



**EPS**

Escola Politècnica

**UdG**

Superior

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Arquitectura Tècnica

**Títol:** Localització d'armadures dins d'elements de formigó armat.

**Document:** Resum

**Alumne:** Judit Coll Cos

**Director/Tutor:** Maria Mercè Pareta Marjanedas

**Departament:** Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

**Àrea:** Construccions arquitectòniques

**Convocatòria (mes/any):** Setembre 2015

## Introducció

La termografia infraroja és un mètode d'avaluació no destructiu dels materials, que es basa en la llum infraroja de l'espectre electromagnètic, és la mesura superficial de les temperatures d'un objecte o cos. Per poder fer visible aquesta llum a l'ull humà s'utilitzen càmeres termogràfiques que recullen l'energia tèrmica (llum infraroja), després per la superfície d'un cos que la transforma en una senyal elèctrica a través d'un sensor tèrmic. Aleshores aquesta senyal és tractada per la càmera i el resultat visible a la pantalla és un mapa tèrmic de la superfície del cos estudiat.

## Objectius

Els principals objectius del treball són que mitjançant la termografia com a sistema de control de qualitat sense el contacte directe, poder localitzar en l'interior de les estructures de formigó, si existeix alguna deficiència de recobriments de l'armat i on està situat exactament i detectar possibles buits d'aire en l'interior.

Es proposa buscar un mètode eficaç per a poder localitzar la situació i disposició de les armadures dins l'element i detectar possibles defectes com els buits d'aire i la seva profunditat.

S'utilitzaran els sistemes actiu i passiu, que consisteix en provocar gradients tèrmics i els corresponents contrastos que ens ajuden a captar la radiació dels diferents materials. Cal dir que aquests sistemes no són destructius.

Per poder realitzar aquest treball es fabricaran provetes de formigó amb diferents ubicacions de les armadures a l'interior.

Tanmateix, se'n fabricaran amb defectes expressament volguts com, per exemple, els buits d'aire.

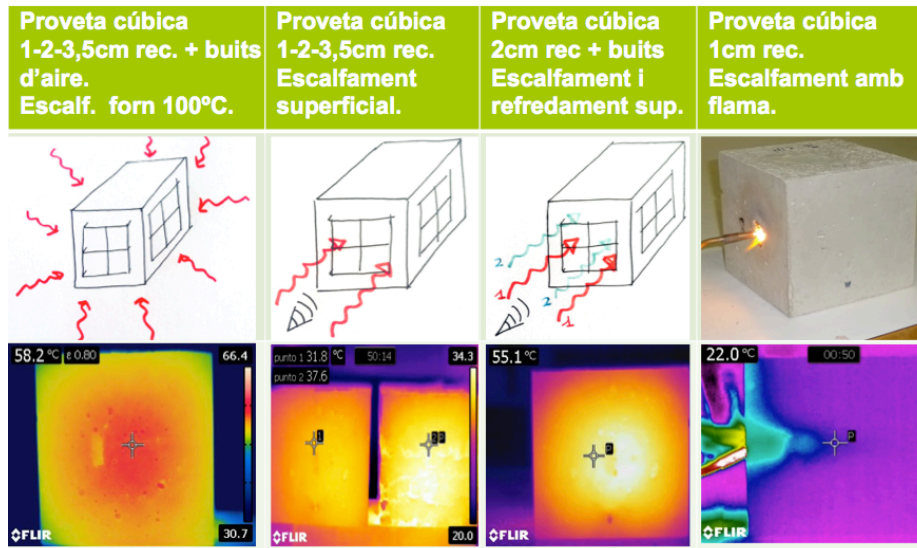
## Desenvolupament

Per arribar a un mètode el qual donés bons resultats, s'han realitzat molt assajos, els quals alguns d'ells no han donat els resultats esperats, però van ser el fil per continuar investigant i buscar un bon sistema per poder detectar les barres interiors.

Per realitzar els assajos s'han realitzat provetes, amb armat interior i buits d'aire. L'armat interior té diferents recobriments de 1-2cm els quals no estan regulats per l'EHE-08 i un altre de 3,5cm que si que està regulat.

### Sèrie 1:

En aquesta sèrie es realitzen provetes cúbiques de 15x15x15cm, aquestes són les estàndards pels assajos de formigó i s'adapten pel projecte. A l'interior d'aquestes hi ha armat i buits d'aire formats per boles de ping-pong.



