

GUIA per a la INSPECCIÓ I VERIFICACIÓ de CELS RASOS

26 de març de 2013

Referència : CN1055302

CARPETA A. Dades generals a tenir presents

PATOLOGIA I DETECCIÓ DELS PUNTS FEBLES

I. Justificació

1. Introducció
2. Casos i patologies

II. Anàlisi i detecció dels punts febles

3. Els sostres
4. L'estructura de suport de l'engrallat
5. Els tacs
6. Les tiges

III. Aspectes tècnics d'interès

7. La durabilitat del conjunt
8. Les carregues
9. Anàlisi de la normativa
10. Prospecció d'un cel ras construït

CARPETA B. Metodologia d'inspecció

11. Manual d'aplicació
12. Fitxa d'inspecció

26 de març de 2013

Referència : CN1055302

CELS RASOS

Carpeta A. Dades generals a tenir presents

26 de març de 2013

Referència : CN1055302

CARPETA A. Dades generals a tenir presents

PATOLOGIA I DETECCIÓ DELS PUNTS FEBLES

I. Justificació

- a. Introducció
- b. Casos i patologies

II. Anàlisi i detecció dels punts febles

- 10. Els sostres
- 11. L'estructura de suport de l'engrallat
- 12. Els tacs
- 13. Les tiges

III. Aspectes tècnics d'interès

- 14. La durabilitat del conjunt
- 15. Les carregues
- 16. Anàlisi de la normativa
- 10. Prospecció d'un cel ras construït

26 de març de 2013

I. JUSTIFICACIÓ

1. Introducció.

Alguna ment racional i poc o gens empírica va plantejar l'organització dels coneixements de l'edificació en termes d'estructura + tancaments, més endavant el tema es va complicar i aparegueren les instal·lacions i els acabats. Aquests, que inicialment només eren purs conceptes, es van anar desenvolupant cap a veritables ciències, i van anar augmentant la seva complexitat fins a extrems inaudits, de forma que els tècnics que les aplicaven van necessitar especialitzar-se. Darrera de l'especialització venia la defensa del territori propi (és un fet cantat), l'establiment de fronteres i, al final, els divorcis reals entre especialitats, de forma que la tècnica de la construcció avui la veiem més com una suma d'especialitats que no com la d'uns coneixements transversals amb fortes influències mútues. Malauradament l'edifici, objecte final de tanta ciència, no en sap res d'aquestes especialitats, funciona com un tot i les influències entre elements, al marge de com hagin estat batejats, són constants. Aquesta és la causa de la major part de les patologies que observem actualment en els edificis i les que són més difícils d'eradicar, atès que el seu origen parteix d'uns errors conceptuals generats en el camp de les idees com a conseqüència directa de l'anomalia esmentada.

La ruptura de tancaments per causa de les deformacions estructurals i les estructures que no funcionen com estava previst per culpa de recolzar-se sobre els tancaments, són els casos més punyents del que acabem de dir, però n'hi ha molts d'altres: les instal·lacions i/o els revestiments (paviments) que no funcionen perquè recolzen sobre suports amb els quals són incompatibles (estructuralment o generant manques de durabilitat) o el cas que ens ocupa, la caiguda de cel rasos per molt diverses causes, però la que destacaríem com a principal i que no se sol considerar: és la complexitat que poden arribar a presentar aquests elements i, a nivell de projecte, no se'ls prescriu adequadament, ni es posa prou cura en la seva execució.

La classificació esmentada entre elements de suport i elements suportats ha fet (suposem que per economia) que els esforços dels investigadors i el seu resultat: les teories i les normes (quan aconseguixen una acceptació generalitzada), es dirigissin cap a les estructures i deixessin de banda els acabats, sense pensar que els acabats, pel fet que estan més propers a l'usuari, poden generar importants problemes de seguretat.

...I aquí estem, tractant el problema dels cels rasos, elements que comporten un risc superior al de la resta d'elements pel fet d'estar situats sobre els caps dels usuaris. A part d'unes UNE (que s'esmentaran més endavant) i d'unes normes tecnològiques (NTE: RCT i RTP), avui derogades, no hem trobat cap referència normativa a l'estat espanyol sobre el tema.

Ens sembla que per l'alta freqüència amb la qual cauen els cels rasos, hauria d'haver estat objecte de preocupació en el DB-SU (document bàsic sobre la seguretat durant l'ús, del CTE) però no és així. A més a més, no s'ha concedit cap DAU (ITeC) ni cap DIT (dels darrers) sobre aquests elements. La qual cosa ens hagués posat sobre la pista de la preocupació que els fabricants tenien sobre aquestes qüestions tècniques i en vies d'aconseguir certes certificacions.

Per tant estem sense referència normativa per avaluar els problemes que ens poden generar aquest elements.

Aquest problema no és només d'ara ni d'aquí. Recordem que l'aeroport japonès de Hokkaido, que va suportar perfectament un terratrèmol de grau 8, no es va estalviar de tenir víctimes per causa de la caiguda del cel ras de la terminal de passatgers.

Considerem simptomàtic que l'anàlisi dels esforços i la cura en la construcció, per assolir-los, es dediqui quasi exclusivament a aquells elements que s'han definit prèviament com a estructurals, mentre es passen per alt els que es generen sobre altres elements (finestres, paviments, cels rasos..) que, encara que han estat sol·licitats per unes càrregues de baixa intensitat, se'ls hi

generen grans tensions per causa d'unes formes i uns materials que no són els adequats.

Si seguim amb l'exemple dels terratrèmols, ens adonem que a mesura que avança el coneixement del comportament de les estructures de l'edificació en front d'aquest fenomen es redueixen els costos i el nombre de víctimes mortals però el nombre de ferits continua sent molt elevat. Entre altres coses, això ho atribuïm a què el rigor del disseny sísmic comença i acaba en l'estructura, però per contra el mobiliari i els revestiments que constitueixen l'entorn immediat de l'usuari no són els adequats. En un terratrèmol, avui, bolquen mobles, cauen prestatgeries, cauen cels rasos, es desprenen revestiments,... i tot això es susceptible de causar danys físics als usuaris.

Hem observat que els projectes d'arquitectura porten un nombre d'especificacions tècniques, sobre aquesta unitat d'obra, els cel rasos, del tot insuficients, de fet són nul·les o quasi nul·les. A part de la modulació i l'especejament i certes referències sobre el requisit principal (que normalment és el debilitament acústic o la reverberació), no hi sol haver res més. No es parla ni dels esforços que s'han de suportar, ni de la compatibilitat amb el sistema estructural, ni de la seva rigidesa, ni de la seva sensibilitat respecte al descavalcament de plaques, ni de si es tracta d'un cel ras d'exterior o d'interior, ni de la forma de fixar-se a la estructura, etc. En els plecs de condicions no s'esmenta res sobre els necessaris controls de producció i de recepció que cal dur a terme.

El operaris solen mostrar una sensibilitat mínima sobre els riscos que comporta el muntatge. Les tiges de penjar es fixen en qualsevol punt sense adequar el tipus de tac al material que el suporta, els forats que han de contenir els tacs de fixació molt sovint són balders, desapareixen quantitat d'elements de rigidesa que preveia la patent, tot sembla ser un desori. El cel ras se'ns mostra com un element de risc en el qual no s'apliquen els mètodes de projecte, d'execució i de control que hi ha establerts quan es presenta aquesta circumstància (malauradament tothom entén que això només s'ha de fer per la estructura).

2. Casos i patologies

Per tenir una primera aproximació al problema, s'han buidat alguns arxius professionals, s'ha fet la inevitable consulta a internet, i s'han rescatat alguns casos esmentats en el document "esborrany: criteris de disseny de sostres suspesos". Amb tota aquesta casuística es vol aconseguir aflorar els problemes més habituals que presenten aquests elements.

Casos extrems de l'experiència

Es relacionen a continuació uns quants casos fruit de l'experiència dels autors i/o de d'altres professionals que han cedit la informació

2.1. El primer cas fa referència a una galeria exterior d'un edifici on van fallar una quantitat important de m² de cel ras, veure fotografia 1.



foto 1

La caiguda va ser atribuïda a l'efecte del vent (com a pressió, si va penetrar en l'interespai, o com a succió, si només va actuar sobre la cara inferior, en

particular sobre les vores). La fallida es va produir per l'arrancament dels tacs de fixació al sostre i, tal com sembla, la gran extensió de la caiguda va ser deguda a una ruptura de tipus progressiu. (S i T)

2.2. El segon cas fa referència a la caiguda d'un cel ras de plaques de guix, per manca de rigidesa estructural de l'engraellat de suport i per la fallida d'un sol tac (T, S i R).



La inspecció va demostrar que hi havia una renúncia sistemàtica a emprar diversos elements del catàleg de la patent, tal com rigiditzadors dels nusos i altres elements destinats a resoldre millor els nusos perimetrals. Les lluminàries no tenien el seu propi sistema de penjat sinó que recolzaven sobre l'engraellat general. El perfil no oferia un suport suficient a les plaques i els nusos permetien una certa "romboidització" dels requadres, per la qual cosa la caiguda de plaques sovintejava. La rigidesa en sentit horitzontal s'aconseguia més a partir de les plaques que a partir de l'estructura, la qual cosa no era

acceptable en un cel ras que havia de suportar la permanent remoció de plaques per poder accedir a les instal·lacions superiors. Semblava que hi havia una certa sobresol·licitació causada pel recolzament no previst d'uns conductes sobre les lluminàries.

2.3. Col·lapse de la subestructura de perfils metàl·lics que sostenien les plaques. La causa primera es va atribuir a la molt deficient fixació dels tacs al sostre. Era una reforma. (T)

2.4. Caiguda de dues plaques per manca de rigidesa estructural que va afavorir una sèrie d'oscil·lacions en sentit horitzontal (no van cedir ni els tacs ni els perfils), edifici de nova execució. (R)

2.5. Caiguda amb despreniment de tacs i cargols fixats sobre un sostre de biguetes d'acer i revoltons manuals en una rehabilitació. (T)

2.6. Col·lapse de cel ras per ruptura dels revoltons prefabricats ceràmics, en una planta baixa. (R)

2.7. Caiguda de revoltons prefabricats ceràmics amb arrossegament del cel ras, en els baixos d'un edifici. (R)

2.8. Caiguda de revoltons prefabricats ceràmics amb arrossegament del cel ras i les biguetes, amb fissures de flexió en una planta baixa. (R)

2.9. Caiguda de revoltons prefabricats ceràmics i fallida del cel ras, en els baixos d'un edifici. (R)

En els quatre casos la prospecció posterior a la caiguda va demostrar que hi havia molts revoltons ceràmics fissurats, que podien fallar en qualsevol moment. Aquesta fissuració dels revoltons (molt freqüent) és atribuïble a problemes d'assecatge-cocció de les peces, però també a problemes de deformació diferencial entre parts del sostre que romanen sostingudes (pels tancaments) i parts que es poden deformar lliurement, la qual cosa indueix esforços guerrxos (tallant i torsió) sobre els revoltons. Fotos 2 i 3



foto 2



foto 3

2.9. Fallida dels cels rasos en un Centre de Convencions. (T)

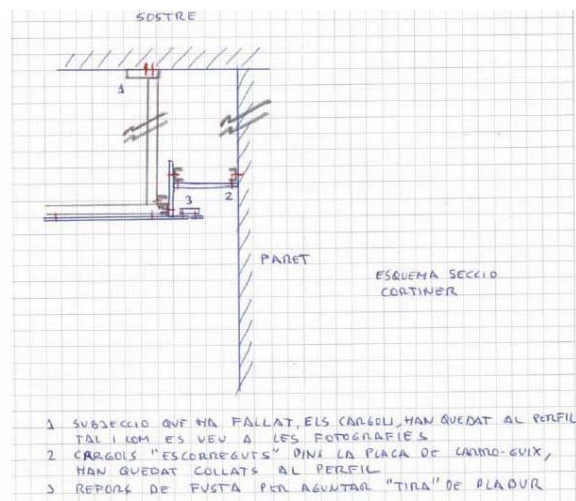


En un del passadissos (aproximadament d'uns 5,50 metres d'amplària) que donen accés a diferents sales de reunions s'ha després una zona del cel ras d'aproximadament uns 4 metres d'amplària per uns 10 de llargària. El cel ras

després és un cel ras continu format per plaques de cartró-guix de 15 mm de gruix cargolades a una estructura de perfils tipus Pladur. Tant les plaques observades com els perfils són del fabricant Placo. Aquesta estructura està fixada als nervis de formigó in situ del sostre mitjançant tacs (dos tacs per suport).

Un cop inspeccionada la zona s'observa que el despreniment s'ha produït començant per un lateral del passadís on, al cel ras, hi ha un refós (cortiner) per a la col·locació de llum indirecta. Un cop s'ha després d'aquest punt i, per efecte trau, han anat cedint la resta de suports fins que el cel ras ha tocat a terra i s'ha parat la caiguda. S'ha pogut observar com tots els tacs han sortit nets (sense cap marca de fregament) de dins del formigó. També es pot observar que els tacs no s'han obert.

Els tacs que suporten la zona del refós són els que han fallat i els cargols que fixen la part horitzontal del cortiner s'han escorregut dins la placa de cartró-guix (encara estan fixats al perfil U collat a la paret). En el sentit perpendicular al passadís, el despreniment del cel ras s'ha aturat en tocar a terra mentre que en sentit longitudinal del passadís el despreniment s'ha aturat en arribar a dos punts fortament fixats al sostre com són els lluernaris.





