, 4, bajo
 46017 VALENCIA
 tecnicos@pantallax.es
 www.pantallax.es



91P. PILOTES Y OBRAS, S.A.
91P.1. Ferran García Hernández
 Velázquez, 53, 2.º izq.
 28001 MADRID
 pyo@pilotesyobras.com
 Av. Dels Vents, 9-13,
 esc. B, 4r 1a
 08917 BADALONA
 j.cortizo@pilotesyobras.com
 www.pilotesyobras.com



92P. BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.
92P.1. Guillem Baraut Bover
 Àvila, 138, 3a planta
 08018 BARCELONA
 info@bacecg.com
 www.bacecg.com



93P. GEOPLAST - DALIFORMA, S.L.
93P.1. Jorge de Mas Fernández
 Tuset, 19
 08006 BARCELONA
 info@daliforma.com
 www.daliforma.com



94P. ESTRUCTURES, MUNTATGES I SOLDADURES JS, S.L.
94P.1. Jordi Segales Farrés
 Sant Pere de Casserres, 3
 Pol. Ind. Malloles
 08500 VIC
 info@ems-js.com
 www.ems-js.com



95P. ISCHEBECK IBÉRICA, S.L.
95P.1. Àlex Giménez Jiménez
 S, 25 - Pol. Ind. El Oliveral
 46394 RIBA-ROJA DE TÚRIA
 alex.gimenezj@ischebeck.es
 www.ischebeck.es



96P. MECANOVIGA, S.L.
96P.1. Armando Lalmolda
 Garraf, 16
 08759 VALLIRANA
 mecanoviga@mecanoviga.com
 www.mecanoviga.com



99P. GRUPO PUMA, S.L.
99P.1. María Capilla Huertas
 Conrado del Campo, 2, 1.º
 Pol. Ind. Trevenez
 29590 CAMPANILLAS
 mcapilla@grupopuma.com
 www.grupopuma.com



100P. S&P REINFORCEMENT SPAIN, S.L.
100P.1. Iván Carracedo Cabadas
 Carlos Jiménez Díaz, 17
 28806 ALCALÁ DE HENARES
 ivan.carracedo@sp-reinforcement.eu
 www.sp-reinforcement.eu



102P. GEOPLANNING ESTUDIS GEOTÈCNICS, S.L.
102P.1. Ramon Codina Gual
 Av. Can Noguera, 11
 08630 ABRERA
 r.codina@geoplanning.es
 www.geoplanning.es



103P. CIFREAT, S.L.
103P.1. Daniel Lasalle Borrás
 Plaça del Mil·lenari, 3, local 2
 08160 MONTMELÓ
 d.lasalle@cifreat.com
 www.cifreat.com



105P. PROMOTORA MEDITERRÀNEA-2, S.A. (PROMSA)
105P.1. Jorge Altet Torné
 Carretera Nacional, 340 km 1242.3
 08620 SANT VICENÇ DELS HORTS
 jaltet@promsa.cemolins.es
 www.promsa.es



106P. PORTNEO BILIM VE YAPI TEKNOLOJILERI, A.S.
106P.1. Güzide Aslankaya
 Sant Pere més Baix, 80
 08003 BARCELONA
 guzide@portneo.com
 www.portneo.com



107P. FISCHER IBÉRICA, S.A.U.
107P.1. José María Guillén
 Klaus Fischer, 1
 43300 MONT-ROIG DEL CAMP
 jose.guillen@fischer.es
 www.fischer.es





108P. ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, S.L.

108.1. Marta León Alonso
Almogàvers, 66, 2n
08018 Barcelona
marta.leon@e-zigurat.com
www.e-zigurat.com



109P. KERAKOLL IBÉRICA, S.A.

109.1. José Luis Sánchez Martínez
Carretera de Alcora, km 10,45
12006 CASTELLÓN DE LA PLANA
jose.sanchez@kerakoll.es
www.kerakoll.com

SOCIS NUMERARIS PROFESSIONALS



10. BBG ESTRUCTURES RECERCA I REHABILITACIÓ S.L.P.

10.1. Robert Brufau Niubó
10.2. Joan Ramon Blasco Casanovas
10.3. Sergi Díaz Valdivia
10.4. Albert Noya Martínez
Hercegovina, 25, entl. 4a
08006 BARCELONA
bbg@bbg.cat
www.bbg.cat
Data últim control: 13/07/17



13. INDUS INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.L.

13.1. David Pedrerol Lechuga
13.2. Gaspar Pedrerol Sagalés
13.4. Luis Chóliz del Junco
13.5. Miguel Ángel Carbonell Larrosa
13.6. Arantza España Roch
13.7. Regina Serrat Orri
Via Augusta, 4, àtic
08006 BARCELONA
jpedrerol@indus-eng.com
www.indus-eng.com
Data últim control: 06/04/17



14. PBX CENTRE DE CÀLCUL, S.L.

14.1. Enric Xercavins i Valls
14.2. Josep Xercavins Batlló
Can Xercavins, Apartat de correu 359
08191 RUBÍ
pbx@pbx.cat
www.pbx.cat
Data últim control: 05/10/16

18. Jesús Pérez i Lluch

Gran Via de les Corts Catalanes, 339, 1r
08014 BARCELONA
Data últim control: 28/09/07



20. STATIC INGENIERÍA, S.L.

20.1. Gerardo Rodríguez i González
20.2. Miquel Rodríguez Niedenfür
20.3. Lluís Cortés Mínguez
Pg. d'Amunt, 18, entl. 1a
08024 BARCELONA
static@static-ing.com
www.static-ing.com
Data últim control: 08/05/19



21. CABEZAS, GÓNGORA & MORENO, S.L.P.

21.1. Francisco Cabezas i Cabello
21.2. Juan José Moreno Cabrera
San Fructuós, 80, baixos
08004 BARCELONA
cyg@cygsl.com
www.cgmstructures.com
Data últim control: 14/03/19

30. Pere Sobré i Massagué

Borrell, 2B, 1r 2a
08202 SABADELL
p.sobre@telefonica.net
Data últim control: 08/06/17



35. BLÁZQUEZ-GUANTER, S.L.P.

35.1. Antoni Blázquez i Boya
35.2. Lluís Guanter i Feixas
35.3. Rosa M. Buadas Brujats
Sant Josep, 3
17004 GIRONA
info@bg-arquitectes.com
www.bg-arquitectes.com
Data últim control: 10/03/16



37. L3J, S.L.P.

37.1. Jaime Pastor i Sánchez
Països Catalans, 7, local 8
08980 SANT FELIU DE LLOBREGAT
jaimepastor@eletresj.com
www.eletresj.com
Data últim control: 06/04/11