En la prova 1, 2 i 3 no es detecta cap element interior, ja que aquestes s'escalfen al forn o amb una làmpada d'infraroigs. El problema és que el formigó aguanta molt la temperatura i no deixa veure els elements. Prova 4, finalment com que es va veure que el problema era el formigó, només es va escalfar l'armat interior mitjançant una flama. Aquest va donar bons resultats.

A l'hora es va veure que les provetes cúbiques no eren la millor opció, per aquest motiu es realitzen unes altres provetes de 30x40x8cm les quals intenten simular un mur. L'armat interior està format per acer de Ø8mm i Ø10mm, amb diferents tipus de recobrint, 1-2-3,5cm.

### Sèrie 2:

En aquesta sèrie s'utilitzen les provetes rectangulars de 1-2-3,5cm de recobrint.

En els assajos realitzats, s'ha aplicat l'escalfor amb la làmpada d'infraroigs, per la cara oposada que s'està termografiant. En la primera prova, escalfant pel darrera i termografiant per la cara amb menor recobrint, s'ha pogut detectar una zona amb menys temperatura, però no s'ha determinat amb certesa que és la barra.

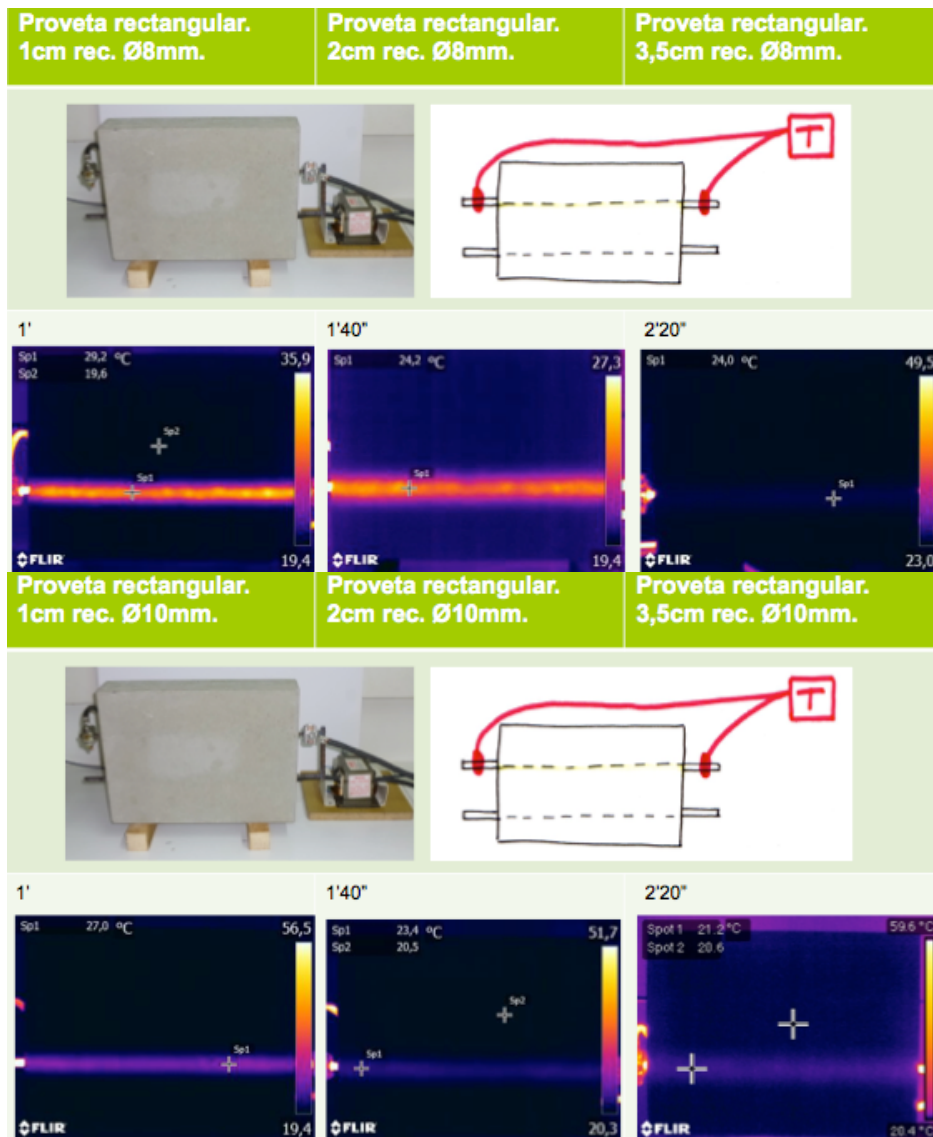
### Sèrie 3:

En aquesta sèrie s'utilitzen les provetes rectangulars de 1-2-3,5cm de recobriment.