2.10. Caiguda, també per arrencament dels tacs, d'un cel ras. Aquest cas va posar en marxa un important estudi sobre la idoneïtat dels tacs de fixació del qual, per la seva importància, n'aportem un resum en la segona part "Els tacs". (T)

Casos extrets d'internet

Si en un "buscador" escrivim *falso techo + aeropuerto*, Surten una munió de casos de caigudes de cels rasos de gran extensió en aquests i altres tipus d'edificis. Malauradament, en tenir com a origen articles de premsa no sempre s'obté una bona descripció de les causes. Hem escollit com a més rellevants els casos següents.

2.11. Caiguda del cel ras de la nova ubicació (en el seu moment) del Pont Aeri Barcelona-Madrid.

2.12. Caiguda del cel ras de l'Intercanviador de Transportes de Santa Cruz de Tenerife, per causa de la fallida per corrosió de les pines de subjecció de l'estructura del cel ras al sostre. (D)

2.13. Caiguda d'una gran superfície del cel ras de l'aeroport de Parayas (Cantàbria).

2.14. Caiguda del cel ras (30 m²) en la zona d'embarcament de l'aeroport d'Eivissa (caiguda de plaques i estructura per arrancament dels tacs). (T)

2.15. Caiguda del cel ras al Col·legi Torrente Ballester de Parla.

2.16. El mateix al col·legi Lluís Vives de València.

2.17. Caiguda de 24 m² de cel ras a un Hiperdino del Polígon de Jinamar. En molts terratrèmols es parla de la caiguda de cels rasos com a elements que van afectar molts usuaris, tal com el recent de Maule (Xile).

* * *

Com a aspecte singular i amb ganes de tenir en compte al màxim possible de problemes, cal assenyalar que es poden presentar conflictes importants entre les instal·lacions que circulen pel sostre mort i els elements (tirants, tacs, brides, etc) dels quals penja el cel ras.

En resum, les causes dels casos esmentats (hi ha algun cas que se li atribueix més d'una causa) les podem tipificar, per freqüències, de la manera següent:

2 de (S), és a dir, de sobresol·licitació estructural

7 de (T), de fallida dels tacs de fixació a la estructura.

2 de (R), de manca de rigidesa estructural de l'engraellat de suport

4 de (Rc) de fallida dels revoltos ceràmics.

1 de (D), de manca de durabilitat en una atmosfera salina.

Tot i que pel poc nombre de casos no és possible fer una aplicació estadística, ens sembla que aquestes causes destaquen com les més freqüents.

(ordenades segons el moment de la construcció en el qual s'ha produït la fallada):

- Errors atribuïbles al projecte, perquè no s'ha fet una prescripció adequada dels elements dels cel rasos; no s'han plantejat els esforços que ha de poder suportar; no s'han establert els tipus de tacs en funció del suport; no s'ha fet cap prescripció respecte a la rigidesa que ha tenir el sostre acabat, ni de les toleràncies de posicionament, ni de les peculiaritats del lloc on se situen (exterior, interior,...); etc.
- Errors d'execució, atès que la fallida dels tacs és atribuïble a una execució desinformada i/o descurada (tacs inadequats, diàmetre de la perforació excessiva o perforadora inadequada, poca penetració dels tacs, etc.) i, també, a simplificacions de muntatge en no emprar quantitat d'elements complementaris de la patent.
- Errors del sistema, atès que no sol venir acompanyat d'un segell de qualitat, no se sol comptar amb especificacions sobre el muntatge, ni els muntadors estan avalats pel fabricant o per un organisme extern. Al final, tot i basar-se en una patent de guies, plaques, etc,..., hem de considerar que es tracta d'un conjunt de productes que es col·loquen en obra mitjançant una manufactura que no controla ningú.

II. ANÀLISI I DETECCIÓ DELS PUNTS FEBLES.

3. Tipus de forjats

Hem apreciat que el tipus de tac escollit poques vegades es relaciona amb el tipus de sostre, ni amb els tipus de materials sobre els quals es fixa.

D'entrada podríem diferenciar entre els tacs que van fixats a un element massís o a un d'alleugerit, però, a la vista de la informació que hi ha l'abast, pot arribar a ser complicat saber quin és el tac idoni en cada cas. Hi ha tacs de niló, de niló amb collarí, de niló de quatre segments, metàl·lics d'expansió, de paraigües, claus d'impacte, grapes,...etc.

Per a definir els tipus idonis de subjecció s'han de conèixer els tipus de sostres dels quals es vol penjar el cel ras. N'hi ha de massissos com les lloses de formigó, lloses prefabricades, jàsseres planes, biguetes precomprimides (amb els revoltos corresponents, la qual cosa comporta una forta heterogeneïtat dels suports) i els forjats reticulars (amb les corresponents zones de capitells, de nervis i de revoltos) i n'hi ha de preferentment buits com els revoltos (ja esmentats), amb una clara diferència entre els que són ceràmics o de formigó (sense fins), les lloses alveolars i els forjats totalment ceràmics.

Es pot emprar, de manera general, el que s'indica a continuació:

Sostres de formigó: Claus d'execució directa, tacs de niló i cargols (cargolats o per impacte) prèvia perforació en el suport.

Suport metàl·lic: Claus d'execució directa, cargols xapa-xapa.

Suport de fusta: Claus d'acer, grapes, cargols autoperforants.

Suport de revoltos ceràmics i/o de formigó: Tacs de paraigües, balancí o resort, tacs de niló d'obertura amb vora.

Es recomana executar un junt de dilatació cada 15 m com a mínim i en cada direcció.

Consultats diversos fabricants, hem elaborat la taula següent on es relaciona el tipus de sostre, el tipus de tac i la resistència de penjat admissible donada pel fabricant.

Resistències recomanades en Kf admissible.

MARCA	MODEL	TIPUS	FORMIGÓ	MAÓ BUI	FORMIGÓ LLEUGER
Fischer	M-S niló	M6S M8S M10S M12S	30 54 66 106		
Fischer	S-X niló	4x20 6x30 8x40 10x50 14x70	- 65 70 120 200	- 7 17 17 30	- 3 9 9 30
Fischer	UX-R niló	5x30 6x35 6x50 8x50 10x60	40 60 60 60 100	10 15 20 22 28	5 10 10 15 20
Fischer	UX niló	12x70 14x75	150 180		20 20
Fischer	IM metal.	IM ¼ IM 5/6 IM 3/8 IM 1/2	210 270 410 580		
Spit	PR06	05 06 08 010 012 014	28 45 70 120 150 210	17 19 23 25 30 36	12 17 25 32 38 47
Index	Tacon Tacol	04 05 06 07 08 10 12	28 42 64 76 90 180 210		
Index	TN4S	05 06 08 10 12 14	80 110 120 186 260 400	18 20 40 60 80 90	

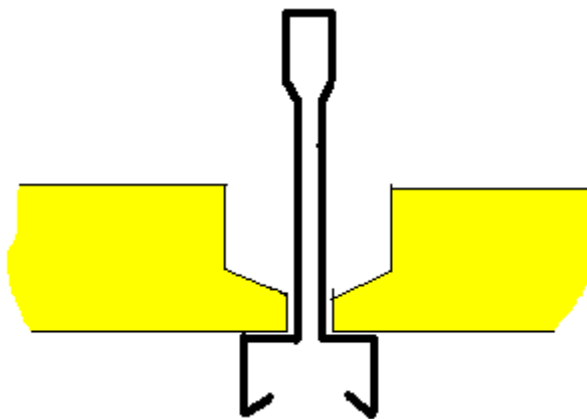
4. L'estructura de suport

4.1. En els sostres de plaques.

Hem observat que en el disseny de les diverses patents hi ha hagut un procés endèmic d'optimització dels perfils, en el sentit que l'engraellat de suport és, per ell mateix, poc competent per a proporcionar rigidesa i resistència al conjunt i, que cada cop, depèn més de les plaques per aconseguir aquestes característiques. Aquesta evolució no és nova, els cotxes han passat de ser carrosseries suportades per un xassís a carrosseries autoportants, les finestres actuals no són res fins que no s'hi ha muntat el vidre, etc. El resultat aconseguit en aquesta evolució pot ser l'adequat per a sostres poc practicables, de forma que l'engraellat només sigui un pas intermedi per aconseguir l'estadi definitiu, però ho hem de considerar totalment inadequat per a sostres que hagin d'afavorir la inspecció sovintejada de les instal·lacions que tapen. Les seccions dels perfils a partir de planxes conformades, tal com la de la figura, no ens aporten ni la resistència (nül·la a la torsió) ni la rigidesa necessàries perquè funcioni l'engraellat. Tampoc els nusos ofereixen cap rigidesa atès que per facilitat de muntatge se suporten mitjançant senzilles grapes que no oposen cap resistència a la "romboïdització" dels requadres. Hi ha patents que, en catàleg, mostren pinces destinades a bloquejar els nusos, però no hem vist mai que s'apliquessin a la obra.

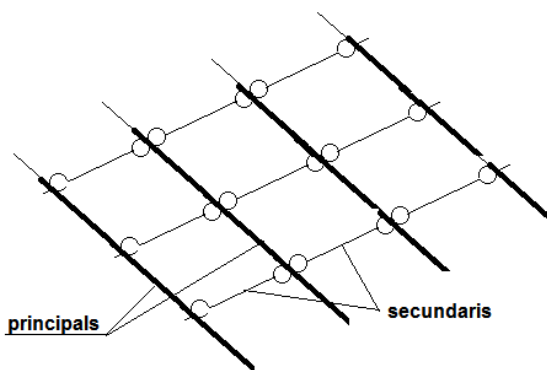
En el perfil de la figura podem observar que la longitud de cavalcament de les plaques és mínima, d'uns 4 mm, la qual cosa ens porta a un nivell de tolerància de l'execució molt estricte i que difícilment es podrà adoptar en una obra d'acabat on tot ja va pel broc gros. El perfil queda força qüestionat quan suporta plaques més grans de 60 x 60. Entre la longitud de les plaques i la major deformabilitat del requadre no hi ha manera de recolzar-les adequadament i cauen amb molta facilitat.

En aquest cas es pot observar que hi ha un canal inferior que predisposa a què s'hi puguin penjar certs elements de l'engraellat resistent, tals com cortines, aplics, etc. Cosa que fa més que probable que no puguin ser suportats.



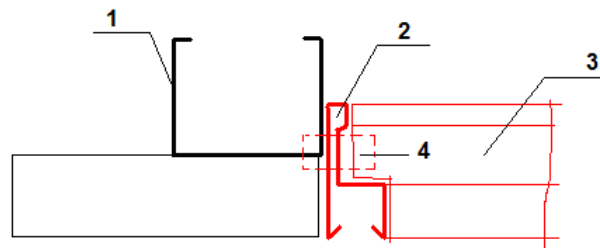
Com a evolució en el disseny hi ha una demanda permanent de invisibilitat de l'estructura de suport, per aquest motiu, els galzes són cada cop més petits i fa falta ser més estrictes en les toleràncies de muntatge per tal d'evitar la caiguda futura de peces. En l'execució en obra, aquestes toleràncies tenen un límit i és molt probable, atesa la freqüència amb que cauen plaques, que ja s'hagi sobrepassat aquest límit.

La manca de rigidesa de l'estructura combinada amb aquests galzes tan petits ens fan considerar que aquesta és la causa primera de la caiguda de plaques aïllades, sobretot quan se sobrepassa la mida de placa de 60 x 60.



Normalment, l'engraellat de suport està constituït per uns carrils principals (els continus) i uns de secundaris que van de principal a principal (hi ha casos on s'empren tres famílies de carrils). La unió entre principals i secundaris sol fer-se mitjançant un senzill "clip" o grapa que transmet les accions verticals i és capaç d'assolir certes traccions en el pla de l'engraellat però no aporten cap

capacitat de rigiditzar el nus, de tal forma que l'engraellat, sense plaques, no presenta cap dificultat per a “romboïdar-se” i perdre l'organització original (amb la caiguda subsegüent de plaques (tal com s'ha dit abans). El tema es complica si sobre el sistema es fan invents per a resoldre algunes qüestions formals. Si la modulació de l'estança no s'ajusta a la modulació de les plaques del cel ras, és freqüent que s'utilitzi una faixa perimetral no modular, construïda amb plaques de cartró guix. Hem vist casos en els quals els suports de la planxa de cartró-guix (de molta més entitat que els perfils de suport de les plaques) no deixaven aplicar les grapes de fixació i els perfils quedaven lliures, en els seus extrems, deformant-se en sentit horitzontal, causant veritables problemes en la remoció i reposicionament de les plaques.



entre el perfil en secció (2) i el perfil perpendicular (3) no s'hi pot situar un clip de fixació (4), perquè el perfil (1) de suport del cartró-guix no ho permet

4.2. En els cels rasos continus

Els cels rasos de planxes de cartró-guix aprofiten tota la tecnologia desenvolupada per a la construcció d'envans. Presenten tres inconvenients principals.

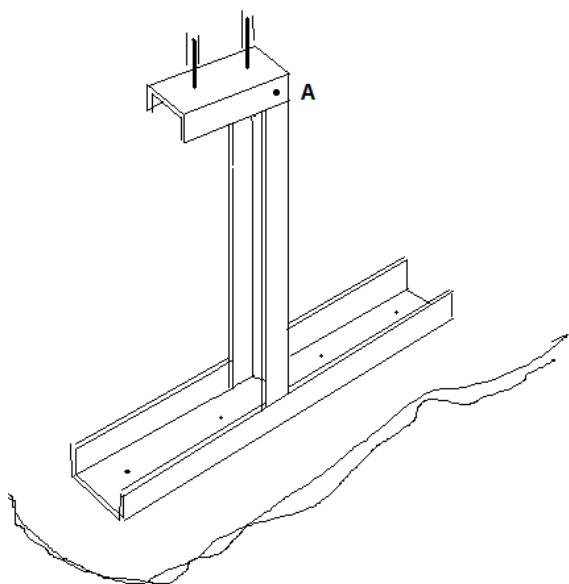
- a. El pes és molt superior en els sostres de plaques de guix i, per tant, tenen més possibilitats de causar danys quan fallen.
- b. Són continus, és a dir, que en el cas de fallar en algun punt és molt probable que aquesta fallada es generalitzi a través d'un procés “en cadena” (com en el primer cas que s'ha presentat aquí).

c. Es genera una cambra tancada susceptible d'entrar en pressió si l'aire pot penetrar per algun punt del cel ras i, en el cas d'estar a l'exterior, és molt probable que la làmina de guix estigui sotmesa, sobretot a les vores i a les cantonades, a succions de vent locals inassolibles pels tacs que la fixen a l'estructura.