39. R.M. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

39.1. Raül Montes Usategui
Suïssa, 13
08023 BARCELONA
rm-calculo@coac.net
Data últim control: 15/11/18



44. TRANSMETAL, S.A.

44.1. Ricardo Neira Navarro
Pol. Ind. «Les Argelagues»
08185 LLIÇÀ DE VALL
transmetal@transmetalsa.com
www.transmetalsa.com
Data últim control: 06/04/17



45. ESTRUCTURAS NAVAS, S.A.

45.1. Josep Lluís Sánchez i Sánchez
Rambla Solanes, 14
08940 CORNELLÀ DE LLOBREGAT
tecnica@grupo-navas.com
www.grupo-navas.com
Data últim control: 09/07/2020



47. VALERI CONSULTORS ASSOCIATS

47.1. Josep Maria Valeri i Ferret
47.2. Mercè Ramos i Ortiz
47.3. Fruitós Mañà i Reixach
47.4. Ramon Costa i Farràs
Bailèn, 7, 2n 2a
08010 BARCELONA
valeri@valericconsultors.net
www.valericconsultors.net
Data últim control: 12/07/18

48. AGW CONSULTORS ESTRUCTURES, S.C.P.

48.1. Ferran Anguita de Caralt
48.2. José Luis Galindo Rubio
Concili de Trento, 36-40, baixos
08018 BARCELONA
f.anguita@coac.es
Data últim control: 08/06/17



RV4||

51. TECTUM ENGINEERING, S.L.P.

51.1. Xavier Mateu i Palau
Autonomia, 2, local C
08225 TERRASSA
x.mateu@coac.cat
Data últim control: 17/09/15

52. Josep Baquer Sistach

Domènech, 6, 3r 6a
08172 SANT CUGAT DEL VALLÈS
jbaquer@apabcn.cat
Data últim control: 29/09/19

53. GWAMBA CONSULTORIA D'ESTRUCTURES, S.L.P.

53.1. Raül Núñez i Lacarra
Avet, 6
08186 LLIÇÀ D'AMUNT
arquitectura@gwamba.cat
Data últim control: 06/11/08

55. MANUEL ARGUIJO Y ASOCIADOS, S.L.

55.1. Manuel Arguijo Vila
Marina, 63, local 3
08005 BARCELONA
arguijo@coac.net
Data últim control: 11/07/12

56. GMK ASSOCIATS, S.L.

56.1. Miquel Llorens i Sulivera
Joan Alsina, 5, entl.
17003 GIRONA
gmk@gmkgrup.com
Data últim control: 11/04/19

58.1. Xavier Falguera Valverde

Bolívia, 91, 8è 1a
08018 BARCELONA
xavier.falguera@upc.edu
Data últim control: 10/03/16

59. Martí Cabestany i Puértolas

Craywinckel, 22, 2n
08022 BARCELONA
martins@arquired.es
Data últim control: 13/07/17

60. Jordi Oliveras i Reder

60.1. Jordi Oliveras i Reder
Dos de Maig, 280, àtic A
08025 BARCELONA
j.oliveras@coac.net
Data últim control: 13/02/20

61. Eduard Doce Goicoechea

Avda. La Miranda, 28
08950 ESPLUGUES DE LLOBREGAT
eduard.doce@coac.net
Data últim control: 13/02/14

62. Jaume Vizcarro i Pedrol

Avda. Mistral, 8, escala C, despatx 5
08015 BARCELONA
jaumevizcarro@menta.net
Data últim control: 12/07/18



63. BIS STRUCTURES

- 63.1. David Garcia i Carrera
63.2. Esther Muñoz Gavilán
63.3. Marta Farrús Cassany
63.4. Marina Vilà Pau
63.5. Amparo Lecha Gargallo
63.6. Maite Ramos Martínez
63.7. Marta Solé Arbués
63.8. Laia Picarín Macías
63.9. Carles Padrós Sallés
63.10. José Antonio Sevillano López
63.11. Ariadna Grau Llinares
63.12. Miguel Mira Díaz
63.13. Daniel Granyena Pelegrín
63.14. Xiomara Márquez Rodríguez
63.15. Sandra Ramírez Anaya
63.16. Jordi Masferrer Ros
Plaça Pau Vila, 1,
Ed. Palau de Mar,
sector D, 3a planta
08039 BARCELONA
davidg@bisstructures.com
www.bisstructures.com
Data últim control: 11/04/19

66. Oriol Marron i Puigdueta

Gelabert, 15, 2n 2a
08029 BARCELONA
marronriba@marronriba.com
Data últim control: en tràmit



68. NOVALTRA

- 68.1. Enric Heredia Campmany-Gaudet
68.2. Josep Sala Arnau
68.3. Oriol Martos Terés
Indústria, 90
08860 CASTELLDEFELS
info@novaltra.com
www.novaltra.com
Data últim control: 13/02/20

69. Eduard Palao Aguilar

Dr. Martí i Julià, 13
08820 EL PRAT DE LLOBREGAT
e.palao@coac.net
Data últim control: Exced.



70. FORBACSA

- 70.1. Ferran Teixidó Martínez
70.2. Ramon Caralt Delcor
Balmaes, 23, 4t
25006 LLEIDA
forbacs@forbacs.com
www.forbacs.com
Data últim control: 09/04/15

75. KUBIC CONSULTORIA TÉCNICA, S.L.

- 75.1. Miquel Flequé i Melé
Costa Magdalena, 2, 4t B
25007 LLEIDA
kubic@kubic3.com
Data últim control:



76. ESTUDI m103, S.L.P.

- 76.1. Jorge Blasco Miguel
Avda. Madrid 103-105, entl. 2a
08028 BARCELONA
jorge.blasco@m103.es
Data últim control: 05/10/16

81. ESTUDIOS Y SOLUCIONES EN LA INGENIERÍA, S.L.

- 81.1. José Falcón López
Ronda Europa, 60, 5è 4a
Edifici Eurocentre
08800 VILANOVA I LA GELTRÚ
esin@esin-ingenieros.com
Data últim control: 14/03/19



82. ENGIPROJECT, S.L.

- 82.1. David Rodríguez Santas
82.2. Enric Font Mendiola
Almogàvers, 66, 1r B
08018 BARCELONA
drs@engiproject.com
www.engiproject.com
Data últim control: 09/11/18





89. 2BMFG ARQUITECTES, S.L.P.