En aquestes proves s'ha aplicat l'escalfor i s'ha termografiat per la cara del recobriment. En les proves de 1-2cm de recobriment s'ha pogut detectar una diferència de temperatura en la zona de les barres, però no era del tot concloent, ja que la posició horitzontal de la proveta amb la làmpada de petites dimensions no escalfava tota la zona. Per tant seguidament es fa la mateixa prova en posició vertical. Es pot veure com dona més bons resultats però no són clars i definits.

### Sèrie 4.1:

En aquesta sèrie s'utilitzen les provetes rectangulars de 1-2-3,5cm de recobriment. Com que les proves amb la làmpada infraroja no donaven els resultats esperats i s'havia vist que la millor opció era l'escalfor directa a la barra, en la següent prova s'han connectat les barres al corrent elèctric, com si d'una resistència es tractés.



Mitjançant el corrent elèctric s'han pogut observar en poc temps les barres a la superfície. Evidentment que com més recobriment té la barra i més secció, l'escalfor de la barra tarda més a arribar a la superfície. Aquest és un molt bon mètode.

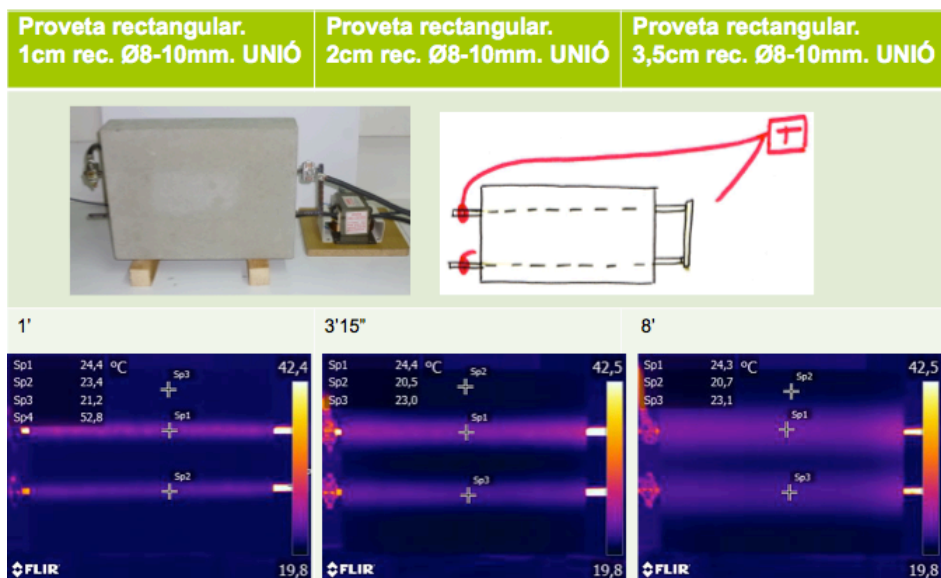
#### Sèrie 4.2:

En la següent prova es van unir les barres superiors amb les inferiors en una barra d'acer amb tocs de soldadura. En aquesta es volia observar si l'escalfor de la connexió de la barra superior es transmetia per transferència de calor per conducció.

Després d'aquesta prova, passats 3'40" la calor només ha recorregut 4cm i no ha arribat a la barra inferior.