La fixació entre els perfils de planxa i la làmina de cartró-guix, mitjançant cargols autoroscants, no sol presentar problemes quan no es fan invents i se satisfan les instruccions típiques que segueixen els operaris que es dediquen a aquesta tasca.

Els tacs que fixen els perfils del cartró-guix a l'estructura han de ser més resistents que en el cas anterior atès que els pesos són superiors. En qualsevol cas també proposem que tacs i candeles siguin un conjunt redundant.

En el cas que hi hagi una cambra entre placa de guix i sostre, adoptant una estructura semblant a la de la figura, es proposa, per a millorar la rigidesa en sentit transversal de disposar uns cargols autoroscants en el colze A.



En el cas que els rastells es fixin directament contra el sostre, amb un nombre de tacs molt superior als sostres penjats, la solució és molt més segura encara que la absència de cambra no permet situar-hi instal·lacions que vagin més enllà dels cables d'una instal·lació elèctrica.

5. Els tacs

Aquí es descriu la recerca realitzada sobre els tacs de fixació de cels rasos per part d'una consultora d'enginyeria, amb el títol: *INFORME D'AVALUACIÓ del DISSENY I CAPACITAT RESISTENT dels TACS EXISTENTS EN EL MERCAT per AL SUPORT DE CELs RASOS de juny del 2006.*

La fallida concreta que va posar en marxa l'estudi es descrivia així: *Les causes que van produir el despreniment del cel ras van ser la fallada de diversos tacs SB 8 de Fischer, que van provocar la flexió de guies metàl·liques on es recolzaven les plaques de guix i aquesta flexió va fer perdre el recolzament de les plaques i va provocar la seva caiguda*".

"De la inspecció visual dels tacs que van cedir es desprèn que la femella roscada que permet l'expansió del tac va quedar travada amb la qual cosa el tac no es va obrir correctament. A més a més, la volandera fixa es va anar introduint dins el tac de plàstic a mesura que es premia l'armella, provocant un petit eixamplament del tac. Aquesta expansió del tac oferia molt poc fregament amb el revoltó per tractar-se d'un eixamplament superficial".

Òbviament hi havia implícit o una mala elecció del tac o un disseny inadequat.

Per tirar endavant la recerca es va començar per fer consultes als departaments tècnics de les empreses Hilti Española S.A., Fischer Ibérica S.A. i Spit España. També es va recopilar informació referent als diversos tipus de cels rasos més comuns en espais d'oficines, com per exemple, el model Gyptone d'Iberplaco, el cel ras Philips GPS 100, el model Isaphone GPS 100, el model Danogips Plan de la marca Knauf, etc. Pot ser el model més habitual és el Gyptone Line 4 amb plaques de guix laminat de 60 x 60 cm amb guia vista tipus T-15 mm, fixat a diverses tipologies de sostre resistent que és el que es va fer servir de referència. La descripció del cel ras segueix així: *"Les guies principals i secundàries que formen l'entramat metàl·lic que suporta les plaques i les lluminàries, se subjecten a partir de barilles roscades de diàmetre 4 mm amb l'extrem superior doblegat en forma de pinça per tal de poder ser penjades*

als ganxos o anelles dels tacs mecànics ancorats al forjat resistent. També és possible roscar directament les barilles en cas que la fixació es faci a base de tacs d'expansió amb rosca en la seva cara interior”.

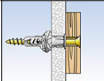
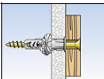
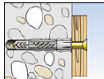
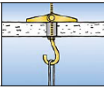
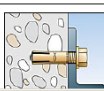
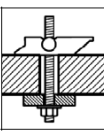
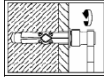
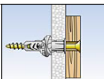
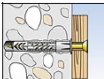
El primer que va quedar clar és que cada suport necessita de la utilització d'un tac específic i que es corren molts riscos si no se segueixen fil per randa les prescripcions dels fabricants de tacs i, tot i així, en els assaigs van sovintejar les fallades.

Es van provar diversos tipus de fixació seguint el protocol següent:

“S’ha utilitzat un suport on s’hi penja una càrrega màxima de 70 kg (coeficient de seguretat 3 sobre el màxim estimat), amb dues càrregues de 25 kg i una de 20 kg. El suport està format per un tauló de dimensions aproximades 75 x 25 x 7 cm suportat per cada extrem per vàries voltes de filferro penjades al ganxo del tac. Per tal d’assegurar la seguretat de la fixació, es mantindrà la càrrega aplicada al tac un temps d’una hora. Passat aquest temps es procedirà a despenjar la cistella i inspeccionar visualment el tac per comprovar que no presenta cap tipus d’anomalia”.

Conclusions de la recerca

El primer pas va ser establir consultes amb els departaments tècnics dels fabricants Fischer, Hilti i Spit, els quals aconsellaven una sèrie de tacs per a cada material en concret (amb una X es marca el material base sobre el que es recomana que treballi cadascun d'ells):

Tipus tac			Estructura de suport			Procés de muntatge	
Marca	Model	Fotografia	Buit	Formigó massís	Ceràmica massissa	Muntatge final sobre suport buit	Muntatge final sobre suport massís
FISCHER	UX		X	X	X		
FISCHER	SX		X	X	X		
FISCHER	KD		X				
FISCHER	MS				X		
HILTI	EKD		X				
HILTI	HHD-S		X				
HILTI	HLC-E			X			
HILTI	HKD-S			X			
SPIT	PRO 6		X	X	X		
SPIT	GRIP L			X			
SPIT	LATON			X	X		

El següent pas va ser determinar el model de tac més adequat per a cada material, a partir de diverses proves de càrrega, que tenien com a objectiu verificar el correcte funcionament dels tacs sotmesos a un estat de càrregues concret. La càrrega escollida per a les proves representa la càrrega màxima que el tac suportarà un cop fixat el cel ras, majorada amb un coeficient de seguretat de 3 (uns 70 kg totals). Els resultats obtinguts han estat

Tipus tac			Tipus suport			Comentaris
Marca	Model	Fotografia	Buit	Formigó massís	Ceràmica massissa	
FISCHER	UX		X	√*	√*	Per materials buits, el tac gira solidari amb el cargol i no s'expandeix
FISCHER	FU		—	—	√*	
FISCHER	VH		X	—	—	La peça basculant s'ha trencat al aplicar la càrrega
FISCHER	KD		√	—	—	
						
HILTI	HKD		—	√	—	
SPIT	LATON		—	√	√	
SPIT	PRO 6		X	X	X	La longitud del tac no permet una expansió suficient per suportar les càrregues

- X El tac no ha superat la prova de càrrega
 √ El tac ha superat la prova de càrrega
 √* El tac ha superat la prova però el ganxo no
 — El tac no és adequat pel tipus de material base o no s'ha provat

A partir de les diferents proves de càrrega s'observa que per a cada material base, els tacs que han superat la prova són:

Per a revoltó buit: Fischer KD

Per a formigó massís: • Fischer UX, • Fischer FU (descatalogat), • Hilti HKD • Spit LATON

Per a ceràmica massissa:· Fischer FU (descatalogat),· Spit LATON

No obstant, s'ha de tenir en compte que per al cas de material massís, tant ceràmic com de formigó, el ganxo d'alguns dels models provats s'ha obert en aplicar les càrregues de proves; caldria doncs usar ganxos completament tancats (soldats en forma d'anella).

El comportament de tots els tacs depèn fortament del seu correcte muntatge, amb independència del material al qual va fixat. Un mal muntatge no només pot provocar un incorrecte funcionament de la fixació, sinó que pot produir la caiguda del conjunt, tot i que teòricament el tac en qüestió sigui capaç de suportar càrregues molt superiors.

En el decurs de les proves i de les inspeccions visuals dels diferents tacs assajats i analitzats, s'ha observat que sempre hi ha molta més fiabilitat en el muntatge dels tacs metàl·lics, que no pas en els de plàstic (sovint els mecanismes plantejats per a garantir la sustentació dels tacs de plàstic no funcionen bé al 100% el tac de plàstic tendeix a girar dins del suport i si el muntador no s'adona d'aquest fet el tac no trenca correctament (com és el cas de l'UX) o no s'expansiona adequadament (com és el cas del SB8 i altres).

Recomanacions de la recerca

Tenint en compte la càrrega aplicada, el tipus de sostre en el qual es fixen, les recomanacions de les cases comercials especialitzades i els resultats dels assaigs, s'ha pogut discriminar entre una sèrie de tacs que funcionen correctament i d'altres que no han complert les expectatives.

Tot i que en el decurs dels assaigs hi ha hagut tacs de plàstic que han superat les proves, n'hi ha hagut molts altres que no, sobretot els tacs de plàstic, on

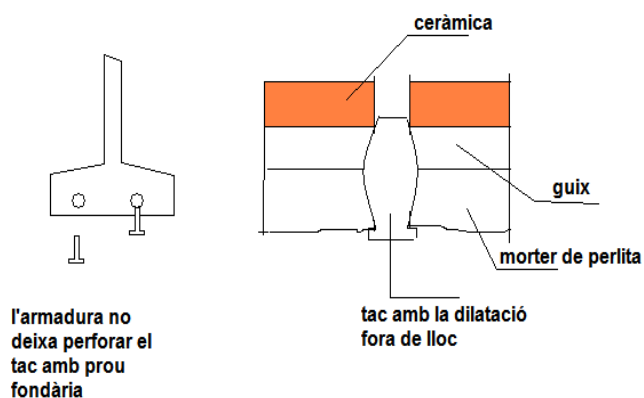
sovint s'ha presentat la incertesa de si la baixa resistència era un problema intrínsec del tac o era produïda per defectes de col·locació. Per aquest motiu, en principi, destaca com a més fiable el tac metàl·lic. Concretament es recomana instal·lar tacs metàl·lics, del tipus Spit LATON o Fischer MS per a suports massissos, i tipus Fischer KD o Hilti EKD HM6 per a suports buits.

Amb tot, es recomana la màxima cura i precisió en l'execució del forat, el muntatge del tac i la posterior comprovació de la correcta fixació.

Altres precisions sobre els sistemes de fixació

Els tacs poden oferir-nos un ancoratge deficient en el cas que el suport sigui un element de formigó armat o precomprimit, atès que hi ha una probabilitat molt alta de topat amb l'armadura, per la qual cosa la seva penetració no tindria la longitud adequada. Tanmateix, i pel mateix motiu, fallarien els claus d'impacte en el cas de tractar-se de biguetes precomprimides, amb l'inconvenient afegit, que es podrien causar danys irreversibles perquè es podrien escórrer els cables i el destesat subsegüent (amb l'aparició de fissures longitudinals).

Els sobregruixos de guix i/o l'aplicació d'un morter protector contra el foc (un morter tou de perlita i guix) pot ser la causa que l'expansió del tac es produeixi per fora del material resistent i la seva eficàcia sigui nul·la.



Els tacs situats en un revoltó ceràmic o de formigó poden no mobilitzar, per manca de resistència, una càrrega suficient sobre el tac. En diversos casos, en els exemples, aportats, s'ha vist com la fallada del cel ras es produïa per la caiguda del revoltó i no a l'inrevés. El revoltó es pot desestabilitzar i/o trencar-se la safata inferior per causa de la pròpia execució de l'ancoratge, sigui per un tac, sigui per un clau d'impacte.

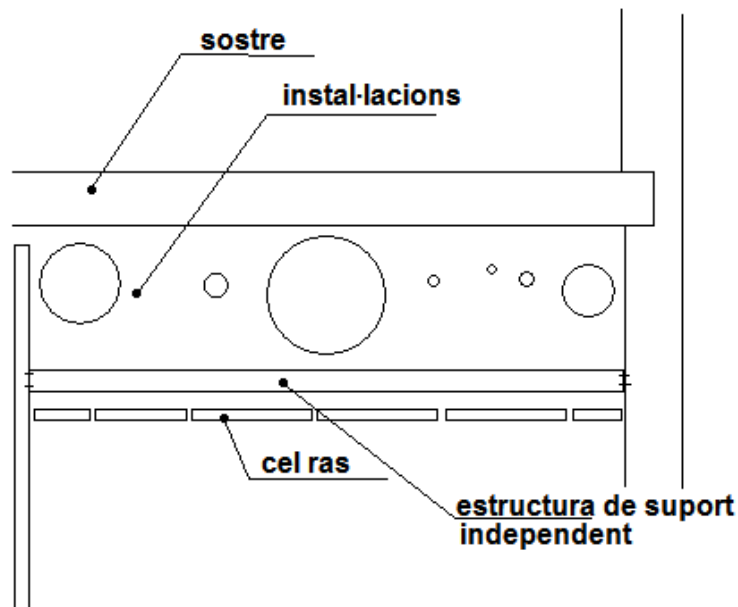
La fixació per tacs hauria de ser posada en qüestió en la majoria dels suports, mentrestant, atesa la seva baixa eficàcia, cal recomanar que el nombre de tacs i de tiges es dupliquin atenent a un senzill principi de redundància.