- 89.1. Ramon Ferrando Ríos
 89.2. Carles Gelpí Arroyo
 89.3. Eduard Reus Plana
 89.4. Marcel Saurina Eudaldo
 Pl. Joaquim Pena, 8, baixos
 08017 BARCELONA
 estudi@2bmf.com
 www.2bmf.com
 Data últim control: 10/01/19

91. Josep Maria Cots Call

Rambla d'Aragó, 14, 6è 1a
 25002 LLEIDA
 info@josepcots.com
 Data últim control: 05/11/15

RV4||

92. Emma Leach Cosp

Reina Victòria, 4, baixos
 08021 BARCELONA
 emmaleach@coac.net
 Data últim control: en tràmit

LAUREÀ MIRÓ

Càlcul, Patologia i Rehabilitació
 d'estructures d'edificació

93. Laureà Miró Bretos

Pl. Josep Tarradellas, 21-27, 3r 2a
 08340 VILASSAR DE MAR
 laurea@laureamiro.com
 www.laureamiro.com
 Data últim control: 09/07/2020

**Campanyà Vinyeta
 arquitectes**

**97. CAMPANYÀ I VINYETA SERVEIS
 D'ARQUITECTURA, S.L.**

- 97.1. Carles Campanyà i Castellort
 Joaquim Molins, 5, 5è 3a
 08028 BARCELONA
 cvarq@cvarq.com
 www.cvarq.com
 Data últim control: 09/05/13

98.1. Pere Castellort Sales

- 98.2. Josep Lluís Ortega Blanco
 Saragossa, 108, baixos
 08006 BARCELONA
 castellort@coac.es
 Data últim control: 12/07/18



101. ESKUBI-TURRÓ ARQUITECTES, S.L.P.

- 101.1. Juan Ignacio Eskubi Ugarte
 Girona, 62, baixos, local b
 08009 BARCELONA
 esk-nur@coac.net
 www.eskubiturroarquitectes.com
 Data últim control: 14/03/19



102. CALTER INGENIERÍA, S.L.

- 102.1. Juan Carlos Arroyo Portero
 Doctor Santero, 7
 28039 MADRID
 calter@calter.es
 www.calter.es
 Data últim control: 13/07/17



103. BERNUZ FERNÁNDEZ ARQUITECTES, S.L.P.

- 103.1. Manuel Fernández Pérez
 103.2. Jordi Bernuz Bertolin
 Doctor Trueta, 154, baixos
 08005 BARCELONA
 estudi@coac.es
 estudi@coac.es
 Data últim control: 03/10/19



104. SUSTENTA

- 104.1. Oriol Palou Julián
 Feliu i Codina, 2, 1r 2a
 08031 BARCELONA
 estructura@coac.net
 www.sustenta.com
 Data últim control: 12/07/18



106. INARGEST, S.L.

- 106.1. Juan Ramón Aurrekoetxea Aurrekoetxea
 Cr. Bilbao-Galdako 6A, of. 2B
 Edificio Metroalde
 48004 BILBAO
 inargest@inargest.com
 www.inargest.com
 Data últim control: 12/03/20



107. ENGINYERIA REVENTÓS, S.L.

- 107.1. Manuel Reventós Rovira
 Pere IV, 363-381, 1r local 15
 08020 BARCELONA
 info@ereventos.com
 www.ereventos.com
 Data últim control: en tràmit

110. Marta Torras Isla

Segrià, 26, altell esquerra
 25006 LLEIDA
 mtorras@einesarquitectura.cat
 Data últim control: 20/07/11

111. Juan José Rosas Alaguero

Sant Quintí, 52-68
 08041 BARCELONA
 juanjose.ra@telefonica.net
 Data últim control: 12/07/18



112. ESTUDIO DUARTE Y ASOCIADOS, S.L.P.

- 112.1. Francisco Duarte Jiménez
 Diego Angulo Iniguez, 14, 1.º A
 41018 SEVILLA
 paco@duarteasociados.es
 Data últim control: 01/12/11



**113. WINDMILL STRUCTURAL
 CONSULTANTS, S.L.P.**

- 113.1. José Ramón Solé Marzo
 Sant Pere, 7, baixos
 43004 TARRAGONA
 administracion@windmill.com.es
 www.windmill.com.es
 Data últim control: 06/04/17



114. THINK ENGINYERIA, S.L.P.

- 114.1. Jordi Parés Massagué
 114.2. Jordi Velasco Saboya
 114.3. Ernesto Blasco Call
 114.4. Jorge Villar Frexedas
 Esteve Terradas, 17, baixos 1a
 08023 BARCELONA
 info@thkng.com
 www.thkng.com
 Data últim control: 08/05/19





- 115. MODELA ESTRUCTURAS, S.L.**
115.1. Héctor Faúndez Velasco
 Avda. Oscar Esplá, 4, entl., oficina 9
 03003 ALICANTE
 hector.faundez@modelaestructuras.com
 Data últim control: 09/04/15



- 116. MASALA**
116.1. Miquel Àngel Sala Mateus
 Hercegovina, 25, entl. 4a
 08006 BARCELONA
 masala@masalaconsultors.com
 Data últim control: 03/12/15



- 117. DIMARK ESTRUCTURAS EN LA ARQUITECTURA, S.L.P.**
117.1. Diego Martín Sáiz
 Gazteluzarra, 12, planta baja
 48993 GETXO
 diego@dimarkestructuras.com
 www.dimarkestructuras.com
 Data últim control: 14/03/19

- 118. Jordi Arredondo Corts**
 Comte d'Urgell, 230
 08036 BARCELONA
 jarredondo@nyn.es
 Data últim control: 10/11/16



- 119. ESTUDIO P ARQUITECTO**
119.1. Pedro Álvarez Ramos
 Jardines de los Poetas, 43, 1.º, 16
 41014 SEVILLA
 calculos@estudioparquitecto.es
 www.estudioparquitecto.es
 Data últim control: en tràmit



- 120. TAIDO**
120.1. Vicente Ferreruela Legua
 Diputació, 29
 08100 MOLLET DEL VALLÈS
 info@taidoplus.com
 www.taidoplus.com
 Data últim control: 07/09/17



- 121. BARCELONA STRUCTURAL ENGINEERING**
121.1. Jordi Payola Lahoz
 C/ de l'Estació, 9, 2n 2a
 08184 PALAU-SOLITÀ I PLEGAMANS
 info@bcnstructures.cat
 www.bcnstructures.cat
 Data últim control: 30/11/17

- 122. KMOD, ENGINYERIA EN FUSTA, S.L.**
122.1. Albert Admetlla Font
 Sant Roc, 20, 1r 1a
 08340 VILASSAR DE MAR
 enginyeriaenfusta@gmail.com
 Data últim control: 25/10/2018



- 123. AREN CONSULTORS, S.L.P.**
123.1. Josep Maria Burgues Solanes
 Comerç, 38, entresòl 4a
 25007 LLEIDA
 administracio@arenconsultors.es
 www.arenconsultors.net
 Data últim control: 08/11/2018



- 124. D'ARA ARQUITECTES, S.L.P.**
124.1. Francesc Monfort Mulet
 Sanchís Guarnier, 6, local 2
 03730 XÀBIA
 Plaça Poeta Vicente Gaos, 6 B p12
 46021 VALÈNCIA
 monfort@dara-arquitectes.com
 www.dara-arquitectes.com
 Data últim control: 08/11/2018



- 125. MANUEL MARTÍN VERTEDOR**
 Monar, 2, bajos 5
 17006 GIRONA
 mmartin@estructurasparaarquitectos.com
 www.estructurasparaarquitectos.com
 Data últim control: 08/11/2018