#### Sèrie 4.3:

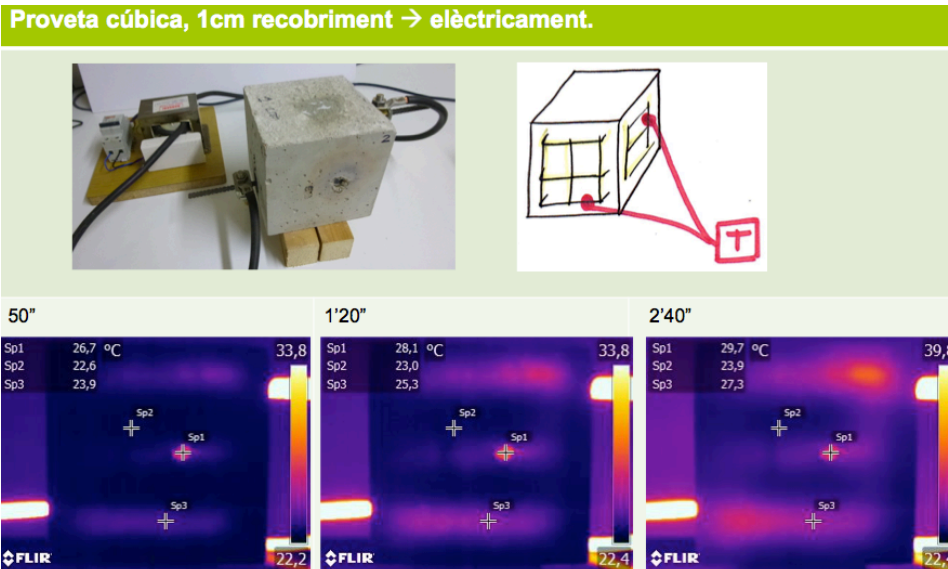
En aquesta sèrie s'utilitzen les provetes rectangulars de 1-2-3,5cm de recobriment. En aquesta prova s'aprofita la unió de les barres i es connecten de tal manera que formen un circuit.



En aquest assaig es pot veure que existeix diferència entre la barra superior de Ø8mm i inferior Ø10mm. La barra de 8mm s'escalfa més, ja que, al tenir menys secció passa més intensitat.

#### Sèrie 4.4:

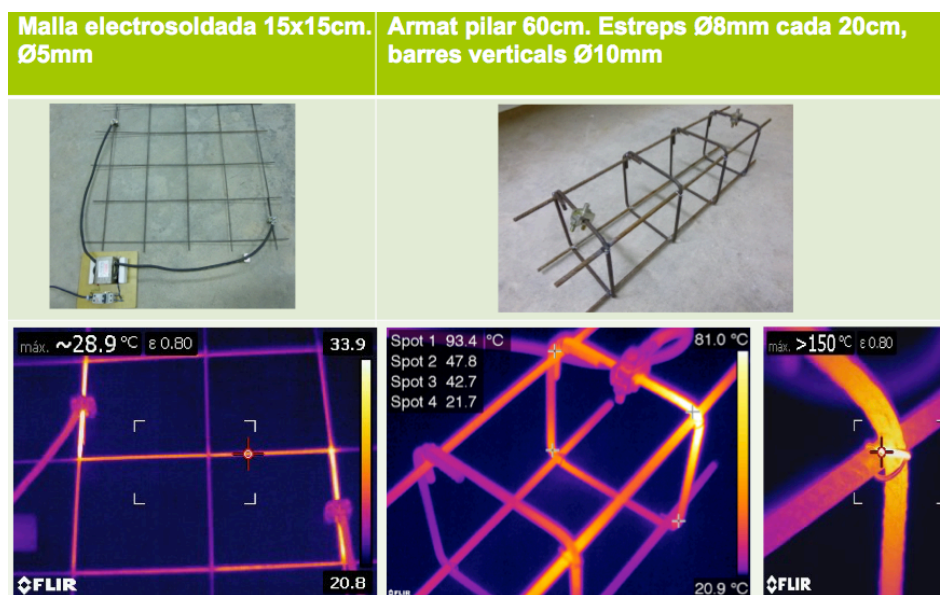
En aquest assaig s'utilitza una proveta cúbica amb 1cm de recobriment. Aquesta es connecta elèctricament per veure com passa el corrent per un armat.



Realitzada la prova es pot veure com les barres horitzontals es marquen de manera més intensa que les barres verticals. Això ens porta a estudiar el comportament de les unions i el pas del corrent.

#### Sèrie 4.5:

En aquesta prova es vol veure el comportament de les unions d'un armat. Primerament s'agafa una malla electrosoldada i es connecta elèctricament. Seguidament es munta un armat d'un pilar de longitud 60cm amb les unions lligades i soldades.



Mitjançant el corrent la malla electrosoldada no té cap problema per escalfar-se.