A la norma tecnològica (NTE-RTC) es proposa la utilització de grapes per a la fixació directa a les bigues, però hem vist que en el cas d'un aeroport a Canàries es va produir la fallada dels cels rasos per manca de durabilitat del material d'aquestes grapes. Si tenim en compte que a les cambres que es generen amb els cel rasos es poden presentar condensacions i fuites d'aigua, cal que tots els seus components puguin fer front a un ambient, al menys IIb, la qual cosa implica la utilització d'acers inoxidables o acers galvanitzats, amb un gruix de zinc mínim de 90 micres. En els cels rasos a l'exterior, prop del mar (ambient IIIa), tota l'estructura de suport ha de ser, si més no d'acer inoxidable ferrític, Els diversos components metàl·lics no han de poder produir parells galvànics que impliquin la dissolució d'un d'aquests parells.

Les plaques sostingudes poden caure per una excessiva deformabilitat de la estructura ("romboïdització" dels requadres), circumstància que se sol presentar quan l'espai a cobrir no s'ajusta a la modulació de les planxes. La patent que s'apliqui ha de resoldre aquesta situació.

En el cas que es creï un conflicte entre les instal·lacions situades en el cel ras i els elements de penjat (la qual cosa sol passar en edificis molt tecnificats com són els hospitals), el projecte de cel ras ha de considerar aquesta circumstància i és molt possible que s'hagi de preveure la construcció d'una

subestructura diferent a la prevista per la patent, tal com en el cas que es grafia seguidament:



Atès que hi ha una alta probabilitat que la ruptura sigui progressiva (en fallar un tac se sobrecarrega la resta, i els tacs restants no són capaços de resistir l'increment i així es va produint una fallada de gran abast). A més la fiabilitat de la fixació per tacs es baixa, es recomana emprar coeficients de seguretat alts (coeficient de seguretat global d'entre 3 i 5).

Conclusions sobre els tacs

Trobem a faltar una vinculació directa entre les patents dels cels rasos de plaques i el tipus de fixació de l'estructura als sostres (grapes, tacs, claus d'impacte, etc.). Manca una clara tipologia que relacioni la forma de fixació i les característiques del sostre sobre el quals s'han de fixar.

El tac de niló és el més habitual però hem observat que presenta un elevat nombre de fallades, normalment causades per una sobredimensió del forat.

Aquesta sobredimensió pot provenir de diversos errors. Per usar una eina inadequada (un rotopercussor massa potent que causi vibracions) , per culpa d'emprar una broca desgastada o d'un diàmetre inadequat, per insistir en la perforació quan la broca esta tocant una armadura, etc. Molt sovint, els cargols no es forcen fins a arribar a causar l'expansió del tac. En tots aquests casos en els quals no s'aconsegueix que el contacte entre les parets de la perforació i el tac estigui fortament comprimit hi ha risc que es presenti l'extracció espontània del tac a baixa càrrega i la caiguda, normalment "en cadena", de l'estructura de suport del cel ras.

Tampoc sol haver-hi definicions sobre la idoneïtat de les fixacions quan es realitzen en els revoltos.

El desenvolupament d'un sistema fiable de fixació de l'engraellat a la estructura és una assignatura pendent dels que tenim a l'abast.

Mentre no canviï la pràctica i donada la baixa fiabilitat del sistema amb tacs, hem de recomanar la utilització de mètodes de fixació redundants, en els que tacs i tiges de suport es dupliquin. Procurant que la fixació dels dos tacs no es faci sobre la mateixa peça de revoltó.

Per uns revoltos ceràmics la càrrega estimada de ruptura és d'uns 30 kf i en el cas de revoltos de formigó és d'uns 40 kf, sempre que tinguin un mínim de tres cel·les verticals. Valors que afectats d'un coeficient de seguretat de 3 ens limiten el pes per tac a 10 kf en el cas de la ceràmica i a 13 kf en el cas de formigó. Valors que són inferiors al que podrien suportar uns tacs de M6 o de M8, per exemple.

La càrrega recomanada, en kN, per un tac SPIT LATON és:

tac	formigó	maó	Longitud d'encastament
M6	0,4	0,35	30 mm. (*)
M8	0,6	0,5	35 mm. (*)

(*) valors que poden ser inferiors al gruix del revestiment de les armadures en el formigó armat.

La càrrega recomanada per al tac Fisher plàstic és:

tac	formigó	maó
S8 D6mm	0,66	0,66
UX8 D 6mm	0,6	0,5

La càrrega recomanada en els revoltos (suports buits)

Tac CC6/12;16;30 =0,18 kN

Nota: La taula que hi ha a l'apartat 3, tipus de forjats, és més completa.

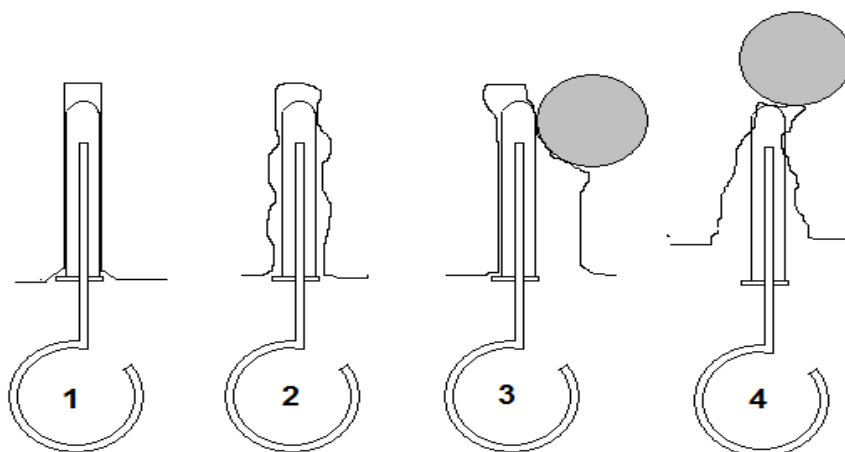
És recomanable que abans d'intentar perforar els tacs en els elements de formigó armat es faci una prospecció amb paxòmetre per a localitzar les armadures. Sabem que l'impediment a la penetració que pot presentar una armadura implicarà la realització d'un forat no uniforme o sobredimensionat on els tacs hi poden anar balders.

Si el suport d'un tac és un revoltó ceràmic, aquest pot presentar un principi de fissuració (originat pel procés "galletera" – assecatge - cocció) que es generalitzi i que caigui en el moment de fixar el tac o poc després. Hi ha molts revoltos ceràmics que estan en un equilibri inestable causat, també, pels esforços que els trameten els altres elements de l'estructura, sobretot si es tracta de sostres plans. En aquests casos cal recomanar fer un assaig d'integritat del revoltó abans i després d'haver construït el tac i acceptar-lo o no en funció del seu estat. L'assaig d'integritat més senzill és el de produir un impacte amb un martell de fibra i comparar el so que fa abans i després de haver-lo perforat i comparar-lo amb el dels altres revoltos no afectats.

A continuació es recopilen les causes més habituals de la fallada de tacs.

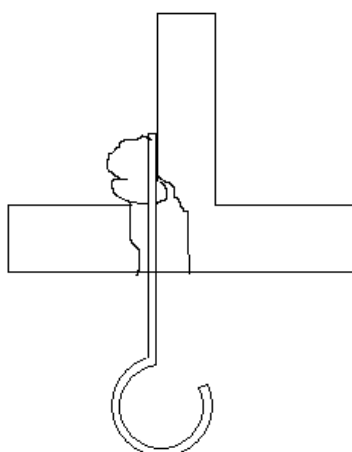
Hi ha molts diversos motius pels quals la perforació dels tacs pugui ser deficient; des de la utilització d'un mètode de perforació inadequat a la manca d'homogeneïtat del material de base. Per altra banda existeix una evident impossibilitat de poder observar directament la qualitat de la perforació (paral·lelisme de les parets, fondària del tac, etc.), la qual cosa fa que haguem de fer previsions sobre la no idoneïtat d'algun tac (la fallada dels quals acostuma a generar, com ja hem esmentat, una caiguda en cadena) i que hàgim de ser pessimistes sobre el nombre de tacs que, al final, poden quedar en unes condicions acceptables. A nivell d'operari s'hauria de implantar la cultura de deixar de banda aquelles perforacions sobre els quals hi hagi algun dubte sorgit durant la perforació (desviament del tac, insistència excessiva de la percussió, etc.) i mentre no sigui així, sembla adequat imposar un criteri de redundància (de tacs i veles) i acostumar-se a fer, per sistema, dos tacs i dues veles per cada punt de fixació, sempre que els dos tacs no coincideixin en la mateixa peça i si la fixació es produeix sobre un revoltó.

Els defectes més habituals dels tacs es resumeixen en la figura següent:

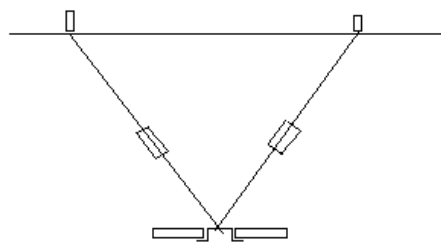


1. Tac de parets paral·leles fet amb una eina adequada.
2. Irregularitats a les parets causades per un rotopercussor massa potent.
3. Desviació del tac en trobar una armadura en el formigó.
4. Tac curt pel mateix motiu.

També es poden fer perforacions de sobreampлада per no emprar la broca del diàmetre adequat, Tant per causa de la heterogeneïtat del propi formigó com per causa, en el cas dels revoltos ceràmics o de formigó, per coincidir amb un nervi.



**desviació del tac en
coincidir amb un envanet**

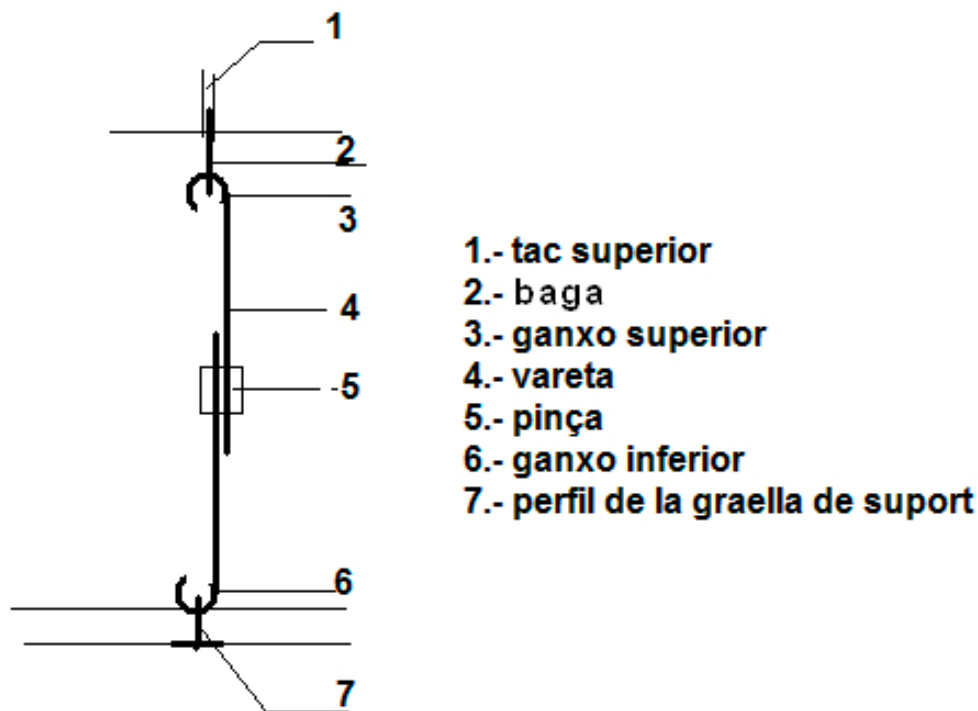


**redundància de tacs
i veles.**

6. Les tiges

Les tiges o elements que connecten els tacs de fixació a l'estructura engraellada del cel ras poden ser de qualsevol material que satisfaci les condicions de resistència i d'adequació de la longitud, és a dir, que permetin l'anivellament del cel ras. Sol ser una vareta d'uns 4 mm de diàmetre, valor imposat a la pràctica per la seva rigidesa i per la capacitat de resistir la oxidació sense perdre massa secció i que ha prevalgut per sobre de les tiges de filferro. Aquesta vareta sol tenir dos ganxos en els seus extrems per fixar-se, a la part superior, a la baga dels tacs i, a la inferior, als perfils de suport de les plaques. Al mig sol tenir algun sistema per adequar la seva longitud per anivellar el cel ras. Resulta molt pràctica la utilització d'una pinça de fregament, però hem vist casos on aquest pinça es relaxa i els sostre perd el nivell. Es cert, però que tornar-lo a lloc no sol representar cap mena de problema. Caldria que les patents trobessin un mètode per fixar-ne la posició una vegada s'hagués assolit la llargària idònia, tal com dentar la part central de les tiges on es fixi la pinça una vegada arribi a la posició adequada.

Quan els galzes de recolzament de les plaques són tan petits com els que hem observat, la pèrdua de qualsevol condició geomètrica de la retícula (en aquest cas l'anivellació) pot implicar la caiguda de peces.



En el cas de cels rasos situats a l'exterior que poden rebre accions de vent, les tiges han d'haver estat dimensionades per a suportar els esforços de tracció causats per la succió del vent i si els esforços són de pressió, les peces i les tiges han de ser les adequades per suportar-los (la sol·licitació de les tiges a la compressió pot generar un greu problema atès que és un esforç amb el qual les patents no hi han comptat). En el cas dels cels rasos de plaques, si aquestes no estan ancorades o no tenen el pes suficient, serien remogudes del seu lloc. En el cas de cels rasos continus les làmines de cartró-guix han de poder suportar la pressió (tant elles com les autoroscants que les fixen a la seva estructura) i les tiges han de poder suportar les compressions tal com en el cas anterior.