- 126. BEST COSTALES JAÉN, S.L.P.**
126.1. Ignacio Costales Calvo
126.2. Carles Jaén González
 Passeig del Born, 17, 2n 5a
 08003 BARCELONA
 admin@bestbcn.net
 www.bestbcn.net
 Data últim control: 08/11/2018

- 127. Rubén Sánchez Anguera**
 Sant Isidre, 2, 1r 1a
 08230 MATADEPERA
 rsanguera@coac.net
 Data últim control: 14/03/2019

- 128. Marc Sanabra Loewe**
 Av. Sarrià, 129, baixos 3
 08017 BARCELONA
 msanabra@masayarquitectura.com
 www.masayarquitectura.com
 Data últim control: 03/10/2019

- 129. QUANTIKA ARQUITECTURA & INGENIERÍA**
129.1. Ricardo Olmo Criado
 Av. Via Europa, 149, esc. 5, 2n 1a
 08303 MATARÓ
 info@quantika.es
 Data últim control: 03/10/2019

- 130. Gemma Muñoz Soria**
130.1. Gemma Muñoz Soria
 Via Augusta, 120, 1-2, despatx 11
 08006 BARCELONA
 gemma@argamassa.eu
 www.argamassa.eu
 Data últim control: 07/11/2019

- 131. Marcel Cruells Castellet**
131.1. Marcel Cruells Castellet
 Duke Ellington, 7, bxs. 2a
 08181 SENTMENAT
 marcelcruells@hotmail.com
 Data últim control: 07/11/2019



- 132. CONSULTOR D'ESTRUCTURES EN EDIFICACIÓ JFG, S.L.P.**
132.1. Joan Francesc García Beltrán
 Sant Antoni Maria Claret, 24, 3a planta
 08037 BARCELONA
 jfg@jfgconsultors.com
 www.jfgconsultors.com
 Data últim control: 07/11/2019





133. VAULT ZAFRA

133.1. Manuel Fortea Luna
Tetuan, 3 (Apartado de correos 233)
06300 ZAFRA
estudio@vaultzafra.com
www.vaultzafra.com
Data últim control: 09/07/2020

SOCIS EMÈRITS

Jaume Avellaneda Díaz-Grande
jaume.avellaneda@upc.edu

Josep Belles Gea
josebelles@coac.net

Rafael Bellmunt i Ribas
r.bellmunt@coac.net

Manel García Cabrera

Josep M. Genescà i Ramon
genes@coac.net

Joan Ramon Goitia Blanco
estrugobi@gmail.com

Eduard Hernando i Talo
ea3bcb@gmail.com

Juan José Ibáñez i Acedo
jji@arrakis.es

Josep M. Masanés i Meseguer
jmmm@coac.net

Antoni Massagué i Oliart
antoni.massague@area5.cat

Josep Palau i Grau
josep_palau@coac.net

José Luis Pedraza i Llanos
efarre@apabcn.ictnet.es

Jordi Pedrerol Jordi
jpedrerol@indus-eng.com

José María Ramos Mezquita

José Luis Vázquez i Baanante
joseluisvazquezb@gmail.com

SOCIS ACADÈMICS

AD3. Xavier Ferrés Padró
Regàs, 3, baixos
08006 BARCELONA
xferrés@ferresarquitectos.com

AD4. Ramon Sastre i Sastre
ETS ARQUITECTURA DEL VALLÈS
Pere Serra, 1-15
08190 SANT CUGAT DEL VALLÈS
ramon.sastre@upc.edu

AD7. David Lladó Porta
Gran Via Carles III 46-48, escala 0
08028 BARCELONA
dllado@dacarquitectura.com

AD10. César Díaz Gómez
ETSAB
Avda. Diagonal, 649, 3a planta
08028 BARCELONA
cesar.diaz@upc.edu

AD11. Javier López-Rey Laurens
ETSAB
Avda. Diagonal, 649, 3a planta
08028 BARCELONA
javier.lopez-rey@upc.edu

AD13. Laura Valverde Aragón
ETSAB
Avinguda Diagonal 649, 3a planta
08028 BARCELONA
lvalverde@coac.net

AD14. Fèlix Ruiz Gorrindo
EPSECCPB
Jordi Girona, 1
08034 Barcelona
felixruizgorrindo@gmail.com

AD15. Carles Romea Rosas
ZIGURAT GLOBAL INSTITUT OF TECHNOLOGY
Almogàvers, 66, 2n
08018 BARCELONA
carles.romea@e-zigurat.com

AD16. Roger Joan Sauquet Llonch
UPC
Masia Puigvert, s/n. Apartat de correus 284
08211 CASTELLAR DEL VALLÈS
roger-joan.sauquet@upc.edu

AD17. Carlos Muñoz Blanch
UPC
Avda. Diagonal, 649
08028 BARCELONA
carlos.munoz@upc.edu

AD18. Ramón González Drigo
UPC
Mallorca, 201-203, 1r 4a
08036 BARCELONA
jose.ramon.gonzalez@upc.edu

SOCIS ASPIRANTS PROFESSIONALS

A4. Ramon Freixes Capdevila
Travessera de Gràcia, 66, 3r 2a
08006 BARCELONA
rfc1309@yahoo.es

A12. Bernat Nadal Martí
Plaça de l'Església, 3
07350 BENISSALEM
bernat@axilconsulting.com
www.axilconsulting.com

A16. Ana Andrade Cetto
IDOM INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A.
Gran Via Carles III, 97, baixos
08028 BARCELONA
aacetto@hotmail.com

A30. Olga Mateos Jiménez
Joaquim Vayreda, 63, 11-3a
17001 GIRONA
olgamateosj@yahoo.es

A36. Josep Agustí de Ciurana
Tejería, 28, 4.º derecha
31011 PAMPLONA
josepagusti@arquired.es

A40. Xavier Reina Vázquez
XAVIER REINA-ARQTEC, S.L.
Rambla Llibertat, 16-18, 2D
17834 PORQUERES
xreina@aparellador.org

A41. César Vázquez Valcárcel
Armónica, 60, 5.º
27002 LUGO
cesar@indutecingenieros.com

A47. Iván Florencia Vasallo
Ciudad Jardín IV, esc. A, 2n 1a
07813 Puig d'en Valls (IBIZA)
ivan.florencia@gmail.com

A48. Marc Bàrbara Sirera
ARQUITECTES I CONSULTORS S4, S.L.P.
Llull, 47, 5è 4a
08005 BARCELONA
info@s4arquitectes.com

A50. Roger Señis López
Pg. del Congost, 187, 3r 1a
08530 LA GARRIGA
rsenis@coac.net

A51. Rodrigo Martín Sáiz
Camí de la Creu, 14, 3r 2a
08172 SANT CUGAT DEL VALLÈS
rodrigomartinsaiz@yahoo.es