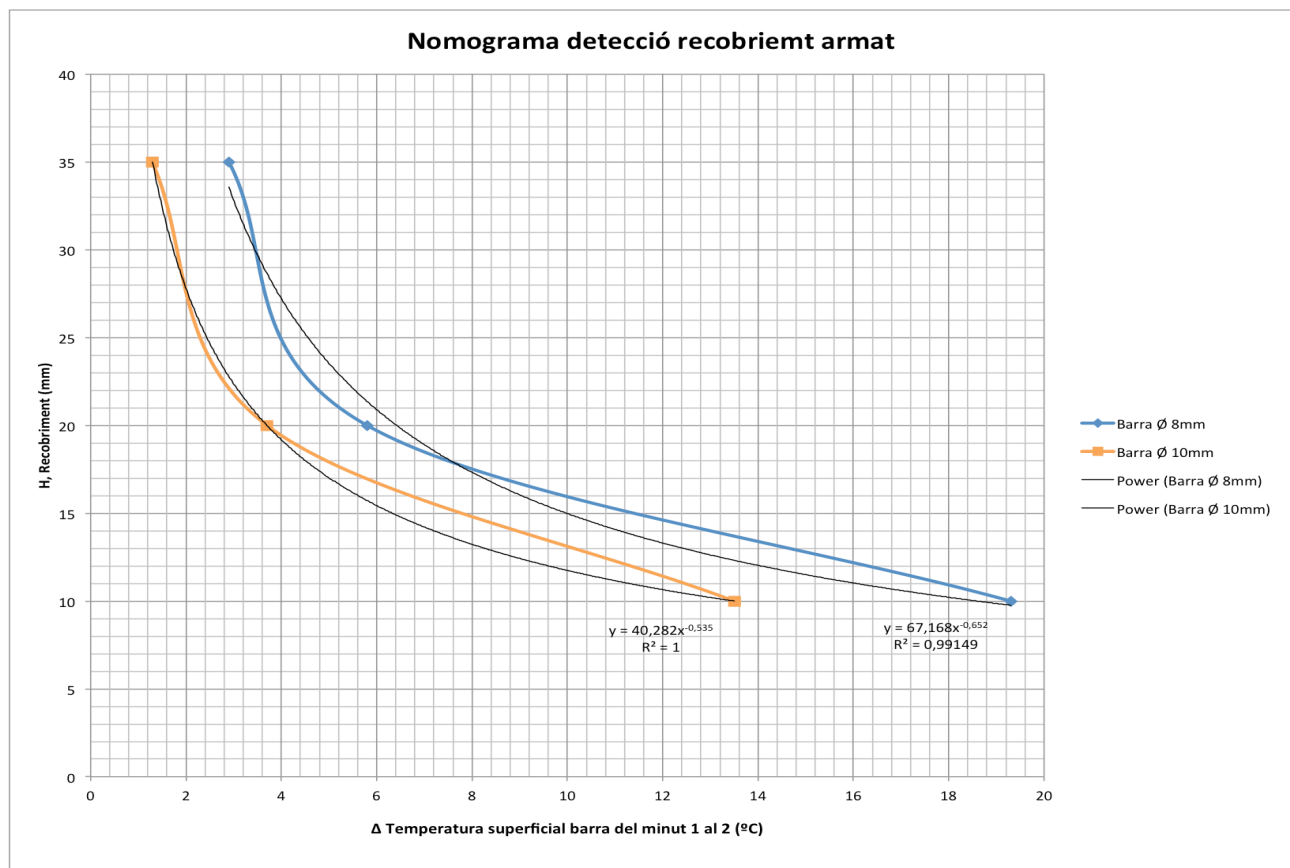
En canvi el pilar amb unions lligades amb filferro s'escalfen molt i les seves unions fan mal contacte.

Es segueix estudiant el mateix armat, però aquest cop per veure com pot afectar l'abocat del formigó dins l'element. Es simula que en una unió s'ha ficat un àrid i que aquest obstrueix el pas de corrent. Després de l'assaig s'ha pogut veure que la barra quasi no s'ha escalfat, es pensava que aquesta s'escalfaria ja que estava lligada amb altres estreps.

Finalment s'han fet tocs de soldadura en les unions i s'ha pogut veure com el corrent agafa el camí més fàcil que és el que està soldat.

## Conclusions

S'han extret els resultats de la prova amb corrent de cada barra individual. S'ha observat que cada minut la barra segons els seu diàmetre i recobriment augmentava una temperatura diferent. S'ha realitzat una gràfica el qual estima el recobriment, sabent la diferència de temperatura del minut 1-2 i el diàmetre de la barra.



És un sistema senzill i ràpid de realitzar a camp, amb una mínima actuació de l'element. Aquest sistema podria ser una bona tècnica d'inspecció per analitzar pilars, jàsseres..., o realitzar zones de murs o elements de grans dimensions i fer estimacions estadístiques.