En les inspeccions, si no s'observa alguna solució específica per a resoldre cels rasos exposats al vent (moltes més candeles de l'habitual i/o candeles que puguin treballar a compressió, plaques fixades a la seva estructura,...etc.) caldrà desestimar-los sistemàticament atès que els esforços de vent són enormes comparats amb la dèbil resistència i rigidesa dels elements que solen conformar les patents dels cels rasos que hi ha al comerç, sobretot a les faixes properes a les vores.

III. Aspectes tècnics d'interès

7. La durabilitat del conjunt

Vist a termini mitjà, els cels rasos poden tenir una durabilitat inferior a la de la resta dels elements de la obra. Dins dels cels rasos se sol acumular l'aire calent amb un alt contingut d'humitat (ja no només en cuines i banys, sinó també en aules escolars) el qual és susceptible de condensar sobre les superfícies fredes. Sota les cobertes es poden presentar humitats de penetració i en els cels rasos a l'exterior, sobretot a prop de mar, s'hi poden mantenir atmosferes salines amb una capacitat molt elevada de desenvolupar la corrosió dels metalls. És a dir, es pot presentar tant la corrosió dels elements d'acer per trobar-se en una situació idònia, com afavorir l'efecte pila entre metalls si es posen en contacte, en els casos següents:

Tac de llautó / ferro

Acer inoxidable / acer galvanitzat

Alumini / acer

Etc.

Els elements realitzats amb planxes primes (les pinces que fixen les tiges en el seu lloc, per exemple) són les que primer desapareixerien. Va ser el cas de la caiguda del cel ras d'un aeroport a Tenerife.

Sembla que, en qualsevol cas, els cels rasos han de ser practicables per a poder observar la seva evolució en el temps, la qual cosa es trivial en un sostre de plaques però que ha de ser objecte d'un disseny específic en el cas de sostres continus.

Tipificació dels ambients

Nivells possibles:

I. interior d'edificis sense condensacions ni penetracions d'humitat.

IIa. Exteriors humits en zones amb precipitació mitjana anual inferior als 600 mm.

IIb. Interiors amb humitats relatives >65% o condensacions o exteriors amb precipitacions mitjanes anuals superiors als 600 mm.

IIIa. Proximitat al mar per sobre del nivell de pleamar. Zones de costa.

Restriccions en l'ús de certes proteccions de l'acer:

Acer inoxidable austenític. Es pot emprar en qualsevol circumstància.

Acer inoxidable ferrític. Es pot emprar, a:

I. Sense restricció de cap mena.

IIa. Si es protegeix (se suposa amb una pintura impermeable, asfàltica, per exemple).

IIb i III a. Es pot emprar però amb reserves, atès que en circumstàncies límit pot presentar-se la corrosió.

Acer zincat de 140 µm (1000 gr /m²). Es pot emprar, a:

I. Sense restriccions.

IIa i IIb. Si es protegeix

IIIa. No es pot emprar.

Acer zincat de 90 μm (600 gr /m²). Es pot emprar, a:

I. Sense restriccions.

IIa i IIb. Si es protegeix

IIIa. No es pot emprar

La corrosió galvànica

Es presenta quan metalls diversos es posen en contacte i quan les condicions d'humitat, temperatura i components salins és la idònia. El metall amb un potencial de reducció menor o negatiu s'oxidarà, i aportarà electrons al medi. El metall amb un potencial de reducció més gran o més positiu tendirà a reduir-se i acceptarà els electrons que li aporta el medi.

La reacció serà tant més ràpida i virulenta com més separats estiguin els metalls en la següent llista:

Coure, plom, estany, níquel, ferro, crom, zinc, manganès, alumini, magnesi, liti.

En el cas de presentar-se algun d'aquest contactes caldria separar-los amb un dielèctric.

8. Les càrregues

La càrrega que ha de suportar l'estructura d'un cel ras prové, de:

- **el pes propi**
- **el pes de les instal·lacions que s'hi recolzin** (vg. Lluminiàries). Es desaconsella que hi incideixi qualsevol altra instal·lació, tal com les canonades dels serveis bàsics i de l'aire condicionat i de ventilació, boques de subministre, etc. Totes elles han de tenir el seu propi sistema de suport. Les instal·lacions són un impediment important per realitzar les fixacions dels cels rasos al sostre, és per aquest motiu que hem de proposar que, en fase de projecte, s'estudiïn a la vegada els dos subsistemes (les instal·lacions i els cels rasos) i es trobi la manera que no es produeixi cap mena de dèficit de sustentació en cap dels dos subsistemes.
- **Les càrregues accidentals.** Les càrregues accidentals poden provenir de:
 - a. Recolzar-s'hi els operaris de manteniment durant les inspeccions a les instal·lacions.
 - b. Si hi ha elements verticals, tal com cortines o cables de manipulació d'algun tèxtil de protecció a les finestres que siguin capaços de connectar el cel ras amb el nivell de treball de l'usuari, s'haurà de tenir en compte una càrrega eventual de penjat, la qual pot provenir d'una mala manipulació de les cortines, de que s'hi pengi un infant o de que s'hi agafi algú com a conseqüència d'una ensopegada.

En principi, cada nus del sostre haurà de ser capaç de suportar al menys dues vegades el pes propi del sostre (coeficient de seguretat 2). El que ja hi actua més una càrrega afegida igual a aquell valor, si més no, durant un període de 6 hores.

Com a pesos propis dels cels rasos es poden considerar els indicats a continuació (sense descartar que l'empresa subministradora doni uns valor més precisos).

Cel ras continu de cartró guix de 6mm a 19mm	De 5,2 a 15,7 kf/m ²
Cal ras tipus TEC de 13 mm	10 kf/m ²
Plafons d'escaiola perlita	13 kf/m ²
Plafons autoportants amb llana de roca	De 2,5 a 4 kf/m ²
Safata amb allament de llana de roca de 25 mm	12 kf/m ²
Safata perforada + vel acústic	8 kf/m ²
Plafó de fibra de fusta aglomerada amb ciment de 15 mm a 35 mm	De 8 a 20 kf/m ²
Cel ras Gyplac de roca de guix de 10 mm	7,5 kf/m ²
Cel ras de fibra mineral Amstrong	De 1,5 a 3 kf/m ²
Cal ras metàl·lic Knauf	De 5 a 6,5 kf/m ²

Els nusos que es fixen a la estructura mitjançant candeles, hauran de poder suportar el pes propi més una càrrega de 20 kf (0,2 kN). És una càrrega pròxima al valor admissible per un tac de niló.

Els nusos que fixin rails de cortina (o similar) haurien de poder suportar, a més del pes propi del cel ras i de la cortina, una càrrega d'aproximadament 50 kf (0,5 kN). Com sigui que és un valor que pot ser inassolible amb les solucions habituals, s'hauria de considerar com a deficient tot aquell cel ras en el qual es presenti aquesta circumstància i no s'hagin arbitrat solucions no estàndard. Com la de penjar els rails per un sistema autònom o bé el de reforçar amb més tacs les guies directament afectades per la situació dels rails.

Notes. És millor que qualsevol element tingui el seu propi sistema de suport, sobretot si es tracta de cortines pesants tals com les antiradiació amb les que es protegeixen les instal·lacions de raigs X.

En el cas de cel rasos a l'exterior s'ha de tenir en compte **l'efecte del vent**, el qual, per succió o per pressió, pot implicar una acció accidental superior a qualsevol de les considerades. En cap cas l'espai del cel ras ha de ser accessible al vent ja que podria implicar pressions de dins a fora inassolibles per la làbil estructura del cel ras. En principi i al marge que es faci un càlcul més acurat, les faixes d'a prop de les vores (d'una amplada igual a la longitud corresponent dividida per 10) d'un cel ras horitzontal situat a l'exterior s'han de dimensionar per a suportar una pressió / succió de valor: $1,2 \times 0,52 \times 1,4 = 0,875 \text{ kN/m}^2$ (87,5 kf/m²). Que pot arribar a ser de $3,7 \times 0,52 \times 1,4 = 2,69 \text{ kN/m}^2$, (269 kf/m²), en el cas d'una situació molt exposada. En el centre del cel ras la pressió / succió ve a ser d' $1,2 \times 0,52 \times 0,6 = 0,374 \text{ kN/m}^2$ (0,53 kN/nus agafat amb candela). Amb aquests nivells de càrrega, hem de concloure:

- a. desaconsellar la utilització de cels rasos lleugers a l'exterior.
- b. acceptar aquells cels rasos que puguin suportar en el centre de l'àmbit, una càrrega de penjat sobre els nusos amb candeles de 53 kf. /nus. (0,53 kN/nus).
- c. no acceptar aquells cels rasos que no presentin una solució especial dirigida a suportar les importants pressions / succions que es presenten a prop de les vores.

9. Anàlisi de la normativa

Les dues normes tecnològiques RTP i RTC (de 1973) que es refereixen als cels rasos de plaques i continus, respectivament, van ser derogades amb la publicació del Código Técnico però no van ser substituïdes per aquest en no ser incloses en el “Documento Básico SU (seguridad durante el uso)”, per tant, es va generar un buit normatiu que, en part, justifica que, després de tants anys, estiguem parlant encara d'aquests documents.

Com a antecedents ens interessa especialment el capítol de control de l'execució, atès que s'hi descriuen les operacions dirigides a identificar futurs problemes i a la freqüència amb què s'apliquen, i el capítol de la utilització, manteniment i conservació, on es descriuen aquelles operacions necessàries perquè els sostres mantingui les seves propietats en el temps.

Es controla la recepció dels sostres de plaques mitjançant les operacions següents:

- A. fixació de l'estructura del cel ras al sostre.
- B. distància màxima entre punts de suspensió
- C. planor amb regla de 2 metres.
- D. revisió de si s'han emprat tots el components necessaris del sistema.

En tots els casos, la freqüència és d'una determinació cada 20 metres.

Amb els límits següents d'acceptació. No s'accepta, quan:

- A. suporta menys de 10 kf
- B. separació entre veles de més de 1250 mm
- C. errors de planor més grans de 2 mm/m i/o pendent del sostre > 0,5%
- D. observació directa d'un error de muntatge.

La preexistència d'aquests límits ens sembla summament interessant, atès, que:

En establir una unitat de control de 20 m², que nosaltres n'hi direm lot, ens permet partir d'aquest valor i matisar-lo en funció de com es distribueixen els lots en planta i quina és la mida de les estances, per exemple. En principi, ens sembla que en referir-nos a escoles, hauríem d'adoptar com a unitat de control els 25 metres.

En tenir establert un primer criteri d'assaig basat en el penjat directe d'una certa càrrega, ens permet ajustar-lo a altres circumstàncies no tingudes en compte a les NTE, per exemple, un cel ras pot rebre una càrrega accidental molt superior a 10kf, sobretot si hi ha elements que pengen d'aquest sostre i arriben al terra. Passa el mateix si el sostre roman a l'exterior on el cel ras ha de preveure l'acció del vent. El esforços que ocasiona són de tanta entitat (relatius als petits esforços que solen afectar els cels rasos) que en el seu control de recepció caldria aplicar unes càrregues de succió i de compressió molt importants, que no podria suportar si no s'han adoptat solucions singulars molt diferents a les de la patent usada a l'interior. La no observació de solucions particulars hauria de implicar la no acceptació del cel ras.

L'assaig de planor, molt senzill de fer, ens pot servir per a detectar si hi ha hagut relaxament dels tacs i/o lliscament de les pinces d'anivellació.

Sobre el manteniment, s'especifiquen uns criteris que ens semblen interessants de cara a la permanència en el temps del cel ras.

- Que no es pengi cap element pesant del sostre que no hagi estat previst.
- Fer una inspecció ocular cada 10 anys o abans si s'observa alguna anomalia.

En funció d'aquests criteris es manifesta la necessitat que la cambra sigui accessible i que així hagi estat previst en el disseny. Accessibilitat que cal

mantenir en el temps per tal de donar satisfacció a aquestes tasques de manteniment.

Sobre el sostre continu es planteja el seu control mitjançant les operacions següents:

- A. fixació al sostre.
- B. distància màxima entre punts de suspensió
- C. planor amb regla de 2 metres.
- D. revisió de si s'han emprat tots els components necessaris del sistema.

En tots els casos, la freqüència és d'una determinació cada 20 metres. Amb els límits següents d'acceptació. No s'accepta, quan:

- A. de claus i tacs inferior a 25 mm.
- B. no menys de tres veles per placa.
- C. errors de planor més grans de 2 mm/m i/o pendent del sostre $> 0,5\%$
- D. observació directa d'algun error de muntatge en particular la unió entre les plaques i la seva unió al perímetre.

Com a primer comentari se'ns acut que sembla insuficient referir la qualitat de la fixació a la penetració dels tacs i claus, atès que hem vist que els tacs poden fallar per múltiples causes i no només per la falta de penetració.

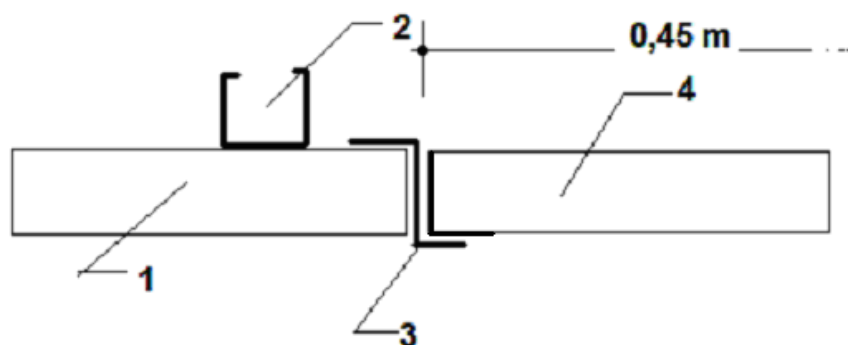
Sobre la utilització, manteniment i conservació, diu:

Periòdicament, cada 5 anys o abans si s'hi observés alguna anomalia, es realitzarà una inspecció ocular per part de tècnic competent per a determinar l'origen de l'anomalia.