A55. Nuria Ayala Mitjavila
D'AURA ARQUITECTURA
Francesc Carbonell, 34, baixos B
08034 BARCELONA
tecnico@dauraestudio.com

A58. Josep Picarín Macías
TUTOR: ROBERT BRUFAU NIUBÓ
Comte Borrell, 183
08015 BARCELONA
jpicarín@hotmail.com



- A60. César Cano Almon**
Avda. Indústria, 9, 3r B
08960 SANT JUST DESVERN
ccano@ccano.net
- A62. Xavier Botet Campderrós**
Ganduxer, 136, 1r 2a
08022 BARCELONA
xavier.botet@coac.net
- A65. Iñigo Mujika Onandia**
Pau Ferran, 5, 3r 1a
08023 BARCELONA
potoko.21@gmail.com
- A68. Juan Domingo Amores**
Avda. Llibertat, 22, 1r C
08100 MOLLET DEL VALLÈS
juandomingo@coac.net
- A69. Antonio Lara Silva**
Raset, 34, baixos
08021 BARCELONA
als@most.cat
- A71. Juan José Cots Pérez**
Vallfogona, 14, entresòl 1a
08012 BARCELONA
jcotsp@gmail.com
- A74. Nuno Rocha Cima Gomes**
TUTOR: BIS ARQUITECTES DAVID GARCIA, S.L.P.
Plaça Pau Vila, 1
Edifici Palau de Mar, sector D, planta 3
08039 BARCELONA
ngomes@bisstructures.com
- A78. Maralba Sanoja Flores**
TUTOR: BIS ARQUITECTES DAVID GARCIA, S.L.P.
Plaça Pau Vila, 1
Edifici Palau de Mar, sector D, planta 3
08039 BARCELONA
msanoja@bisstructures.com
- A79. Sergio Borrero Sánchez**
TUTOR: BIS ARQUITECTES DAVID GARCIA, S.L.P.
Plaça Pau Vila, 1
Edifici Palau de Mar, sector D, planta 3
08039 BARCELONA
sborrero@bisstructures.com
- A80. Jordi Pont Gassó**
Joan Limona, 3, 2n 1a
08700 IGUALADA
dijor@dijor.net
- A81. Ángel Luis González Guerra**
Rosselló, 36
08029 BARCELONA
polarangelu@yahoo.es
- A82. Eudald Pedrós Reig**
TUTOR: BIS ARQUITECTES DAVID GARCIA, S.L.P.
Plaça Pau Vila, 1
Edifici Palau de Mar, sector D, planta 3
08039 BARCELONA
epedros@bisstructures.com
- A83. Juan Mora Gómez**
TUTOR: BIS ARQUITECTES DAVID GARCIA, S.L.P.
Plaça Pau Vila, 1
Edifici Palau de Mar, sector D, planta 3
08039 BARCELONA
jmora@bisstructures.com
- A84. Juan Carlos Bueno Casado**
TUTOR: BIS ARQUITECTES DAVID GARCIA, S.L.P.
Plaça Pau Vila, 1
Edifici Palau de Mar, sector D, planta 3
08039 BARCELONA
jcbueno@bisstructures.com
- A86. Josep Farré Checa**
Raset, 34, baixos
08021 BARCELONA
jfc@most.cat
- A87. Davi José Assis Bemon**
Trobador, 25, 4t 4a
08005 Barcelona
davibemon123@hotmail.com
- A88. Àfrica Caserras Vilardaga**
Redessa. Camí de Valls, 81-87,
1a planta, despatx 30
43204 REUS
estudi@africacaserras.com
- AE64. Oriol Dalmau Roset**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
oriol_dalmau@hotmail.com
- AE65. Rocío Arnao Espinosa**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
rociaranoespinosa@gmail.com
- AE66. Sergi Sayós Silva**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
sergisayos94@gmail.com
- AE67. Fernando Alonso Orcajo**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
foorcajo@gmail.com
- AE68. Irene Quilón Rodríguez**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
irenequilonrodriguez@gmail.com
- AE69. Pierre Badia Baurier**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
pierrebadi@coac.net
- AE70. Anna Ramon Planells**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
annaramonplanells@gmail.com
- AE71. Simeón Diz Lorenzo**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
simeon.diz@hotmail.com
- AE72. Enric Farguell Fuertes**
TUTOR: ENRIC HEREDIA CAMPMANY-GAUDET
enric.20ff@gmail.com

AMICS DE L'ACE

- 1. Josep Pugibet Martí**
josep.pugibet@gmail.com
- 3. Josep Ferrés Pérez**
josepferresperez@gmail.com
- 5. Frederic Casals i Domingo**
fcasals@coac.net
- 6. José Antonio Muiños Acuña**
estrucalc@gmail.com
- 7. Xavier Alberola i Criado**
xavier.alberola@gmail.com
- 8. Jaume Alsinet Aparicio**
jalsinet.a@movistar.es
- 9. Antonio Barrio Bondia**
abarriobondia@me.com
- 10. Antoni Paricio Casademunt**
antparicio@coac.net
- 11. Jordi Maristany Carreras**
jordi.maristany@upc.edu
- 12. Xavier Goula i Suriñach**
xaviergoula@gmail.com

SOCIS ASPIRANTS ESTUDIANTS

- AE58. Claudio Andrés Jara Abusleme**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
claudiojara@massingenieria.cl
- AE59. Adrián Ramos Olivares**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
ramos.olivares.adr@gmail.com
- AE60. Michel Kura Bernal**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
mkure@kuadrante.cl
- AE61. Onintze Iturri Rementería**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
onintzeiturri@gmail.com
- AE62. África Ramis Trubat**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
africa.ramis@gmail.com
- AE63. Daniela Ochoa Ojeda**
TUTOR: DAVID GARCÍA CARRERAS
danyochoao@hotmail.com