Nota: Entenem que aquesta inspecció s'ha de realitzar no només superficialment sinó que s'han de poder observar els elements de la cambra i els altres elements que componen els sostres (estructurals, instal·lacions, etc.), per tant cal que el cel ras tingui previstos accessos que permetin

aquestes inspeccions. És probable que a la primera inspecció s'hagin d'obrir registres que s'han de mantenir accessibles per a actuacions futures.

Com a solució de registre es proposa quelcom que s'ajusti a l'esquema següent:



- 1.- placa de cartró guix
- 2.- perfil de suport del cartró guix
- 3.- perfil d'alumini adherit amb una massa de silicona.
- 4.- placa de cartró guix removable de 0,45 x 0,45 m.

Nota: la portella s'obrirà amb cura, amb una serra de calar i es construirà un registre permanent tal com es diu a la figura.

En el cas de cels rasos de plaques de guix hem de constatar que hi ha un document d'ATEDY (Asociación Española y Empresarial del Yeso. Catàleg nº3) que s'hi refereix. És un document de gran qualitat que està redactat en fase prenormativa i del qual no en podem prescindir. En particular creiem que se n'han de considerar els següents aspectes:

- a. La utilització s'hauria de restringir als usos recomanats i amb les qualitats mínimes definides, per a cada cas, en aquell document. Segons els sostre sigui adossat, suspès senzill o suspès compost, el sistema constructiu que s'utilitzi sempre hauria de ser l'especificat en aquell manual.
- b. Els materials, perfils i peces auxiliars haurien de ser les que s'hi descriuen.

- c. Les instal·lacions i els aïllaments s'haurien de situar dins de la cambra seguint les prescripcions del catàleg.
- d. S'haurien de seguir totes les recomanacions de muntatge i de tractament dels junts.
- e. No s'haurien d'admetre desviacions geomètriques superiors a les toleràncies que s'hi defineixen.
- f. Els diversos elements que componen el cel ras (tiges, engraellat, plaques,...) s'haurien de dimensionar per les càrregues establertes en el catàleg/manual.

Considerem que tots els cels rasos existents d'aquest tipus haurien d'haver seguit les recomanacions gremials des de poc després de la data de la seva publicació (maig del 2006) i aquest criteri s'hauria d'afegir als altres aspectes del control de recepció esmentats.

10. Proposta de procediment de prospecció d'un cel ras construït:

1. Revisar la documentació que hi hagi de l'execució: Documents i plànols de projecte. Documentació generada durant l'execució, és important comprovar si s'ha fet servir un "sistema" en el qual el concessionari de la patent ha vetllat per l'execució i ha aplicat algun sistema de control. Comprovar (documentalment i formalment) si s'han seguit els criteris del document d'ATEDY esmentat. Aquesta informació està dirigida a obtenir una idea general sobre la qualitat del producte i per establir, aproximadament, la seqüència de muntatge que es va seguir.

2. Divisió de la superfície de cels rasos de l'edifici en **unitats de producció (UP)**, és a dir, intentar identificar aquelles superfícies que poden haver construït en un dia per part d'un equip de muntadors: aproximadament 40 m² en cels rasos de plaques i 20 m² en cels rasos continus. (Segons rendiments consultats en el COSTITEC). Suposem que això implica una certa homogeneïtat en els materials, l'utilitatge i les accions.

A partir d'aquesta divisió en zones, es definiran les **unitats d'inspecció (UI)**, subdividint les unitats de producció en superfícies no superiors a 20 m². consecutius i almenys un per estança.

L'observació de solucions inadequades, símptomes de fallada del cel ras o una resposta inadequada a la prova de càrrega, implicaria la no acceptació de la UI.

3. Per a cada UI s'analitzarà la planor del sostre amb un regle de 2 metres i un nivell, de forma que es puguin situar els punts més baixos. A manca d'altres criteris més fonamentats, aquesta pot ser una forma d'establir el lloc on es faci la prospecció. Aquesta prospecció es basa en el següent:

4. S'aixecarà una placa en els punts mes baixos de cada lot, o s'obrirà una portella de 0,45 x 0,45 si es tracta d'un cel ras continu (veure nota). S'il·luminarà i observarà el volum tancat. S'enregistraran les anomalies formals: Tacs no ben ubicats o sobresortints; tiges inadequades; si no hi ha

humitats i/o traces d'òxid en els elements metàl·lics; si s'han emprat tots els elements que constitueixen la patent; si les candeles estan tesades; si la distància entre elles no és superior a 1.250 mm. S'intentarà treure un tac amb la mà aplicant una simple tracció, per a cadascun dels diversos suports que s'observin.

Hi ha dos aspectes formals que, per la seva importància (ja que han estat objecte de patologies o de disfuncions greus), cal que siguin objecte d'observació:

- No seria acceptable que el galze de recolzament de les plaques fos inferior a un centèsim de la mida modular (M/100). És a dir, si la mida modular fos 60 cm, el galze no hauria de ser inferior a 6 mm i si és tractés d'una placa sobreample de 100 cm el galze no hauria de ser inferior a 10 mm.

- Cal aprofitar la prospecció per observar l'estat del sostre. Cal enregistrar la fissuració que s'observi en bigues i revoltos. Sobretot és important observar l'estat d'aquests darrers ja que una de les causes més freqüents de la caiguda dels cels rasos és la ruptura dels revoltos on es fixen les candeles (sobretot si són ceràmics).

5. Es faran unes proves de càrrega a cada unitat d'inspecció (UI). Els nusos (possiblement els més baixos en funció de la anivellació realitzada) corresponents a una candela es carregaran amb 20 kf (0,2 kN) durant 6 hores. En el conjunt de la inspecció es procurarà assajar els tacs fixats sobre els diversos suports estructurals que hi pugui haver.

6. Si hi ha cortines o elements que pugen del cel ras, una vegada identificats els nusos que suporten les guies, per estar segurs que suportaran una càrrega accidental de penjat, se'ls pot carregar amb 50 kf. (0,5 kN), durant uns moments. Com sigui que és molt probable que els tacs fallin ja que aquest valor està molt a prop del rang dels seus valors d'extracció, caldria desestimar tots aquells casos en els quals els elements

que penguin no tinguin un sistema propi de suportar-se, independentment de l'estructura del cel ras.

7. Si s'observa que hi ha arrencament de tacs (amb la mà o amb la càrrega aplicada), si llisquen les pinces de fixació de les tiges, es deformen el ganxos o l'estructura de suport de les plaques, la UI es definirà com a no acceptable, la qual cosa implicarà: Dividir la UI en dues unitats noves i repetir el procediment en cada una d'elles a fi d'intentar determinar si es tracta d'un error puntual o bé és sistemàtic. Si s'arriba a aquesta darrera conclusió, totes les tiges de la UP es duplicaran amb nous tacs i noves tiges fixades en un altre revoltó diferent al que suportava la tija anterior. En qualsevol cas se substituirà el tac que ha fet fallada.

8. Si es tracta de cels rasos a l'exterior, les faixes pròximes a les vores haurien de poder resistir traccions i/o compressions de l'ordre de $87,5 \text{ kf/m}^2$. Sobre els nusos estructurals suportats per una candela situada cada $1,2 \times 1,2 \text{ m}$ la càrrega de servei seria de $87,5 \times 1,2 \times 1,2 = 126 \text{ kf}$ ($1,26 \text{ kN}$). La part central del sostre, hauria de poder resistir $0,53 \text{ kN}$ cada tija.

Cal considerar que aquest esforços són molt grans per les estructures convencionals de cel ras, per tant, sembla més interessant adoptar el criteri simplificador de desestimar tots aquells cels rasos que no aportin solucions especials adequades a les accions del vent, sobretot quan ens referim a les faixes perimetrals.

Fructós Mañà i Reixach
Josep Nadal i Solés
Rafael Bellmunt i Ribas
Josep Maria Valeri i Ferret

Referència : CN1055302

CELS RASOS

Carpeta B. Metodologia d'inspecció

26 de març de 2013

Referència : CN1055302

CARPETA B. Metodologia d'inspecció

11. Manual d'aplicació

12. Fitxa d'inspecció

26 de març de 2013

Manual d'aplicació

El manual recull tota aquella informació necessària per dur a terme les inspeccions, amb explicacions sobre la forma d'omplir la fitxa i una sèrie de recomanacions que serveixin d'ajut a l'inspector per facilitar-li la feina i millorar al màxim la fiabilitat i la idoneïtat dels resultats, sobretot, quan són diferents els tècnics que han de dur a terme les tasques d'inspecció.

Abans d'aplicar aquest Manual s'haurà d'haver llegit amb cura la introducció d'aquest treball, on es fa una recopilació de l'estat de l'art del tema i a on es poden trobar eines per a facilitar la feina en forma de taules i comentaris.

Pel que fa al contingut del Manual, es divideix en els següents apartats seguint les fitxes de reconeixement i diagnosi.

1. Fitxa de dades i documentació

1.1 Dades generals

- 1.1.1 De l'edifici
- 1.1.2 De l'encàrrec
- 1.1.3 De les inspeccions
- 1.1.4 Del tècnic inspector

1.2 Revisió de la documentació aportada

- 1.2.1 Existeix projecte final d'obra
- 1.2.2 Dades importants obtingudes de la documentació
- 1.2.3 Sense documentació o informació fora del projecte

1.3 Resum de la revisió de la documentació

2. Fitxa de reconeixement

- 2.1 Documentació i eines per a la inspecció
- 2.2 El contingut de la fitxa de reconeixement
- 2.3 Preparació per a la visita de diagnosi
 - 2.3.1 La unitat d'inspecció. Representativitat del mostreig.

3. Fitxa de diagnosi

- 3.1 L'existència o no de cambra en el cel ras
- 3.2 L'assaig a realitzar
- 3.3 Contingut de la fitxa de diagnosi

4. Fitxa resum de deficiències. Conclusions

- 4.1 Comentaris i notes importants

1. FITXA DE DADES I DOCUMENTACIÓ

Aquest apartat de la fitxa contindrà totes les dades de l'edifici, de l'encàrrec, de les inspeccions, del tècnic inspector, de la documentació facilitada i la informació recollida dins i fora del projecte, etc.

La fitxa es divideix en tres apartats: dades generals, revisió de la documentació i resum.

1.1. Dades Generals

1.1.1 Dades de l'edifici:

Com a dades de l'edifici, hi constarà el nom de l'edifici amb el seu emplaçament (carrer, número, població, codi postal) i un número de referència. El número de la fitxa servirà per portar un arxiu de les inspeccions per part de la propietat que fa l'encàrrec. Dins d'un mateix conjunt edificat el número de referència de la fitxa serà el mateix acompanyat d'un dígit per a cada edifici.

1.1.2 Dades de l'encàrrec:

Com a dades de l'encàrrec, hi constarà el nom de l'empresa, institució o propietat peticionària de l'encàrrec (el nom de la persona + un telèfon de contacte), la data de l'encàrrec i el termini previst pel lliurament de la feina.

1.1.3 Dades de les inspeccions:

Com a dades de les inspeccions, hi constaran les dates previstes per fer: les visites de reconeixement i les visites de diagnosi. També es farà constar en aquest apartat el nom i el telèfon de la persona de contacte a l'edifici, que ha de facilitar l'entrada i les visites al tècnic inspector. També hi figurarà el nom i el telèfon de contacte de l'operari oficial paleta que haurà de fer d'ajudant en les tasques de diagnosi.

1.1.4 Dades del tècnic inspector:

Com a dades del tècnic inspector, hi constarà el nom complet del tècnic inspector, la professió, el número de col·legiat i un telèfon i el correu electrònic de contacte.

1.1.5 Dades sobre la documentació:

Com a dades de la documentació, hi constarà en primer lloc l'existència o no de projecte amb la data de visat i la relació d'altres documents facilitats per qui fa l'encàrrec.

1.2. Revisió de la documentació aportada:

Abans de començar les visites és necessari revisar la documentació facilitada.

1.2.1 Existeix projecte

En el cas de l'existència de projecte s'haurà d'estudiar acuradament per veure si existeix una descripció clara dels cels rasos instal·lats a l'edifici.

Una descripció clara vol dir que s'indiqui quin és el tipus de cel ras, si és interior o exterior, si s'explica adequadament com construir-lo: tipus i diàmetres dels tacs, sistema de perforació, estructura auxiliar de penjat (material i disposició), distància entre els diferents elements, tipus de plaques, etc.

1.2.2 Dades importants obtingudes de la documentació

Altres dades importants que es poden obtenir de la documentació de projecte són:

- L'existència d'un estat de càrregues per a cada tipus de cel ras: pes propi, càrregues permanents i sobrecàrregues.

- Si es tracta d'un sistema amb certificat d'idoneïtat (DAU, DITE, DIT,...) o sota patent, amb una presència en el mercat superior als 10 anys.
- Si els col·locadors estan homologats o bé controlats pel fabricant o estan en possessió d'un segell d'aptitud com l'APTO,...).
- Si s'han fet assaigs de recepció per un laboratori homologat.

1.2.3 Sense documentació o informació fora de projecte

Quan no existeix documentació sobre els cels rasos o no és acceptable d'acord amb els punts anteriors.

Una altra forma d'aconseguir informació és fer consultes i entrevistes amb els tècnics, fabricants, subministradors o col·locadors dels cels rasos presents en l'edificació objecte d'inspecció.

1.3. Resum revisió documentació

Al final de la fitxa es farà una breu descripció dels diferents cels rasos localitzats en la documentació revisada, per plantes i diferents tipus de cel ras.

A més hi ha d'haver una descripció del tipus estructural del forjat del qual penja el cel ras, d'acord amb la documentació revisada.