LLISTA D'ESPECIALITZACIONS DE SOCIS LISTADO DE ESPECIALIZACIONES DE SOCIOS

INFORMES, DICTÀMENS I PERITATGES D'ESTRUCTURA <i>INFORMES, DICTÁMENES Y PERITAJES DE ESTRUCTURA</i>				
10.	BBG Estructures, recerca i rehabilitació	Robert Brufau	bbg@bbg.cat	www.bbg.cat
13.	Indus Ingeniería y Arquitectura, S.L.	Jordi Pedrerol Jardí	jpederol@indus-eng.com	www.indus-eng.com
14.	PBX Centre de Càlcul, S.L.	Josep Xercavins Batlló	pbx@pbx.cat	www.pbx.cat
63.	Bis Structures	David Garcia i Carrera	davidg@bisstructures.com	www.bisstructures.com
66.	Oriol Marrón Puigdueta	Oriol Marrón Puigdueta	marronriba@marronriba.com	
76.	Estudi m103, S.L.P.	Jorge Blasco Miguel	jorge.blasco@m103.es	
89.	2BMFG Arquitectes, S.L.P.	Ramon Ferrando Ríos	estudi@2bmf.com	www.2bmf.com
93.	Laureà Miró Bretos	Laureà Miró Bretos	laurea@laureamiro.com	www.laureamiro.com
97.	Campanyà i Vinyeta Serveis d'Arquitectura, S.L.	Carles Campanyà i Castellort	cvarq@cvarq.com	www.cvarq.com
102.	Calter Ingeniería, S.L.	Juan Carlos Arroyo Portero	calter@calter.es	www.calter.es
104.	Sustenta	Oriol Palou Julián	estructura@coac.net	www.sustenta.com
107.	Enginyeria Reventós	Manuel Reventós i Rovira	info@ereventos.com	www.ereventos.com
117.	Dimark Estructuras en la Arquitectura, S.L.P.	Diego Martín Sáiz	diego@dimarkestructuras.com	www.dimarkestructuras.com
121.	Barcelona Structural Engineering	Jordi Payola Lahoz	info@bcnstructures.cat	www.bcnstructures.cat
125.	Manuel Martín Vertedor	Manuel Martín Vertedor	mmartin@estructurasparaarquitectos.com	www.estructurasparaarquitectos.com
129.	Quantika Arquitectura & Ingeniería	Ricardo Olmo Criado	info@quantika.es	
131.	Marcel Cruells Castellet	Marcel Cruells Castellet	marcelcruells@hotmail.com	
132.	Consultor d'Estructures en Edificació JFG, S.L.P.	Joan Francesc García Beltrán	jfg@jfgconsultors.com	www.jfgconsultors.com
ESTRUCTURES PRE I POSTESADES <i>ESTRUCTURAS PRE Y POSTESADAS</i>				
13.	Indus Ingeniería y Arquitectura, S.L.	Jordi Pedrerol Jardí	jpederol@indus-eng.com	www.indus-eng.com
14.	PBX Centre de Càlcul, S.L.	Josep Xercavins Batlló	pbx@pbx.cat	www.pbx.cat
20.	Static Ingeniería, S.L.	Miquel Rodríguez	static@static-ing.com	www.static-ing.com
35.	Blázquez-Guanter, S.L.P.	Antoni Blázquez i Boya	info@bg-arquitectes.com	www.bg-arquitectes.com
63.	Bis Structures	David Garcia i Carrera	davidg@bisstructures.com	www.bisstructures.com
89.	2BMFG Arquitectes, S.L.P.	Ramon Ferrando Ríos	estudi@2bmf.com	www.2bmf.com
97.	Campanyà i Vinyeta Serveis d'Arquitectura, S.L.	Carles Campanyà i Castellort	cvarq@cvarq.com	www.cvarq.com
102.	Calter Ingeniería, S.L.	Juan Carlos Arroyo Portero	calter@calter.es	www.calter.es
107.	Enginyeria Reventós	Manuel Reventós i Rovira	info@ereventos.com	www.ereventos.com
117.	Dimark Estructuras en la Arquitectura, S.L.P.	Diego Martín Sáiz	diego@dimarkestructuras.com	www.dimarkestructuras.com
121.	Barcelona Structural Engineering	Jordi Payola Lahoz	info@bcnstructures.cat	www.bcnstructures.cat
132.	Consultor d'Estructures en Edificació JFG, S.L.P.	Joan Francesc García Beltrán	jfg@jfgconsultors.com	www.jfgconsultors.com

ESTRUCTURES D'ACER I MIXTES ESTRUCTURAS DE ACERO Y MIXTAS

10.	BBG Estructures, recerca i rehabilitació	Robert Brufau	bbg@bbg.cat	www.bbg.cat
13.	Indus Ingeniería y Arquitectura, S.L.	Jordi Pedrerol Jardí	jpedrerol@indus-eng.com	www.indus-eng.com
14.	PBX Centre de Càlcul, S.L.	Josep Xercavins Batlló	pbx@pbx.cat	www.pbx.cat
20.	Static Ingeniería, S.L.	Miquel Rodríguez	static@static-ing.com	www.static-ing.com
35.	Blázquez-Guanter, S.L.P.	Antoni Blázquez i Boya	info@bg-arquitectes.com	www.bg-arquitectes.com
63.	Bis Structures	David García i Carrera	davidg@bisstructures.com	www.bisstructures.com
66.	Oriol Marrón Puigdueta	Oriol Marrón Puigdueta	marronriba@marronriba.com	
89.	2BMFG Arquitectes, S.L.P.	Ramon Ferrando Ríos	estudi@2bmf.com	www.2bmf.com
97.	Campanyà i Vinyeta Serveis d'Arquitectura, S.L.	Carles Campanyà i Castellort	cvarq@cvarq.com	www.cvarq.com
102.	Calter Ingeniería, S.L.	Juan Carlos Arroyo Portero	calter@calter.es	www.calter.es
107.	Enginyeria Reventós	Manuel Reventós i Rovira	info@ereventos.com	www.ereventos.com
117.	Dimark Estructuras en la Arquitectura, S.L.P.	Diego Martín Sáiz	diego@dimarkestructuras.com	www.dimarkestructuras.com
121.	Barcelona Structural Engineering	Jordi Payola Lahoz	info@bcnstructures.cat	www.bcnstructures.cat
125.	Manuel Martín Vertedor	Manuel Martín Vertedor	mmartin@estructurasparaarquitectos.com	www.estructurasparaarquitectos.com
129.	Quantika Arquitectura & Ingeniería	Ricardo Olmo Criado	info@quantika.es	
132.	Consultor d'Estructures en Edificació JFG, S.L.P.	Joan Francesc García Beltrán	jfg@jfgconsultors.com	www.jfgconsultors.com

ESTRUCTURES DE FUSTA ESTRUCTURAS DE MADERA

10.	BBG Estructures, recerca i rehabilitació	Robert Brufau	bbg@bbg.cat	www.bbg.cat
13.	Indus Ingeniería y Arquitectura, S.L.	Jordi Pedrerol Jardí	jpedrerol@indus-eng.com	www.indus-eng.com
14.	PBX Centre de Càlcul, S.L.	Josep Xercavins Batlló	pbx@pbx.cat	www.pbx.cat
20.	Static Ingeniería, S.L.	Miquel Rodríguez	static@static-ing.com	www.static-ing.com
35.	Blázquez-Guanter, S.L.P.	Antoni Blázquez i Boya	info@bg-arquitectes.com	www.bg-arquitectes.com
63.	Bis Structures	David García i Carrera	davidg@bisstructures.com	www.bisstructures.com
76.	Estudi m103, S.L.P.	Jorge Blasco Miguel	jorge.blasco@m103.es	
89.	2BMFG Arquitectes, S.L.P.	Ramon Ferrando Ríos	estudi@2bmf.com	www.2bmf.com
97.	Campanyà i Vinyeta Serveis d'Arquitectura, S.L.	Carles Campanyà i Castellort	cvarq@cvarq.com	www.cvarq.com
104.	Sustenta	Oriol Palou Julián	estructura@coac.net	www.sustenta.com
107.	Enginyeria Reventós	Manuel Reventós i Rovira	info@ereventos.com	www.ereventos.com
117.	Dimark Estructuras en la Arquitectura, S.L.P.	Diego Martín Sáiz	diego@dimarkestructuras.com	www.dimarkestructuras.com
121.	Barcelona Structural Engineering	Jordi Payola Lahoz	info@bcnstructures.cat	www.bcnstructures.cat
122.	Kmod, Enginyeria en Fusta, S.L.	Albert Admetlla Font	enginyeriaenfusta@gmail.com	
125.	Manuel Martín Vertedor	Manuel Martín Vertedor	mmartin@estructurasparaarquitectos.com	www.estructurasparaarquitectos.com
132.	Consultor d'Estructures en Edificació JFG, S.L.P.	Joan Francesc García Beltrán	jfg@jfgconsultors.com	www.jfgconsultors.com



CÀLCUL I AVALUACIÓ FRONT A FOC CÁLCULO Y EVALUACIÓN FRENTE AL FUEGO

20.	Static Ingeniería, S.L.	Miquel Rodríguez	static@static-ing.com	www.static-ing.com
63.	Bis Structures	David Garcia i Carrera	davidg@bisstructures.com	www.bisstructures.com
76.	Estudi m103, S.L.P.	Jorge Blasco Miguel	jorge.blasco@m103.es	
121.	Barcelona Structural Engineering	Jordi Payola Lahoz	info@bcnstructures.cat	www.bcnstructures.cat
125.	Manuel Martín Vertedor	Manuel Martín Vertedor	mmartin@estructurasparaarquitectos.com	www.estructurasparaarquitectos.com
132.	Consultor d'Estructures en Edificació JFG, S.L.P.	Joan Francesc García Beltrán	jfg@jfgconsultors.com	www.jfgconsultors.com

CÀLCUL I AVALUACIÓ FRONT A SISME CÁLCULO Y EVALUACIÓN FRENTE AL SISMO

20.	Static Ingeniería, S.L.	Miquel Rodríguez	static@static-ing.com	www.static-ing.com
35.	Blázquez-Guanter, S.L.P.	Antoni Blázquez i Boya	info@bg-arquitectes.com	www.bg-arquitectes.com
63.	Bis Structures	David Garcia i Carrera	davidg@bisstructures.com	www.bisstructures.com
89.	2BMFG Arquitectes, S.L.P.	Ramon Ferrando Ríos	estudi@2bmf.com	www.2bmf.com
102.	Calter Ingeniería, S.L.	Juan Carlos Arroyo Portero	calter@calter.es	www.calter.es
107.	Enginyeria Reventós	Manuel Reventós i Rovira	info@ereventos.com	www.ereventos.com
117.	Dimark Estructuras en la Arquitectura, S.L.P.	Diego Martín Sáiz	diego@dimarkestructuras.com	www.dimarkestructuras.com
125.	Manuel Martín Vertedor	Manuel Martín Vertedor	mmartin@estructurasparaarquitectos.com	www.estructurasparaarquitectos.com
132.	Consultor d'Estructures en Edificació JFG, S.L.P.	Joan Francesc García Beltrán	jfg@jfgconsultors.com	www.jfgconsultors.com

FONAMENTS I CONTENCIÓNS ESPECIALS CIMENTACIONES Y CONTENCIÓNS ESPECIALES

10.	BBG Estructures, recerca i rehabilitació	Robert Brufau	bbg@bbg.cat	www.bbg.cat
13.	Indus Ingeniería y Arquitectura, S.L.	Jordi Pedrerol Jardí	jpederrol@indus-eng.com	www.indus-eng.com
14.	PBX Centre de Càlcul, S.L.	Josep Xercavins Batlló	pbx@pbx.cat	www.pbx.cat
20.	Static Ingeniería, S.L.	Miquel Rodríguez	static@static-ing.com	www.static-ing.com
35.	Blázquez-Guanter, S.L.P.	Antoni Blázquez i Boya	info@bg-arquitectes.com	www.bg-arquitectes.com
63.	Bis Structures	David Garcia i Carrera	davidg@bisstructures.com	www.bisstructures.com
66.	Oriol Marrón Puigdueta	Oriol Marrón Puigdueta	marroniba@marroniba.com	
76.	Estudi m103, S.L.P.	Jorge Blasco Miguel	jorge.blasco@m103.es	
89.	2BMFG Arquitectes, S.L.P.	Ramon Ferrando Ríos	estudi@2bmf.com	www.2bmf.com
97.	Campanyà i Vinyeta Serveis d'Arquitectura, S.L.	Carles Campanyà i Castellort	cvarq@cvarq.com	www.cvarq.com
102.	Calter Ingeniería, S.L.	Juan Carlos Arroyo Portero	calter@calter.es	www.calter.es
107.	Enginyeria Reventós	Manuel Reventós i Rovira	info@ereventos.com	www.ereventos.com
117.	Dimark Estructuras en la Arquitectura, S.L.P.	Diego Martín Sáiz	diego@dimarkestructuras.com	www.dimarkestructuras.com
121.	Barcelona Structural Engineering	Jordi Payola Lahoz	info@bcnstructures.cat	www.bcnstructures.cat
125.	Manuel Martín Vertedor	Manuel Martín Vertedor	mmartin@estructurasparaarquitectos.com	www.estructurasparaarquitectos.com
132.	Consultor d'Estructures en Edificació JFG, S.L.P.	Joan Francesc García Beltrán	jfg@jfgconsultors.com	www.jfgconsultors.com



AUDITORIES DE PROJECTES D'ESTRUCTURA AUDITORÍAS DE PROYECTOS DE ESTRUCTURA

10.	BBG Estructures, recerca i rehabilitació	Robert Brufau	bbg@bbg.cat	www.bbg.cat
13.	Indus Ingeniería y Arquitectura, S.L.	Jordi Pedrerol Jardí	jpederol@indus-eng.com	www.indus-eng.com
20.	Static Ingeniería, S.L.	Miquel Rodríguez	static@static-ing.com	www.static-ing.com
35.	Blázquez-Guanter, S.L.P.	Antoni Blázquez i Boya	info@bg-arquitectes.com	www.bg-arquitectes.com
63.	Bis Structures	David García i Carrera	davidg@bisstructures.com	www.bisstructures.com
66.	Oriol Marrón Puigdueta	Oriol Marrón Puigdueta	marronriba@marronriba.com	
76.	Estudi m103, S.L.P.	Jorge Blasco Miguel	jorge.blasco@m103.es	
89.	2BMFG Arquitectes, S.L.P.	Ramon Ferrando Ríos	estudi@2bmf.com	www.2bmf.com
97.	Campanyà i Vinyeta Serveis d'Arquitectura, S.L.	Carles Campanyà i Castellort	cvarq@cvarq.com	www.cvarq.com
102.	Calter Ingeniería, S.L.	Juan Carlos Arroyo Portero	calter@calter.es	www.calter.es
104.	Sustenta	Oriol Palou Julián	estructura@coac.net	www.sustenta.com
107.	Enginyeria Reventós	Manuel Reventós i Rovira	info@ereventos.com	www.ereventos.com
117.	Dimark Estructuras en la Arquitectura, S.L.P.	Diego Martín Sáiz	diego@dimarkestructuras.com	www.dimarkestructuras.com
121.	Barcelona Structural Engineering	Jordi Payola Lahoz	info@bcnstructures.cat	www.bcnstructures.cat
125.	Manuel Martín Vertedor	Manuel Martín Vertedor	mmartin@estructurasparaarquitectos.com	www.estructurasparaarquitectos.com
132.	Consultor d'Estructures en Edificació JFG, S.L.P.	Joan Francesc García Beltrán	jfg@jfgconsultors.com	www.jfgconsultors.com

REHABILITACIÓ ESTRUCTURAL REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL

10.	BBG Estructures, recerca i rehabilitació	Robert Brufau	bbg@bbg.cat	www.bbg.cat
13.	Indus Ingeniería y Arquitectura, S.L.	Jordi Pedrerol Jardí	jpederol@indus-eng.com	www.indus-eng.com
14.	PBX Centre de Càlcul, S.L.	Josep Xercavins Batlló	pbx@pbx.cat	www.pbx.cat
20.	Static Ingeniería, S.L.	Miquel Rodríguez	static@static-ing.com	www.static-ing.com
35.	Blázquez-Guanter, S.L.P.	Antoni Blázquez i Boya	info@bg-arquitectes.com	www.bg-arquitectes.com
63.	Bis Structures	David García i Carrera	davidg@bisstructures.com	www.bisstructures.com
66.	Oriol Marrón Puigdueta	Oriol Marrón Puigdueta	marronriba@marronriba.com	
76.	Estudi m103, S.L.P.	Jorge Blasco Miguel	jorge.blasco@m103.es	
89.	2BMFG Arquitectes, S.L.P.	Ramon Ferrando Ríos	estudi@2bmf.com	www.2bmf.com
93.	Laureà Miró Bretos	Laureà Miró Bretos	laurea@laureamiro.com	www.laureamiro.com
97.	Campanyà i Vinyeta Serveis d'Arquitectura, S.L.	Carles Campanyà i Castellort	cvarq@cvarq.com	www.cvarq.com
102.	Calter Ingeniería, S.L.	Juan Carlos Arroyo Portero	calter@calter.es	www.calter.es
104.	Sustenta	Oriol Palou Julián	estructura@coac.net	www.sustenta.com
107.	Enginyeria Reventós	Manuel Reventós i Rovira	info@ereventos.com	www.ereventos.com
117.	Dimark Estructuras en la Arquitectura, S.L.P.	Diego Martín Sáiz	diego@dimarkestructuras.com	www.dimarkestructuras.com
121.	Barcelona Structural Engineering	Jordi Payola Lahoz	info@bcnstructures.cat	www.bcnstructures.cat
125.	Manuel Martín Vertedor	Manuel Martín Vertedor	mmartin@estructurasparaarquitectos.com	www.estructurasparaarquitectos.com
129.	Quantika Arquitectura & Ingeniería	Ricardo Olmo Criado	info@quantika.es	
131.	Marcel Cruells Castellet	Marcel Cruells Castellet	marcelcruells@hotmail.com	
132.	Consultor d'Estructures en Edificació JFG, S.L.P.	Joan Francesc García Beltrán	jfg@jfgconsultors.com	www.jfgconsultors.com



ESTRUCTURA DE FÀBRICA I TÀPIA <i>ESTRUCTURA DE FÁBRICA Y TAPIA</i>			
10.	BBG Estructures, recerca i rehabilitació	Robert Brufau	bbg@bbg.cat www.bbg.cat
14.	PBX Centre de Càlcul, S.L.	Josep Xercavins Batlló	pbx@pbx.cat www.pbx.cat
52.	Josep Baquer Sistach	Josep Baquer Sistach	jbaquer@apabcn.cat
63.	Bis Structures	David Garcia i Carrera	davidg@bisstructures.com www.bisstructures.com
89.	2BMFG Arquitectes, S.L.P.	Ramon Ferrando Ríos	estudi@2bmfmg.com www.2bmfmg.com
104.	Sustenta	Oriol Palou Julián	estructura@coac.net www.sustenta.com
107.	Enginyeria Reventós	Manuel Reventós i Rovira	info@ereventos.com www.ereventos.com
125.	Manuel Martín Vertedor	Manuel Martín Vertedor	mmartin@estructurasparaarquitectos.com www.estructurasparaarquitectos.com
133.	Vault Zafra	Manuel Fortea Luna	estudio@vaultzafra.com www.vaultzafra.com



Vol saber per què les més importants firmes
d'arquitectura confien en nosaltres?

Perquè el nostre objectiu és part del seu camí

CENTRO CATALÁN GEOTECNIA

La clau de la nostra companyia no és que tinguem les màquines més modernes del mercat, sinó que disposem del millor equip de professionals per a aconseguir els resultats més rigurosos i fiables.

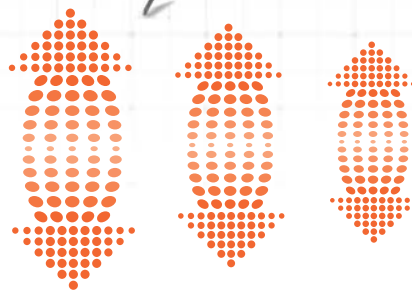
- Assessorament en geotècnia i geologia.
- Estudis geològics, geotècnics, hidrogeològics, mediambientals, contaminació de sòls.
- Sondeigs a rotació de testimoni continu, helicoidal i penetromètrics (DPSH i Borros).
- Estudi de patologies del terreny.
- Depressió del nivell freàtic.
- Micropilots, pilots, injeccions, ancoratges, bulons.
- Direcció d'obra.



ESTABILITZACIÓ D'EDIFICIS

SEGONS NORMATIVA

Precisió quirúrgica per a una eficàcia òptima



PER TOT TIPUS D' EDIFICIS I MONUMENTS HISTÒRICS
Descobreix l'alternativa a les tècniques tradicionals

- Ràpid i econòmic
- Net i sense molèsties
- Sense interrompre l'activitat a l'edifici
- Respectuós amb el medi ambient
- Experiència contrastada i assistència al llarg de les feines
- Garantia desenal

www.uretek.es

Trucada gratuïta
900 80 99 33



LA REFERÈNCIA