En el cas de cel ras continu (PYL) es farà constar si s'han tingut en compte o no en el projecte, les recomanacions d'ATEDY (Associació Tècnica i Empresarial del Guix Laminat)

De l'examen d'aquesta documentació es farà consta en aquest apartat al final de la fitxa, el nombre total de plantes de l'edifici, el nombre de plantes amb presència de cel ras i els diferents tipus de cel ras presents per planta.

2. FITXA DE RECONeixEMENT

Per a la fitxa de reconeixement la unitat d'inspecció és **el tipus de cel ras**, per tant, hi haurà tantes fitxes com diferents tipus de cel ras hi hagi a l'edifici d'un mateix conjunt. Cada tipus de cel ras anirà acompanyat d'un número de codi, a criteri del tècnic inspector.

L'objectiu d'aquesta fitxa és situar els diferents tipus de cel ras a cada planta de l'edifici, així com les lesions aparents observades per fora del cel ras.

A continuació s'exposa la metodologia a seguir alhora de fer les inspeccions per omplir la fitxa de reconeixement:

2.1 Previs: documentació i eines per a la inspecció

En aquest apartat s'esmenta la documentació i les eines necessàries per dur a terme les inspeccions, tant les de reconeixement com les de diagnòstic.

- Eines per a la inspecció:
Casc i guants, màquina de fotografiar o de vídeo, cinta mètrica, lot, peu de rei, etc.
- Plànol de cada planta de l'edifici a inspeccionar
En aquests plànols estaran marcades les zones amb els diferents tipus de cel ras segons la documentació revisada, amb una petita descripció de la seva tipologia. Si no s'han localitzat els plànols de projecte s'haurà de fer el corresponent aixecament in situ, aprofitant la primera visita de reconeixement.

2.2 El contingut de la fitxa de reconeixement

Hi haurà una fitxa de reconeixement per a cada tipus de cel ras existent a l'edifici. Es faran les visites necessàries per omplir aquesta fitxa per aquesta tasca. En principi no és necessària la presència de l'oficial paleta.

El treball a realitzar consisteix a fer una observació visual de totes les plantes amb cel ras per poder determinar en el casos següents:

- Si no hi ha plànols de projecte:

Fer un aixecament en plànols o croquis de les plantes (amb presència de cel ras) de l'edifici.

- Si hi ha plànols de projecte:

Comprovar que els plànols facilitats i revisats es corresponen amb la realitat. Qualsevol incongruència entre la documentació revisada i l'estat actual s'haurà de reflectir en la fitxa corresponent i modificar els plànols.

La primera dada a omplir és la descripció dels diferents tipus d'acabats de cel ras existents a l'edifici. Per a cada tipus s'omplirà una fitxa de reconeixement i es donarà un número de codi a la fitxa.

Els diferents tipus d'acabats de cel ras a escollir, poden ser:

Plaques d'escaiola

Plaques de fibres

Plaques de guix laminat

Plaques metàl·liques

Plaques de GRC

Lames de PVC

Altres.....

En segon lloc, assenyalar el tipus de cel ras en funció de la seva relació amb l'estructura principal (forjat).

Cel ras fix amb cambra

Cel ras desmuntable amb estructura vista

Cel ras desmuntable amb estructura oculta

Cel ras adherit o adossat

Altres.....

En tercer lloc, detectar i assenyalar en el plànol corresponen les patologies observades des de l'exterior del cel ras, d'acord amb el quadre següent:

1. Bombaments o manca de planor, mesurats amb un regle de 2 m (la deformació màxima admissible serà de 5 mm)
2. Humitats (taques, eflorescències,....)
3. Despreniments de plaques
4. Taques d'òxid
5. Plaques trencades
6. Altres.....

Per planta s'haurà d'especificar: el número de la lesió que ha de correspondre amb la seva localització en el plànol, el número de la foto i el tipus de lesió segons la taula anterior. El número de lot s'omplirà quan aquests estiguin clarament definits en la següent fase. És deixa un apartat d'observacions a utilitzar pel tècnic redactor sota el seu criteri, per fer una descripció més acurada de la lesió així com l'abast de la mateixa.

En el cas d'observar la presència de qualsevol lesió, aquesta haurà de quedar reflectida a la fitxa d'inspecció i assenyalada en el plànol qui li toqui, (planta i tipus de cel ras).

Aquesta primera visita ha de servir també, per deixar constància de problemes que es puguin presentar alhora de fer les visites de diagnosi: impediments per a l'ús, inaccessibilitat de zones, etc.

En el cas de no observar cap patologia aparent en un tipus de cel ras no serà necessari omplir cap fitxa de reconeixement.

2.3 Preparació de la visita de diagnosi

Una vegada feta aquesta primera visita de reconeixement el tècnic inspector haurà de preparar la visita de diagnosi, determinant en els plànols una vegada corregits, d'acord amb la visita de reconeixement, els diferents lots objecte de prospecció.

El tècnic anirà acompanyat d'un oficial paleta per fer les visites de diagnosi, aquest haurà d'anar amb els estris necessaris per facilitar la inspecció: escala, elements de protecció (casc, guants i ulleres) , maceta escarpa o picoleta, torreta d'apuntament si fos el cas, etc

En els plànols que acompanyen la fitxa de diagnosi i abans de les visites per omplir-la, s'haurà:

- o D'assenyalar dins de cada planta i tipus de cel ras, els corresponents lots, segons els criteris que més endavant es donen (apartat 2.3.1)
- o Marcar a priori uns punts de prospecció (un per lot) que hauran de ser ratificats en el moment de la visita.

2.3.1. La unitat d'inspecció. Representativitat del mostreig.

En tractar-se d'elements que en bona part queden ocults (l'estructura de suport, els ancoratges, l'estructura auxiliar, instal·lacions, etc.) és necessari fer una anàlisi del seu estat de forma estadística a base de donar representativitat a un número determinat de punts d'observació.

La representativitat de la unitat d'inspecció es basa a considerar quins són els m^2 de cel ras que una parella d'oficial i ajudant pot fer en una jornada laboral. Segons els quadres de preus de l'iTeC els rendiments són variables en funció de si és un cel ras de plaques practicable o bé un cel ras continu de plaques de guix laminat. Per un cel ras de plaques practicable són $40 m^2$ i per un cel ras continu $20 m^2$.

A més en tots els cels rasos tinguin o no patologies aparents és farà un control mínim sobre la seva seguretat basat a aplicar diferents càrregues de tracció acompanyades de l'observació de las parts ocultes dels mateixos.

Es denomina lot o unitat de control, a la superfície representativa d'una prospecció tant si és una cala com si és la retirada d'una peça de cel ras. En el cas de cels rasos de plaques cada unitat d'inspecció es dividirà en dos lots i pels cels rasos continus cada unitat d'inspecció serà un lot. La determinació dels lots és una tasca a realitzar abans de fer la visita de diagnosi.

La superfície representativa de cada lot serà variable en funció de la superfície total de cel ras per planta i del tipus de cel ras.

L'àmbit d'una unitat d'inspecció pot variar des dels **$10 m^2$** en el cas més desfavorable fins als **$20 m^2$** en el més favorable.

Superfícies de cel ras inferiors als $10 m^2$	1 lot
Superfícies de cel ras entre 11 i $40 m^2$	2 lots
Superfícies de cel ras entre 41 i $80 m^2$	4 lots
Superfícies de cel ras superiors als $81 m^2$:	4 lots+1*

(1 lot cada $20m^2$ més)*

Aquestes superfícies de cel ras són per cada planta de l'edifici a inspeccionar.

Hi haurà un mínim de 3 prospeccions per a cada tipus de cel ras, sempre que aquest número sigui superior a l'aplicació del criteri anterior.

Cada lot representa una prospecció que vol dir fer una cala o treure una peça del cel ras i fer un assaig de tracció o de tracció-compressió de l'estructura del cel ras. Aquest punt de prospecció s'haurà de marcar en el plànol corresponent i pot variar en funció de la visita de diagnosi.

3. LA FITXA DE DIAGNOSI

Hi haurà una fitxa per a cada planta de l'edifici.

Una vegada fetes les visites de reconeixement i abans de les visites de diagnosi, el tècnic inspector ha de tenir clar quins són els lots i les prospeccions a fer. També ha de tenir clar quina és la tipologia de cel ras pel que fa a la seva disposició respecte a l'estructura de suport (forjat estructural) amb cambra, adossat amb perfils o adherit sense cap cambra.

3.1 L'existència de cambra interior en el cel ras

La cambra interior del cel ras, si existeix, haurà de ser observada. La observació de parts ocultes es farà a base de retirar peces en el cas de cel ras registrable (de plaques) o fent cales en el cas de cel ras continu o no registrable.

La informació obtinguda a través de l'observació visual de la cambra d'un cel ras varia en funció del tipus de cel ras i depèn majoritàriament de:

- si és practicable o no (facilitat de desmuntatge)
- de la distància lliure interior existent en el cel ras (de cap a desenes de cm).
- de la quantitat d'instal·lacions allotjades a l'interior del cel ras (aire condicionat, aïllaments, foc, aigua, electricitat, etc.)

Ja s'ha comentat abans que per cada lot s'ha de fer una cala o treure una peça del cel ras com a mínim, per tal de poder observar la cambra, si fos el cas

La cala serà com a mínim de 45x45 cm per a permetre el pas del cap de l'inspector, en el cas que tingui alçada lliure per fer-ho.

Per donar per fiable una prospecció a través d'una cala o pel fet de treure una peça del cel ras, la superfície vista de l'interior de la cambra haurà de ser

superior als 2 m². En el cas de no poder complir amb aquest requisit no es considerarà com un lot representatiu i així es farà constar a la fitxa d'inspecció, a la vegada que se'n farà una de nova.

En el cas de cel ras sense cambra per estar adherit a l'estructura portant de l'edifici o aplacat amb perfils (sense tiges), o l'àmbit d'observació no compleixi el punt anterior, no serà possible fer observacions i es remetrà la prospecció directament a fer assaigs de tracció.

En cada punt d'observació i sempre que sigui possible, es farà una inspecció organolèptica de l'estat del cel ras per veure com està

- l'estructura de suport (forjat)
- els ancoratges (tacs i cargols)
- l'estructura auxiliar (perfils)
- la connexió del cel ras amb l'estructura auxiliar

Per a deixar constància de les patologies observades dins la cambra s'utilitzarà la fitxa de diagnosi i es farà esment de la seva localització (lot, cala, tipus de patologia i foto).

A més de l'estat també s'inspeccionarà i determinarà si el número de tacs, de veles, i la disposició l'estructura auxiliar horitzontal per vela és la correcte d'acord amb la informació recollida. La qualificació de la bondat de la solució i la del seu estat, es farà amb referència a la informació del projecte o amb el que s'esmenta en la introducció d'aquest treball. En la introducció del treball es diu quines són les normes de bona construcció, segons el tipus de cel ras.

En el cas de representar un perill per a l'ús de la planta, aquest fet es posarà de forma immediata en coneixement de la propietat i es prendran les mesures de precaució necessàries, qualificant el resultat de la inspecció com a perillosa.

3.2 Assaigs a realitzar:

En cada punt de prospecció del lot determinat a l'apartat anterior, es farà un assaig de tracció sobre els ancoratges i l'estructura auxiliar que sustenten els cels rasos coincidint amb un vela o candela, en el cas de cels rasos amb cambra, i coincidint amb l'encreuament de perfils de l'estructura auxiliar horitzontal, en el cas de cels rasos sense veles.

L'estat de càrregues a utilitzar per l'assaig serà l'esmentat a la documentació d'obra si existeix o el calcularà l'inspector en funció del tipus de cel ras, i el seu ús, en la introducció s'hi pot trobar una taula d'ajuda.

S'han de diferenciar dos casos: quan els cels rasos tenen cambra i aquesta tingui més de 15 cm d'altura i els altres.

Com que s'ha de fer un assaig de tracció, el primer que es farà és determinar el punt d'aplicació de la càrrega, és a dir, la situació d'una vela o tija on aplicar la càrrega.

Cas a) cel ras registrable.

En treure una placa, es pot observar directament i decidir el punt idoni per a fer l'assaig de càrrega.

Cas b) cel ras no registrable.

Opció 1. Cel ras amb cambra.

Aprofitant la cala de 45x45 cm que s'ha fet per a la prospecció, observació visual de la cambra i determinació del punt idoni per a fer l'assaig de càrrega.

Opció 2. Cel ras sense cambra

És a dir sense tiges, en aquest cas amb l'ajut d'un pacòmetre o d'un imant sensible, es cercarà el punt d'encreuament de perfils de l'estructura auxiliar per a determinar el punt de càrrega de l'assaig a tracció.

L'assaig es farà penjant un pes en el punt d'aplicació, aquest pes com ja s'ha dit correspondrà a una càrrega deduïda de la documentació del projecte o segons la taula orientativa que s'acompanya en la introducció d'aquest treball. Aquest assaig per la seva simplicitat el farà el tècnic inspector ajudat per l'oficial paleta.

A poder ser l'aplicació de la càrrega haurà de ser de forma progressiva. El valor de la càrrega aplicada serà com a mínim el pes propi del cel ras (inclòs lluminàries i instal·lacions recolzades), deduït de les dades de projecte o bé de la informació recollida en la introducció.

En qualsevol cas, el pes a penjar en cel rasos situats a l'interior de l'edifici, serà com a mínim de **20 kf** (coeficient de seguretat inclòs) durant un mínim de 6 hores

En el cas de **cel rasos exteriors** (semi intempèrie) exposats a l'acció del vent es farà un assaig de tracció i compressió de **45 kf** (coeficient de seguretat inclòs) durant un mínim de 12 hores. Per la dificultat que comporta fer l'assaig a compressió aquest haurà de ser encarregat a un laboratori oficial d'assaigs.

Pel cas de cel rasos continus de PYL, en les vores s'haurà de comprovar l'existència de vents per la rigidesa del conjunt i l'augment de tiges respecte a les zones centrals. La separació de mestres en aquests casos no superarà els 40 cm i el gruix de la placa serà com a mínim de 15 mm.

En el cas de plaques desmuntables la no acceptabilitat vindrà pel fet que aquestes s'han bellugat dins de l'estructura de suport per l'efecte de la pressió de vent. En cap cas s'admetran cels rasos a la intempèrie amb possibles efectes de vent dins la cambra.

En el cas de cel rasos adherits amb perfils o amb pasta al sostre, l'assaig haurà de ser semblant al que es fa amb els revestiments de façana a través d'introduir una força de tracció a una placa metàl·lica adherida amb resina epoxi al cel ras. La tracció serà de **10 kf** (coeficient de seguretat inclòs).

3.3 Contingut de la fitxa de diagnosi

A mesura que s'omple la fitxa de diagnosi és marcaran en els plànols els punts de prospecció definitius on s'han fet cales o tret plaques i a la vegada s'assenyalaran els punts de prospecció on s'han fet assaigs de tracció

Hi haurà un full de la fitxa de diagnosi per cada planta amb el codi de cel ras corresponent, amb la superfície que ocupa i el número de lots per planta.

Per cada lot on obligatòriament s'ha de fer com a mínim una cala i un assaig a tracció en el cas dels cels rasos interiors o a tracció-compensació en el cas dels cels rasos exteriors. Si fer la cala no fos possible o no es donés per vàlida segons els criteris exposats anteriorment, **es substituirà la cala per un assaig de tracció.**

Primer és farà una relació de les patologies observades dins de la cambra interior del cel ras, d'acord amb la llista següent:

1. Trencament de revoltos
2. Presència d'instal·lacions recolzades en el cel ras, amb una sobrecàrrega superior als 10 kg/m² (lluminàries, tubs,...)
3. Ancoratges en mal estat o deformats (tacs i/o cargols), manca d'encastament dels tacs, deformació dels cargols, etc.
4. Tiges en mal estat o molt separades (separació > 1,25m)
5. Estructura auxiliar horitzontal en mal estat o aparentment deformada
6. Quan hi hagin càrregues superiors als 10 kg/m (cortines, lluminàries,...) sense ancoratge directa al forjat.
7. Altres.....

Cada lesió observada anirà acompanyada de la fotografia corresponent.

(Qualsevol lesió haurà de quedar reflectida a la fitxa d'inspecció).

Per cada lot dins d'una planta, a la fitxa d'inspecció per a la diagnosi, s'hi farà constar la qualificació del resultat dels assajos a tracció realitzats amb la qualificació d'**acceptable o no acceptable**, explicant en el cas de no acceptable quina n'és la causa, segons la taula que a continuació s'exposa:

- A. Arrencada de tacs
- B. Deformació apreciable de la tija o escorriment de la mateixa
- C. Deformació apreciable de l'estructura auxiliar horitzontal
- D. Despenjament de plaques
- E. Altres.....

Cada assaig no acceptable anirà acompanyat de la fotografia corresponent.

Un assaig de tracció no acceptable representa la no acceptació del lot que representa, en aquest cas es pot optar per fer més assaigs, és a dir dividir el lot en sub-lots, per a determinar si la no acceptabilitat és puntual o generalitzada dins del lot.

També s'hauran de marcar en els plànols les diferents cales on s'han observat patologies, i el llocs on s'han realitzat els assaigs de tracció que hagin donat "no acceptables".

4. FITXA RESUM DE DEFICIÈNCIES. CONCLUSIONS

Hi haurà una fitxa resum de les deficiències observades, una per edifici, on es farà un resum de totes les anomalies trobades en les inspeccions, amb la seva localització (planta i lot) i les recomanacions d'intervenció amb el seu termini.

Els resultats de les diferents visites realitzades per a la inspecció de reconeixement i la diagnosi del cel ras es recolliran en la fitxa resum de deficiències en forma de **conclusions**:

Sobre la inspecció visual de l'estat aparent del cel ras amb el recull de les lesions observades, situades en planta i lot (amb el número de les fotos del reportatge fotogràfic corresponent), diferenciant les lesions observades des de l'exterior o des de l'interior de la cambra. Per cada tipus de patologia és farà una recomanació del tipus d'intervenció a fer i el termini recomanat per fer-la.

El resum de patologies es farà per tipus d'acord amb la llista següent:

Lesions exteriors observades per fora del cel ras:

1. Bombaments o manca de planor, mesurats amb un regla de 2 m (la deformació màxima admissible serà de 5 mm)
2. Humitats (taques, eflorescències,...)
3. Despreniments de plaques
4. Taques d'òxid
5. Plaques trencades
6. Altres.....

Lesions observades dins la cambra del cel ras:

1. Trencament de revoltos
2. Presència d'instal·lacions recolzades en el cel ras, amb una sobrecàrrega superior als 10 kg/m² (lluminàries, tubs,...)
3. Ancoratges en mal estat o deformats (tacs i/o cargols), manca d'encastament dels tacs, deformació dels cargols, etc.
4. Tiges en mal estat o molt separades (separació > 1,25m)
5. Estructura auxiliar horitzontal en mal estat o aparentment deformada

6. Quan hi hagin càrregues superiors als 10 kg/m (cortines, lluminàries,...) sense ancoratge directa al forjat.
7. Altres.....

Sobre els punts de prospecció realitzats. Cada assaig no acceptable s'haurà de localitzar en planta i lot (amb el número de les fotos del reportatge fotogràfic corresponent). Per a cada tipus de patologia és farà una recomanació del tipus d'intervenció a fer i el termini recomanat per fer-la. Totes les intervencions a fer en l'estructura de suport del cel ras es dimensionaran amb un coeficient de seguretat de 3.

Els assaigs no acceptats es qualificaran en funció de la llista següent:

- A. Arrencada de tacs
- B. Deformació apreciable de la tija o escorriment de la mateixa
- C. Deformació apreciable de l'estructura auxiliar horitzontal
- D. Des penjament de plaques
- E. Altres.....

Per a tota la superfície de cel ras que no es objecte d'intervenció és determinarà un pla de manteniment preventiu a base d'inspeccions periòdiques. En la fitxa és determinarà quina ha de ser la periodicitat a escollir entre 2, 5 i 10 anys, i s'hi explicarà el per què.

4.1 Comentaris i Notes importants

Cada tècnic inspector haurà d'anar acompanyat en el moment de les prospeccions alhora de confeccionar la fitxa de diagnosi, per un oficial paleta que li faciliti l'execució de les cales o l'aixecament i nova col·locació de les plaques de cel ras quan aquest sigui registrable. També haurà de col·laborar en l'execució dels assaigs de tracció seguint les ordres del tècnic inspector.

El tècnic inspector haurà d'estar present durant els assaigs de tracció en el diferents punts de prospecció.

Sempre que es faci una cala i/o un assaig de tracció, hauria de quedar reflectida la seva situació en els plànols que acompanyaran la fitxa d'inspecció. En les cales fetes es deixarà una portella d'acord amb l'esmentat en la introducció per tant de facilitar noves inspeccions

Al voltant del punt d'aplicació de la càrrega es col·locarà una torreta portàtil per evitar que un possible arrencament dels ancoratges o trencament de les veles durant l'assaig de tracció pogués produir un col·lapse parcial del cel ras inspeccionat.

Notes importants:

En el cas de que les patologies observades o els resultats dels assaigs puguin representar un perill per a l'ús de la planta, aquest fet es posarà de forma immediata en coneixement de la propietat i es prendran les mesures de precaució necessàries, qualificant el resultat de la inspecció com a perillosa.

El lliurament de la feina a la propietat constarà de les fitxes emplenades de la inspecció exposades anteriorment, dels plànols utilitzats amb la identificació de les zones amb presència de cel ras, identificant els lots a cada planta i la localització de les cales i assaigs de tracció realitzats. Així com el reportatge fotogràfic que deixi constància de totes les anomalies observades tant visualment com pels resultats dels assajos realitzats.

1. FITXA DE DADES I DOCUMENTACIÓ

DADES GENERALS			
EDIFICI		Núm. referència:	
Emplaçament:	Codi postal	Municipi	
ENCÀRREC			
Empresa/ Propietari:	Persona de contacte:	Telèfon:	
Data encàrrec:	Data lliurament:		
INSPECCIÓ			
Persona contacte a l'edifici:		Telèfon:	
Operari oficial paleta:		Telèfon:	
Dates visites reconeixement:	Dates visites diagnosi:		
TÈCNIC INSPECTOR			
Nonmi cognoms:		Professió:	
Telèfon:	Correu electrònic:	Núm.col·legiat:	
DOCUMENTACIÓ FACILITADA			
Existeix Projecte: SÍ NO		Data Projecte:	
Altres documents (especificar):			

RESUM REVISIÓ DOCUMENTACIÓ		
Descripció dels tipus de cel ras existents per plantes i tipus:		
Descripció dels tipus de forjat:		
S'han tingut en compte en el cas de cels rasos continus les recomanacions d'ATEDY? SÍ NO		
Núm. plantes de l'edifici:	Núm. plantes amb cel ras:	Núm. diferents tipus cel ras:

2. FITXA DE REONEIXEMENT

TIPUS DE CEL RAS:		Codi:
DESCRIPCIÓ	Marcar tipus material del cel ras: ☐ Plaques escaiola ☐ Plaques de fibres ☐ Plaques guix laminat ☐ Plaques metàl·liques ☐ Plaques GRC ☐ Lames de PVC ☐ Altres:.....	Marcar el tipus de sistema de subjecció: ☐ Fix ☐ Adossat i/o adherit ☐ Desmuntable amb entramat vist ☐ Desmuntable amb entramat ocult ☐ Altres:.....

	INCONGRUÈNCIES ENTRE DOCUMENTACIÓ I ESTAT ACTUAL DE L'EDIFICI
	☐ Zona de sostre amb cels rasos que no apareix en documentació. I a l'inversa. ☐ Tipus de cel ras diferent al descrit a la documentació. (Caldrà modificar els plànols per poder realitzar les inspeccions de diagnosi)

*Número per poder localitzar-la en el plànol corresponent

Planta	Lot	Núm. de foto	Núm. de lesió *	Tipus de lesió	OBSERVACIONS

Incidències durant la inspecció:

Tipus lesió cara exterior cel ras:

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| 1. Bombaments | 4. Taques d'òxid |
| 2. Humitats | 5. Plaques trencades |
| 3. Despreniments de plaques | 6. Altres:..... |

3. FITXA DE DIAGNOSIS

PLANTA:	CODI:	SUPERFÍCIE CEL RAS:	NÚM. LOTS:
---------	-------	---------------------	------------

LOT:

*Núm. de foto

CALA:			CALA:			CALA:			CALA:			CALA:		
Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*
	No			No			No			No			No	
Quines:			Quines:			Quines:			Quines:			Quines:		
ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:		
Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí	
	No	*		No	*		No	*		No	*		No	*
Per què?			Per què?			Per què?			Per què?			Per què?		

LOT:

*Núm. de foto

CALA:			CALA:			CALA:			CALA:			CALA:		
Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*
	No			No			No			No			No	
Quines:			Quines:			Quines:			Quines:			Quines:		
ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:		
Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí	
	No	*		No	*		No	*		No	*		No	*
Per què?			Per què?			Per què?			Per què?			Pe rquè?		

LOT:

*Núm. de foto

CALA:			CALA:			CALA:			CALA:			CALA:		
Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*
	No			No			No			No			No	
Quines:			Quines:			Quines:			Quines:			Quines:		
ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:		
Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí	
	No	*		No	*		No	*		No	*		No	*
Per què?			Per què?			Per què?			Per què?			Per què?		

LOT:

*Nº de foto

CALA:			CALA:			CALA:			CALA:			CALA:		
Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*	Patologies	Sí	*
	No			No			No			No			No	
Quines:			Quines:			Quines:			Quines:			Quines:		
ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:			ASSAIG:		
Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí		Acceptable	Sí	
	No	*		No	*		No	*		No	*		No	*
Per què?			Per què?			Per què?			Per què?			Per què?		

Patologies dins la cambra del cel ras:

1. Trencament de revoltos
2. Presència d'instal·lacions recolzades en cel ras
3. Ancoratges mal estat (tacs i/o cargols)
4. Tiges en mal estat o molt separades (>1.25m)
5. Estructura auxiliar horitzontal en mal estat o deformada
6. Càrregues superiors a 10 kg/m
7. Altres:.....

No acceptació de l'assaig:

- A. Arrencada de tacs
- B. Deformació o escorriment de la tija
- C. Deformació de l'estructura auxiliar
- D. Despenjament de plaques
- E. Altres:.....

4. FITXA RESUM DEFICIÈNCIES

DEFICIÈNCIES	PL/ NÚM.LOT	FOTOS	RECOMANACIONS D'INTERVENCIÓ	TERMINI
☐ Lesions exterior cel ras				
1. Bombaments				
2.Humitats				
3. Despreniments de plaques				
4.Taques d'òxid				
5.Plaques trencades				
6.Altres				
☐ Lesions interior cel ras				
1. Trencament de revoltons				
2. Presència d'instal·lacions recolzades				
3. Ancoratges mal estat (tacs i/o cargols)				
4. Tiges en mal estat o molt separades (>1.25m)				
5. Estructura auxiliar horitzontal en mal estat o deformada				
6. Càrregues superiors a 10 kg/m				
7. Altres:				
☐ Assaig no acceptat				
A. Arrencada de tacs				
B. Deformació de la tija				
C. Deformació de l'estructura auxiliar				
D. Despenjament de plaques				
F. Altres				

Data nova inspecció: