

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coques al formigó armat vist

Document: Memòria projecte

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades

Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

AGRAÏMENTS

Un agraïment sincer a la meva tutora, la Sra. Maria Mercè Pareta, per la seva ajuda en tot aquest recorregut fet, en la seva disponibilitat en tot moment. Moltes gràcies.

Al Sr. Pere Bellvehí, gràcies per les facilitats donades, per la sinceritat i l'ajuda prestada, gràcies per la teva adaptabilitat horària. Moltes gràcies.

Un agraïment molt especial pel Sr. Joan Llorens, gràcies per tot aquest temps, gràcies per tot.

Agrair també al CECAM, al Sr. Jaume Espígol, per les opinions i coneixements transmesos, i al Sr. Agustí Pascual, com a tutor extern del treball, gràcies per tot, pel temps dedicat, per les opinions i consells donats.

Vull agrair a tots els professionals i empreses del sector que han col·laborat en el treball, en especial a l'empresa PROMSA, el Sr. Jordi Altet i el Sr. Jordi Llongariu, a l'empresa GIRMICA i al Sr. Josep Casaponsa, a Tallers Brosa i al Sr. Toni i a la Fusteria Jaume i al Sr. Jaume Co. Gràcies.

Al pare, perquè m'ho has donat tot per fer-ho, pel temps i la paciència, i per esperar que acabi per intentar rellevar-te. Per la mare, per creure que era possible i per ser-hi sempre. A l'Eva, per acompanyar-me i per totes les hores perdudes. Gràcies.

Per últim, a totes les persones que no he nombrat i que hi heu participat. Moltes gràcies.

ÍNDEX

1. Introducció	Pàg.1
1.1. Antecedents	Pàg.1
1.2. Objectiu general	Pàg.3
1.3. Metodologia	Pàg.4
2. Estat de la qüestió	Pàg.5
3. Configuració dels assajos	Pàg.7
3.1. Introducció	Pàg.7
3.2. Procediment	Pàg.26
3.3. Resultats	Pàg.40
3.4. Conclusions	Pàg.46
4. Metodologia dels assajos	Pàg.47
5. Procés experimental	Pàg.81
5.1. Estudi de l'incidència de l'encofrat, del (R_n) i dels elements intermitjos en l'acabat superficial Pàg.81	
5.1.1 Introducció	Pàg.80
5.1.2 Procediment	Pàg.85
5.1.3 Resultats	Pàg.92
5.1.4 Conclusions	Pàg.110
5.2. Estudi de l'incidència del producte desencofrant en l'acabat superficial	Pàg.112
5.2.1 Introducció	Pàg.112
5.2.2 Procediment	Pàg.121
5.2.3 Resultats	Pàg.129
5.2.4 Conclusions	Pàg.157
5.3. Estudi de l'incidència del nivell de freqüència del vibrador en l'acabat superficial	Pàg.158
5.3.1 Introducció	Pàg.158
5.3.2 Procediment	Pàg.165
5.3.3 Resultats	Pàg.169
5.3.4 Conclusions	Pàg.186
6. Anàlisi de resultats	Pàg.187
7. Conclusions finals	Pàg.206
8. Conclusions personals	Pàg.209
9. Futurs desenvolupaments	Pàg.211
10. Bibliografia	Pàg.212
Annexes	Pàg.216

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coqueres α formigó armat vist

Document: FIC d' [a 885

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades
Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció
Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

1. INTRODUCCIÓ

1.1 ANTECEDENTS

La construcció actual, està regulada per poder garantir uns nivells de qualitat del formigó en les diferents fases del procés, no obstant, en molts casos, els resultats finals no són els esperats. Aquests resultats, posen en dubte en algunes ocasions l'efecte de la regulació actual. Quant és necessària la fabricació d'elements de formigó armats per anar vistos a obra apareixen les patologies presents i conegudes actualment com a defectes d'acabat superficial. Aquests defectes, relacionats amb la qualitat del formigó i la seva posta a obra generen principalment les següents patologies:

Patologies del formigó armat vist

- *Nius de grava*
- *Tonificacions o variació de la tonalitat (estètiques)*
- *Pèrdua de beurada (menys compacitat)*
- *Defectes de vibrat*
- *Coqueres*

Nius de grava

Exposició de l'àrid gran en concentracions localitzades a partir de:

- *Aquest fet es produeix quant la pasta de ciment no cobreix la totalitat de la superfície de l'àrid.*

Tonificacions o variació de la tonalitat

Vetes presents a la superfície del formigó de tonalitats diferenciades a conseqüència de:

- *La variació de la relació a/c en funció de la variabilitat d'absorció de la utilització d'encofrats permeables, afavorint tonalitats fosques en absorcions altes obtenint relacions a/c baixes, i tonalitats clares, en absorcions baixes i relacions a/c que es mantenen pràcticament inalterades.*
- *Juntes de tonalitats diferenciades a conseqüència de la variació de l'amassada en la fase de formigonat i de la influència del temps en aquest període.*

- Variacions de tonalitats a conseqüència del curat del formigó, afectant l'exposició dels elements a efectes meteorològics.
- Variacions de tonalitat a conseqüència de modificacions en la dosificació del formigó en les diferents amassades.

Pèrdua de beurada

Exposició de l'àrid fi en concentracions localitzades a conseqüència de:

- Degut a la pèrdua de beurada a conseqüència de la tipologia de formigó i de la estanqueïtat de l'encofrat.

Defectes de vibrat

Poca compacitat dels diferents components, excés d'aire a la massa del formigó, reducció de la resistència, menys durabilitat, menys recobriment, menys unió del formigó a les armadures, major nombre de coqueres i empitjorament de l'estètica final a partir de:

- Introduir i treure el vibrador amb un excés de velocitat.
- Vibrar durant un temps superior al recomanat en un punt localitzat.
- Mantenir una distància superior al recomanat entre els diferents punts de vibrat.
- No aconseguir homogeneïtat entre capes d'abocat a conseqüència de la profunditat de vibrat.
- Utilitzar el vibrador per la col·locació i mobilitat del formigó.

Coqueres

Les coqueres segons la real acadèmia espanyola (RAE), es consideren com:

“Oquedad de poca extensión en la masa de una piedra”.

Tanmateix, podem afegir que: “Són forats que es manifesten en el formigó armat. Es tracta doncs, d'una zona que permet buida dins un sòlid, una particularitat que pot produir-se per condicions naturals o que pot generar-se de manera artificial”.

L'origen de les coqueries és una causa que a dia d'avui encara genera controvèrsia amb els diferents agents implicats en el procés. És una patologia preocupant que es manifesta molt habitualment i que en moltes ocasions s'ha determinat com habitual i acceptada en l'acabat final de l'element en qüestió. Les possibles causes de les coqueries es comenten seguidament:

- *Composició granulomètrica inadequada.*
- *Col·locació d'un formigó que ha perdut característiques reològiques.*
- *Abocat des de gran alçada.*
- *Vibrat. (compactació insuficient)*
- *Juntes d'encofrat no estanques.*
- *Encofrat.*
- *Productes desencofrants.*

Aquests fets, i aquestes incidències, són les que m'han portat a escollir aquest camí. El fet de que els pares regentin una empresa de construcció on uns dels serveis a oferir estigui basat en el formigó vist, m'ha portat a prendre la decisió de tractar aquest tema. Com s'ha comentat anteriorment, és un problema habitual i decebedor, un acabat que no se sap mai com sortirà generant frustració i preocupació.

Per aquests fets exposats i per les exigències més persistents que s'estan mostrant en la qualitat final de l'obra ens els darrers anys, s'ha cregut oportú estudiar-ho i analitzar-ho en el present treball.

1.2 OBJECTIU GENERAL

L'objectiu general d'aquest treball és: Com evitar les coqueries en el formigó. El que es pretén és definir, aplicar i interpretar els factors que generen les coqueries superficials en el formigó vist en obres de construcció. En definitiva, establir uns criteris d'actuació, que es puguin aplicar en el sector, i que permetin afrontar l'execució del formigó vist amb les màximes garanties de qualitat de l'acabat final.

A partir d'aquí, s'ha establert una metodologia de treball aplicada als diferents estudis i assajos a fer on mitjançant uns condicionants establerts s'intentarà garantir una correcta execució del procés.

1.3 METODOLOGIA

S'ha previst realitzar una campanya experimental modificant els diferents paràmetres que afecten a la qualitat del formigó, i analitzar els resultats obtinguts dels diferents factors amb una tipologia de formigó concreta. Es comptabilitzaran i s'intentarà definir la combinació correcte dels diferents factors que intervenen, per aconseguir o obtenir els millors resultats.

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coqueres α formigó armat vist

Document: GZ0 • caA ^ Áca > ^ • ca

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades
Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció
Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

2. ESTAT DE LA QÜESTIÓ

Els primers estudis rellevants a contemplar de defectes superficials daten del (1961), quant es va proposar a la comissió W.29, que escollís per començar un principal objectiu basat en la investigació i discussió d'un formigó de color uniforme i sense defectes de superfície.

La primera etapa dels treballs de la comissió, consistia en definir els defectes que es produïen i examinar a continuació els factors susceptibles de causar-los. Aquests factors, es basaven en els següents punts: Concepció i execució dels encofrats, característiques de les superfícies dels encofrats, productes desencofrants, components del formigó, dosificació dels components del formigó, amassat i transport, posta a obra i compactat, curat i protecció, i vigilància. Seguidament, es mostren les diverses investigacions realitzades basades en cada punt que formen l'informe nº5 de la comissió, juntament amb diversa bibliografia trobada sobre aquest factors.

Respecte a l'encofrat, el primer treball de la comissió realitzat prové de Bureau of Reclamation, (1940), on es mostrava que la utilització de superfícies d'encofrats absorbents, reduïa la formació de bombolles a la superfície del formigó. Tanmateix, els investigadors Kinnear i Herbery van aportar proves de que els encofrats de tauler de fibres aglomerants donaven menys bombolles que l'acer, el pvc o el contraxapat recobert amb poliuretà.

D'altra banda, sobre el mateix factor, el llibre [1] Calavera J. i altres (2000) *Aspectos visuales del hormigón*. (p.43) Madrid: INTEMAC comenta el següent: [...] *En cuanto a la distribución y cantidad de burbujas de aire en la superficie del hormigón, cuanto mayor es la absorción del encofrado el volumen de burbujas disminuye [...].* i (p.44) *Las superficies lisas concentran los volúmenes de aire, produciendo grandes burbujas, y las superficies rugosas distribuíen un mayor número de coqueries pero haciéndolas mas pequeñas, lo cual dará lugar a un efecto más favorable [...].*

Referent als productes desencofrants, de la mateixa comissió, l'investigador Kinnear, va trobar que els olis i les pintures tapaporus, asseguraven un color uniforme però provocaven en general un número superior de bombolles. D'altra banda, l'investigador Retting, va estimar, que les bombolles eren degudes a les gotes d'aigua que s'acumulaven sobre la superfície de l'encofrat amb oli.

També sobre els desencofrants, el llibre [1] Calavera J. i altres (2000) *Aspectos visuales del hormigón*. (p.45) Madrid: INTEMAC comenta el següent: *Las emulsiones de agua en aceite , o los aceites y productos químicos con agentes tensoactivos se han comportado adecuadamente, producen pocas burbujas y las variaciones de color són muy pequeñas, y prácticamente con todo tipo de encofrados.*

Del mateix informe de la comissió, si ens basem amb el punt relacionat amb la dosificació dels components, l'investigador Murphy, comenta que les dosificacions riques amb treballabilitat elevada són útils per eliminar les bombolles. Per altra banda, Adam, va comprovar que hi havia menys bombolles quant l'àrid utilitzat era més fàcil de mullar.

Finalment, pel que fa al compactat com a últim factor necessari per l'objecte del treball, s'ha trobat poca informació. L'informe de la comissió, en aquest cas, comenta que hi ha poques dades però que els investigadors Teychenne i Herbert, pensen que una vibració de freqüència elevada és preferible.

Respecte a aquest tema, el llibre [1] Calavera J. i altres (2000) *Aspectos visuales del hormigón*. (p.47) Madrid: IINTEMAC comenta el següent: *[...] La calidad del vibrador es especialmente importante en el hormigón visto. Recuérdese que la eficacia de un vibrador crece linealmente con la potencia y lo hace con el cuadrado de la frecuencia. 0,75C.V y 7000 r.p.m es el mínimo admisible en los casos ordinarios. [...].*

Fent referència al vibrat, també s'ha trobat que el llibre [4] Trüb U. (1977) *Superficies de Hormigón visto*. (p.121) Barcelona: Romargraf, SA. comenta el següent: *[...] Los vibradores potentes, de pequeña frecuencia y gran amplitud, son particularmente peligrosos en lo que conciere a este tipo de defectos superficiales [...].*

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coqueres de formigó armat vist

Document: H20 [} -ã ~ | a&5 Á^ | Áe • aq •

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades
Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció
Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

3. CONFIGURACIÓ DELS ASSAJOS

3.1 INTRODUCCIÓ

A partir del que s'ha comentat anteriorment en el *capítol 2 Objecte del treball*, s'ha establert una configuració inicial pels diferents assajos del treball a partir d'uns condicionants establerts, per aconseguir que aquests objectius proposats mostrin resultats.

Aquests condicionants, es basen en els següents punts:

- 1. *Tipus de proveta*
- 2. *Materials utilitzats*
- 3. *Procés de fabricació*
- 4. *Procés de formigonat*
- 5. *Procés de desencofrat*

1. Tipus de proveta

Una de les preocupacions que prenen més força a l'inici d'aquest treball, era precisament aquest punt. Des d'un primer moment, es creia que per començar aquest camí amb unes garanties fiables era important adaptar la situació el més propera possible a un procés real d'execució en una obra de construcció. Semblava evident, per tan, que la tipologia d'aquesta proveta havia de tenir unes dimensions prou importants per satisfer aquestes necessitats.

Valorant aquesta situació amb la tutora del treball, la Sra. Maria Mercè Pareta, amb el tutor extern el Sr. Agustí Pascual i amb el Sr. Pere Bellvehí del laboratori de la Universitat, s'han valorat els següents condicionants per definir la tipologia:

- *Elements de formigó vist*
- *Sistema d'abocat*
- *Sistema de vibrat*
- *Armat*
- *Capacitat del laboratori*

Una de les coses analitzades inicialment per definir la tipologia, ha estat pensar en els *elements de formigó vist* elaborats en obres d'edificació que tinguin una relació més important en l'estudi objecte del treball. Valorant això, els elements més indicats són els murs i els pilars.

Dimensions de la proveta

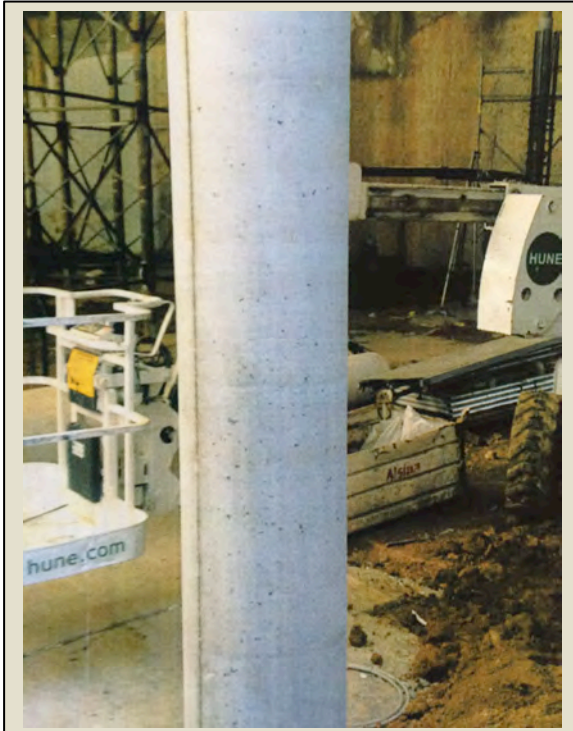
Pensant en aquests elements i les seves dimensions més habituals s'ha definit l'*amplada*. L'amplada habitual en murs sol ser d'entre 25 a 40 cms, i pel que fa als pilars, les dimensions solen moure's entre els 30 a 35 cm de secció quadrada o bé si són rectangulars entre 25 a 50 cms. S'ha pensat, que amb una amplada de 25 cm és suficient.

Aquesta amplada a més, també és suficient pensant en el *sistema de vibrat* i la *col·locació de l'armat*. Pel vibrat, pensant amb el diàmetre d'abast dels vibradors d'agulla més habituals sol ser de 25 a 30cm, per tan, es compleix en aquest sentit, i pel que fa al recobriment nominal de l'armadura, complint el mínim que en aquest cas per EHE-08 és de 25mm, queda com a part central lliure d'elements una amplada de 20cm, suficient per garantir una correcta execució d'aquests condicionants.

Pel que fa a *la llargada*, s'ha pensat que seria raonable tenir una proveta amb una secció rectangular, oferint d'aquesta manera més punts de vibrat i adaptat molt més a la realitat. L'amplada s'ha decidit que seria de 50cm.

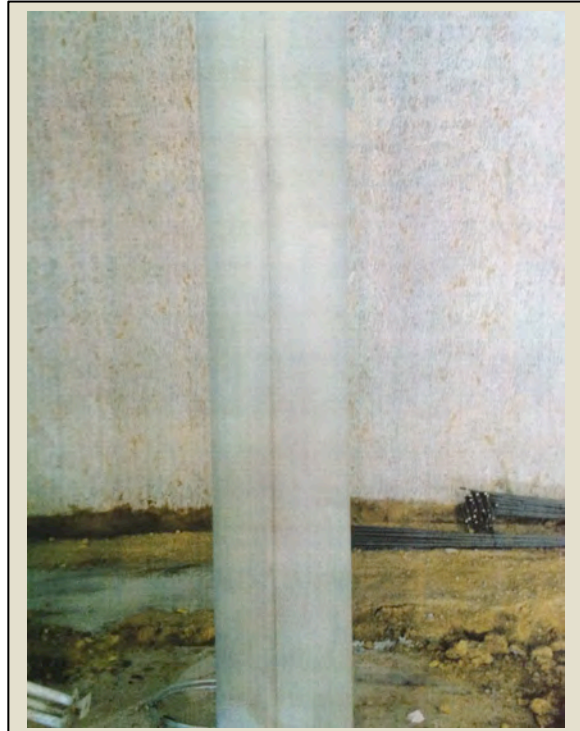
Per definir *l'alçada*, s'ha comentat que seria interessant tenir alçada dins uns límits, ja que en aquest cas la repercussió que pot tenir l'alçada d'abocat en l'acabat superficial no és objecte d'estudi. Tanmateix, però, aquest factor ha estat analitzat pel responsable de Qualitat de l'empresa PROMSA, el Sr. Jordi Altet i Torné, a una obra on ells mateixos subministraven el formigó. En aquest cas, però, es basava en un formigó auto compactant utilitzat pel formigonat d'uns pilars. L'abocat, en aquest cas, es feia directe de cubilot. Els resultats obtinguts en els pilars eren deficients, obtenint coqueres superficials ocupant gran part de la superfície del pilar. Seguidament, en un altre pilar es va provar de formigonar-ho introduint una mànega a l'interior del pilar incorporada al propi cubilot. Els resultats una vegada desencofrat van millorar considerablement pel que fa a nombre de coqueres, obtenint una superfície de qualitat.

Seguidament, es mostren dues imatges facilitades pel mateix Jordi Altet i Torné, on s'aprecia la diferència de qualitat dels pilars amb les dues tipologies d'abocat.



Imatge 3.1.1: Abocat sense mànega o tub interior.

Foto: Jordi Altet i Torné



Imatge 3.1.2: Abocat amb mànega o tub interior.

Foto: Jordi Altet i Torné

En el present treball, es va pensar que seria interessant adaptar l'alçada a un cas real, com per exemple podria ser un muret de tanca perimetral. Finalment, s'ha decidit que seria d'1 metre d'alçada.

Per tan, les dimensions totals de la proveta seran les següents:

- *Llargada: 50 cm*
- *Amplada: 25cm*
- *Alçada: 100 cm*

Textura de les cares

A banda de les dimensions de la proveta com a part imprescindible de l'estudi, hi ha una preocupació referent a la textura final de la proveta que es creu que també pot influir en la qualitat de l'acabat superficial. S'ha decidit, que s'utilitzaran dues tipologies de textures, una de rugosa i una de llisa per valorar aquesta incidència.

De les bibliografies consultades, el llibre [1] Calavera J. i altres (2000) *Aspectos visuales del hormigón*. (p.44) Madrid: INTEMAC comenta el següent: [...] *Las superficies lisas, concentran los volúmenes de aire produciendo grandes burbujas, y las superficies rugosas distribuyen un mayor número de coqueres pero haciéndolas mas pequeñas, lo cual dará lugar a un efecto más favorable [...]*.

Permeabilitat de les cares

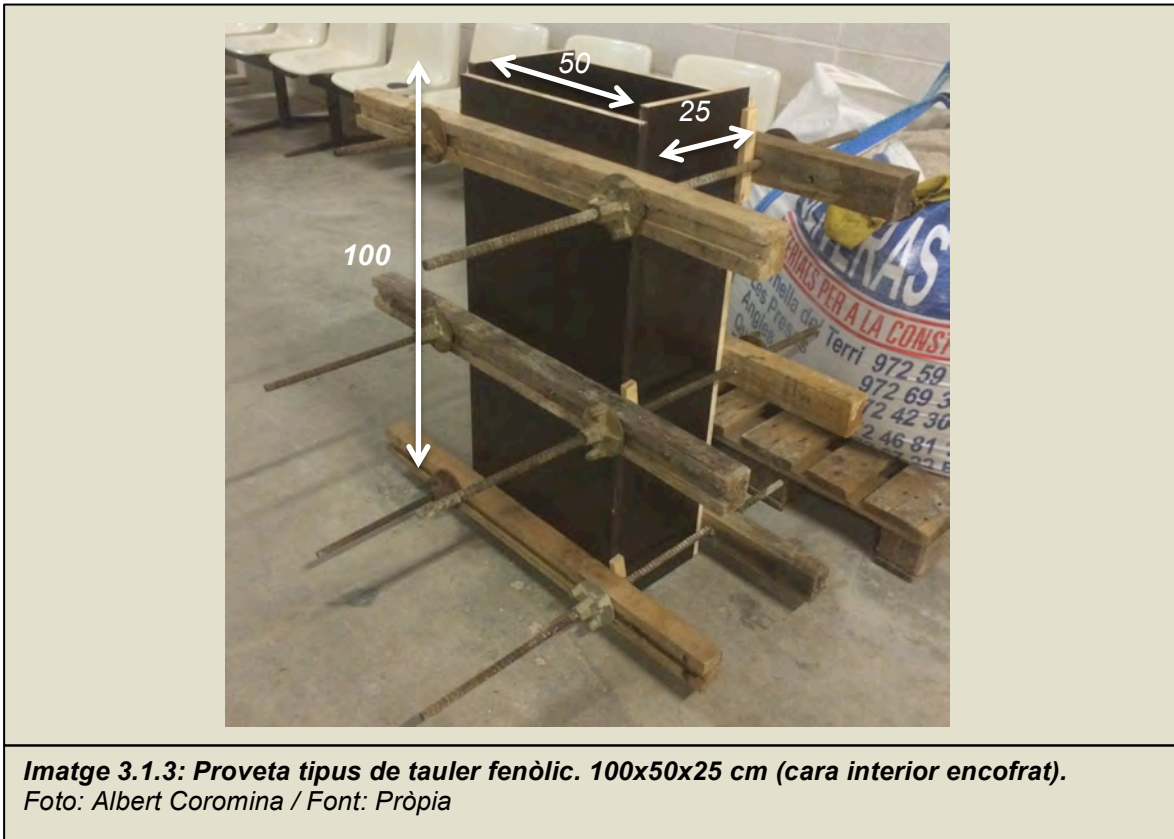
Un altra dels criteris adoptats per l'elecció de les cares, ha estat la seva permeabilitat, valorant aquesta part com a important pel que fa a la incidència en l'acabat final.

S'ha decidit, que una de les tipologies de cares utilitzades serà més absorbent que l'altra.

Sobre aquest tema, el mateix llibre [1] Calavera J. i altres (2000) *Aspectos visuales del hormigón*. (p.43) Madrid: INTEMAC comenta el següent: [...] *En cuanto a la distribución y cantidad de burbujas de aire en la superficie del hormigón, cuanto mayor es la absorción del encofrado el volumen de burbujas disminuye [...]*.

Capacitat del laboratori

Finalment, pensant en el volum de formigó necessari, amb la capacitat de la pastera i en l'espai necessari per realitzar el treball en condicions, és una de les preocupacions que prenen més força. Aquest fet, s'ha comentat amb la tutora, la Sra. Maria Mercè Pareta, el tutor extern, el Sr. Agustí Pascual Pinsach i el Sr. Pere Bellvehí aquest fet, i realment ho han vist com un motiu de preocupació. Tot i així, s'ha optat per provar-ho i després d'aquest assaig inicial decidir-ho.



2. Materials utilitzats

Per l'elecció dels materials utilitzats en aquest treball s'ha tingut en compte el següent:

- *Sistema d'encofrat*
- *Armat*
- *Formigó*

L'encofrat, és l'element que com a funció principal és la de donar un acabat final, d'assegurar l'estanqueïtat i resistència a fi d'evitar la fuga de beurada i deformacions no desitjades. Sent un element de tal importància per la seva elecció s'han considerat els següents criteris d'elecció:

- *Tipologia utilitzada actualment*
- *Propietats*
 - *Textura superficial*
 - *Permeabilitat*
 - *Duresa*
 - *Envelliment*

Tipologia utilitzada actualment

Per l'elecció del material, s'ha tingut en compte la tipologia més utilitzada actualment a les obres d'edificació. Per garantir la correcta elecció, s'han visitat diferents obres en construcció que realitza l'empresa constructora de la família de l'autor del present treball, i d'altres obres realitzades a les comarques gironines.

Vist això, s'ha observat que els materials més utilitzats són els següents:

- *Planxa o acer*
- *Contraxapat de fenòlic*
- *Tauler tricapa de fusta d'abet*

Propietats

Textura superficial

Si ens centrem en la textura del material, i tenint en compte el comentat anteriorment sobre aquesta propietat i la seva influència en les coques, s'ha valorat molt positivament que entre els tres materials, tinguem dues tipologies, l'acer i el tauler fenòlic com a textura llisa i el tauler tricapa de fusta d'abet com a textura rugosa.

Permeabilitat

El mateix ens passa amb la permeabilitat, ja que dels tres materials descrits, l'acer i el tauler fenòlic tenen una permeabilitat nul·la, l'acer per les seves propietats pròpies del material i el contraxapat fenòlic per l'aplicació d'una resina fenòlica d'acabat superficial durant la seva fabricació, per tan, podem considerar-los impermeables. En canvi el tauler tricapa, tot i passar per un procés controlat respecte a la humitat, té un grau d'absorció que tot i ser controlat en el seu procés de fabricació està entre el 10-12%.

Duresa

Sobre aquest tema, el mateix llibre [1] Calavera J. i altres (2000) *Aspectos visuales del hormigón*. (p.40) Madrid: INTEMAC comenta el següent: [...] *La dureza està relacionada con la vida útil, y por lo tanto a mayor dureza menor necesidad de reposición, lo cual en algunos casos evitará*

cambios en el aspecto exterior. Asimismo el envejecimiento irá cambiando la textura y color de la superficie [...].

Pensant en els materials més utilitzats, l'acer és el que es comporta millor, el que té una duresa superior i major vida útil, amb un número de reposicions que pot arribar fins a les 300 vegades.

Pel que fa al contraxapat de tauler fenòlic, el fet de portar el tractament superficial de resina fenòlica, millora la durabilitat fins a un número de reposicions que amb un manteniment adequat pot arribar fins a les 35.

El tauler tricapa de fusta d'abet, és dels tres materials, el que dona una duresa inferior i amb un número inferior de reposicions.

Envelliment

Sobre aquest tema, el mateix llibre [1] Calavera J. i altres (2000) *Aspectos visuales del hormigón*. (p.41) Madrid: INTEMAC comenta el següent: [...] *El envejecimiento afecta al color, y es especialmente importante en la madera, que sometida al efecto de la luz solar "amarillea" y produce hormigones más oscuros [...].*

Tal com comenta la bibliografia, l'envelliment és realment significatiu en la fusta, per tan en el tauler tricapa de fusta d'abet.

Per l'elaboració del treball s'ha optat per utilitzar les tres tipologies de materials descrits anteriorment:

- *Planxa o acer*
- *Contraxapat de fenòlic*
- *Tauler tricapa de fusta d'abet*

Materials



Imatge 3.1.4: Planxa de 3mm de gruix.

Foto: Desconeguda



Imatge 3.1.5 : Contraxapat de fenòlic.

Foto: Desconeguda



Imatge 3.1.6: Tauler tricapa de fusta d'aveç.

Foto: Desconeguda

Per l'elecció de l'armat, s'ha tingut en compte el següent:

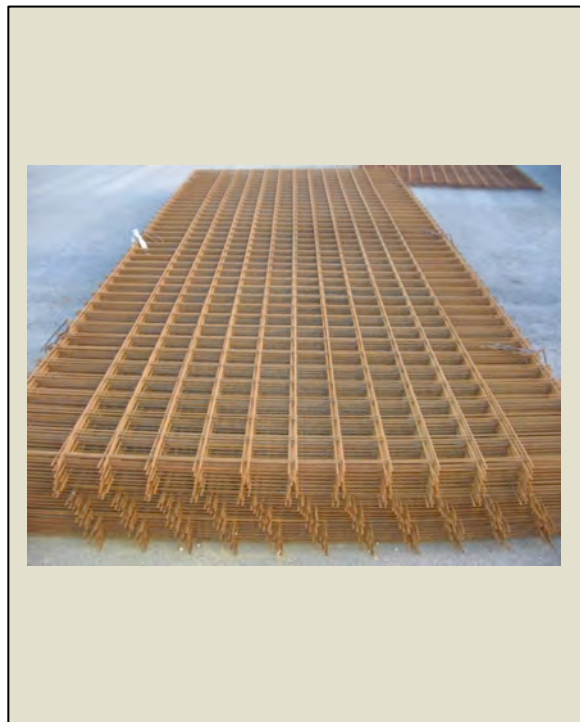
Per escollir la tipologia d'armat, en aquest cas, el més important era adaptar la proveta a un element executat a obra, per tan era important col·locar-hi armat per aconseguir reunir els mateixos condicionants i comportaments. Tanmateix, la funció principal en aquest cas, com armat no és la resistència, sinó que es basa a adaptar-ho a unes característiques reals. Per aconseguir això, l'armat escollit han estat dues malles 15x15 \varnothing 10 que formaran l'armat de cada proveta.

Aquesta malla s'ha obtingut directament d'una empresa subministradora, concretament l'empresa ARMALLATS de la Vall de Bianya del GRUP ARMANGUÉ.



Imatge 3.1.7 : Pila de Mallatzo.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.1.8: Mallatzo 15x15 d10.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

Pel que fa al *formigó* s'ha realitzat el següent:

En un primer moment, es va tenir clar que per realitzar aquest estudi s'hauria de partir d'una tipologia de formigó habitual i que a partir d'aquí, si fes falta, modificar alguns paràmetres. En aquest treball, s'ha optat per escollir la següent tipologia:

HA-25/B/20/IIa

L'obtenció de la matèria prima per l'elaboració del formigó, s'obtindrà directament de la planta de formigons d'HORPISA-PROMSA d'Olot, mitjançant camió formigonera.



Imatge 3.1.9 : Sitges exteriors de matèria prima

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.1.10 : Grava 4-10mm

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.1.11: Grava 10-20mm

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.1.12 : Tolva grava 4-10

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.1.13: Omplint camió formigonera

Foto: Desconeguda



Imatge 3.1.14: Matèria prima. Cement II/A-L 42,5 R

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.1.15: Matèria prima. Sorra 0-4mm

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.1.16: Matèria prima. Grava 4-10mm
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.1.17: Matèria prima. Grava matxuca 10-20mm
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.1.18: Matèria prima. Plastificant BASF-Pozzolith 475 N
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.1.19: Matèria prima. Superfluidificant Glenium ACE 425
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

3. Procés de fabricació

Encofrat

Per la formació de les provetes, es tindrà en compte els materials que faran la funció d'encofrat i que s'han descrit anteriorment, recordem-los: L'acer, el contraxapat de fenòlic i el tauler tricapa de fusta d'abet. Per tan, es fabricaran 3 tipologies de provetes, una per cada material.

Començant per la proveta de planxa, el sistema està format per dues planxes en forma de (L) de 3mm de gruix, reforçades amb passamans de 40x4mm col·locats horitzontalment i soldats formant dos encofrats units per barres roscades, a partir de femelles que una vegada muntat formen un sol motlle estanc de unes dimensions totals de 100x50x25cm.

Pel que fa la proveta de tauler fenòlic, ha estat fabricada a partir de dos talls de tauler fenòlic de 100x50cm formant els dos laterals i dos talls de 100x20cm formant els taps. Tanmateix, s'han collat tres travessers de fusta de 70x70cm de secció, repartits proporcionalment a cada part de la proveta de 100x50, amb un forat de $\varnothing 16\text{mm}$ a cada extrem per passar-hi per l'interior la barra roscada que farà de suport tan del tap com del conjunt del motlle, on a banda i banda de la barra s'hi roscarà la femella.

Finalment, pel tauler tricapa de fusta d'abet, serà el mateix sistema que el fenòlic, fabricat a partir de dos talls de tauler de fusta d'abet de 100x50cm formant els dos laterals i dos talls de 100x20cm formant els taps. Tanmateix, s'han collat tres travessers de fusta de 70x70cm de secció repartits proporcionalment a cada part de proveta de 100x50, amb un forat de $\varnothing 16\text{mm}$ a cada extrem per passar-hi per l'interior la barra roscada que farà de suport tan del tap com del conjunt del motlle on a banda i banda de la barra s'hi roscarà la femella.

Tallat i col·locació armat

Per adaptar l'armat a cada proveta, i partint d'una malla de 6x2,20m facilitada per la pròpia empresa subministradora comentada i descrita anteriorment, bàsicament calia adaptar-ho a les dimensions del motlle tenint en compte el recobriment nominal a banda i banda de l'encofrat. Per tan, sabent que l'amplada de la proveta és de 50cm, tallant l'armat a 45cm era suficient, deixant així un recobriment nominal de 25mm, el mínim establert per l'instrucció EHE-08.

Pel recobriment mínim, la norma [10] Comisión permanente del hormigón (2011) *Instrucción de hormigón estructural (Centro de publicaciones Secretaría General Técnica (5º ed.) Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de Fomento, comenta el següent:*

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

donde:

r_{nom} Recubrimiento nominal
 r_{min} Recubrimiento mínimo
 Δr Margen de recubrimiento, en función del nivel de control de ejecución, y cuyo valor será:

- 0 mm en elementos prefabricados con control intenso de ejecución
- 5 mm en el caso de elementos ejecutados *in situ* con nivel intenso de control de ejecución, y
- 10 mm en el resto de los casos

Tabla 37.2.4.1.a
 Recubrimientos mínimos (mm) para las clases generales de exposición I y II

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (t _p), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	<u>Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón</u>	<u>$25 \leq f_{ck} < 40$</u>	<u>20</u>	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	<u>Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón</u>	<u>$25 \leq f_{ck} < 40$</u>	25	35
		<u>$f_{ck} \geq 40$</u>	20	30

Es pot observar que la norma, el recobriment nominal (r_{nom}) mínim exigít és de 25mm.

Col·locació de separadors

Pel que fa la col·locació de separadors, només cal comentar que s'han obtingut directament d'un subministrador de materials de construcció ubicat a la població de Les Preses, que s'anomena OLIVERAS. També afegir que estan fabricats de PVC i que són específics per col·locar en armat vertical. (Veure imatge: 3.2.5).

Untat amb oli desencofrant

Per escollir el producte desencofrant, el fet de ser una prova inicial, s'ha optat per escollir un desencofrant del propi laboratori de la Universitat, apte per encofrat de planxa, concretament de la casa MAPEI tipus DMA 2000. Aquest producte, s'aplicarà mitjançant rodets a les parts centrals i brotxa a les cantonades, a tota la superfície de la planxa que estarà en contacte amb el formigó. (Veure imatge: 3.2.9).

Dosificació del formigó

Per aquest assaig inicial, serà necessària elaborar la dosificació facilitada per la planta de formigons a partir dels materials que la formen. La quantitat de cada component vindrà establerta en funció de les dimensions de l'encofrat, augmentant un 10% cada part per efectes del vibrat. Tanmateix, es separaran per amassades definides per la capacitat de la pastera (uns 0,04 m³), amb un total de 3 amassades que seran les necessàries per obtenir la capacitat total del motlle. Cada amassada, es pesarà per separat i es col·locarà en sacs previ al formigonat.

La dosificació necessària per 1m³ facilitada per la planta és la següent:

DOSIFICACIÓ PER 1M³. (HA-25/B/20/IIa)
155l Aigua
146 kg Úorra 04
148 kg Órava 04-10
735 kg Órava 10-20
327 kg iment II/A-L 42,5 R (ciments molins)
1,33 l Úlastificant (BASF-Pozzolith 475 N)
1,023 l Úuperplastificant (Glenium ACE 425)
Relació a/c: 0,56

Per cada proveta la dosificació necessària serà la següent:

DOSIFICACIÓ PER 1 PROVETA (0,125 M3)					
Materials	per 0,125 m3	Uts	10%	Total increment 10%	Uts
Aigua	19,38	l	1,94	21,32	l
Ciment	40,88	kg	4,09	44,97	kg
Sorra 04	143,25	kg	14,33	157,58	kg
Grava 04-10	18,50	kg	1,85	20,35	kg
Grava 10-20	91,88	kg	9,19	101,07	kg
Plastificant	0,17	l	0,02	0,18	l
Superfluidificant	0,13	l	0,01	0,14	l

4. Procés de formigonat

Abocat

Per l'abocat del formigó, s'ha considerat utilitzar el cubilot com a mitjà d'abocat, escollit principalment per utilitzar-se molt habitualment com a sistema d'abocat en obres d'edificació, per tan, aconseguint així un abocat real. També per la disponibilitat del cubilot, propietat de la família de l'alumne que realitza el treball i per l'adaptabilitat al laboratori ja que es disposa d'un pont grua amb una capacitat de càrrega suficient per realitzar l'abocat amb unes condicions i una metodologia utilitzada a les obres.

El fet de que l'elaboració del formigó es faci mitjançant la pastera del laboratori, apareix l'inconvenient de passar el formigó de la pastera al cubilot. Aquest fet, s'ha resolt retallant part del cubilot a una alçada suficient i justa per l'abocat directe de pastera, simulant l'abocat des de la canal del camió formigonera. L'abocat del formigó, s'ha fet amb tres vegades, (tres amassades) establertes per la capacitat de la pastera, aconseguint una alçada d'emplenat del motlle d'uns 30cm. Després de cada abocat, s'ha vibrat, garantint així un bon compactat i una correcta execució d'aquesta part.

En la metodologia utilitzada, per garantir i mantenir les mateixes condicions en els diferents formigonats del treball, s'ha decidit que l'abocat es realitzaria a una alçada aproximada d'entre 40 a 50 cm, raonable per fer un correcte i còmode abocat i evitar la disgregació del formigó.

Vibrat

Pel procés de vibrat del formigó, s'ha decidit fer-ho mitjançant vibrat interior a partir d'un vibrador d'agulla. S'ha escollit aquest sistema per ser molt habitual utilitzar-ho actualment en obres d'edificació, i a més per ser el més apropiat dels sistemes comercialitzats.

Una bibliografia consultada que parla sobre aquest tema, és *l'informe N°5 [9] del CIB W-29 (1973) Tolerancias sobre los defectos del aspecto del hormigón*, que comenta el següent: [...] *La vibración interna por medio de agujas es preferible a la vibración externa en el encofrado, [...]*.

Assaig con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2).

Aquest assaig, juntament amb el procediment de fabricació i conservació de provetes i l'assaig de ruptura per compressió, s'ha decidit realitzar-los bàsicament per tenir una seguretat de que el formigó utilitzat reuneix els requeriments establerts per normativa i que respon a la dosificació i tipologia de formigó utilitzat en cada assaig. Per tan, tot i no ser imprescindibles per l'objecte d'estudi d'aquest treball, s'ha cregut oportú tenir una informació del formigó aportant un valor i qualitat a la matèria prima emprada en el treball.

Per tan, s'ha cregut oportú trobar aquesta informació sense la necessitat de seguir pròpiament el procediment dels assajos marcats per les seves pròpies normes UNE.

En el cas del present assaig, de l'assentament del con d'Abrams, s'han utilitzat els utillatges del propi laboratori de la Universitat per realitzar l'assaig.

Fabricació i conservació de provetes segons UNE-EN 12390-2:2009.

Per la realització d'aquesta prova, s'han seguit les indicacions de la norma *UNE-EN 12390-2:2009 fabricació i conservació de provetes* que comenta el següent:

De la normativa consultada, la norma [10] Comisión permanente del hormigón (2011) *Instrucción de hormigón estructural* (Centro de publicaciones Secretaría General Técnica (5º ed.) Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de Fomento, comenta el següent: [...] *Una vez fabricadas las probetas, se mantendrán en el molde, convenientemente protegidas, durante al menos 16 horas y nunca más de tres días. Durante su permanencia en la obra no deberán ser golpeadas ni movidas de su posición y se mantendrán a resguardo del viento y del asoleo directo. En este período, la temperatura del aire alrededor de las probetas deberá estar comprendida entre los límites de la Tabla 86.3.2.b [...].*

Tabla 86.3.2.b

Rango de temperatura	f_{ck} (N/mm ²)	Período máximo de permanencia de las probetas en la obra
15 °C–30 °C	< 35	72 horas
	≥ 35	24 horas
15 °C–35 °C	Cualquiera	24 horas

5. Procés de desencofrat

El desencofrat, és una de les parts importants del procés, per garantir un acabat final de qualitat. Tot i que no hi ha cap norma que reguli aquest factor i els períodes de temps a esperar per un correcte desencofrat, es recomana que passin entre 2 i 5 dies

En aquest cas, s'ha parlat amb el Sr. Pere Bellvehí, i ha comentat que amb una trobada realitzada li havien dit que millor esperar 5 dies per evitar separar la capa superficial de fins del conjunt i tenir problemes d'acabat final.

De les bibliografies consultades, el llibre [2] García Á i altres (2011) *hormigón armado*.(p.53). (15ª edición) Barcelona: Gustavo Gili, S.L. comenta el següent: [...] *Se puede realizar cuando el hormigón tiene una rigidez suficiente [...] puede realizarse a las horas o a los pocos días de haber hormigonado [...].*

Tanmateix, el mateix llibre i la norma [10] Comisión permanente del hormigón (2011) *Instrucción de hormigón estructural (Centro de publicaciones Secretaría General Técnica (5º ed.) Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de Fomento, comenta el següent: [...]*

PLAZOS MÍNIMOS DE DESENCOFRADO Y DESCIMBRADO

<i>Temperatura superficial del Hormigón (°C)</i>	<i>>24°C</i>	<i>16°C</i>	<i>8°C</i>	<i>2°C</i>
<i>Encofrados verticales</i>	<i>9 horas</i>	<i>12 horas</i>	<i>18 horas</i>	<i>30 horas</i>
LOSAS				
<i>- Fondos de encofrado (desencofrado)</i>	<i>2 días</i>	<i>3 días</i>	<i>5 días</i>	<i>8 días</i>
<i>- Puntales (descimbrado)</i>	<i>7 días</i>	<i>9 días</i>	<i>13 días</i>	<i>20 días</i>
VIGAS				
<i>- Fondos de encofrado (desencofrado)</i>	<i>7 días</i>	<i>9 días</i>	<i>13 días</i>	<i>20 días</i>
<i>- Puntales (descimbrado)</i>	<i>10 días</i>	<i>13 días</i>	<i>18 días</i>	<i>28 días</i>

Finalment, s'ha decidit esperar 5 dies tal com havia comentat el Sr. Pere Bellvehí.

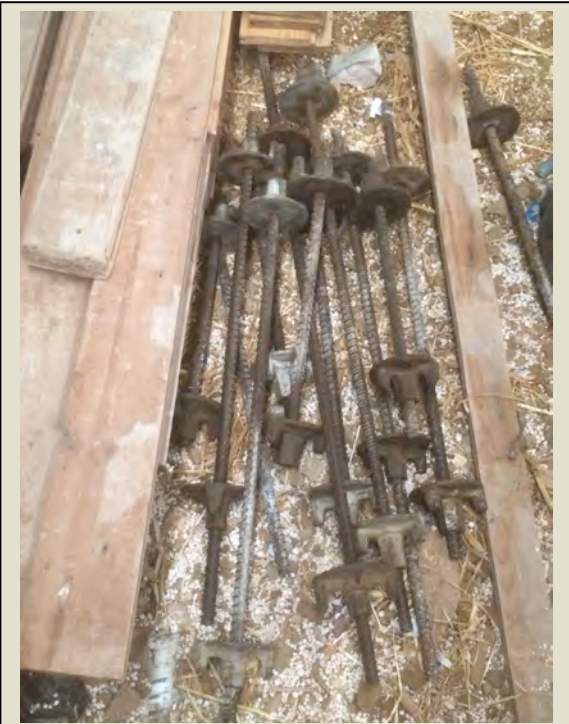
Seguidament, es mostra el procediment de prova de configuració dels assajos amb aquest assaig 1 inicial realitzat al laboratori.

3.2 PROCEDIMENT



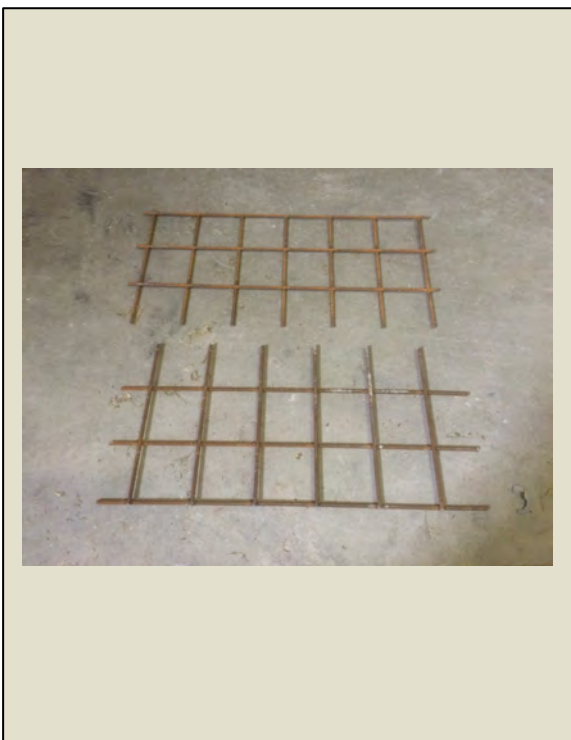
Imatge 3.2.1 : Planxa de 3mm de gruix.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.2: Perns de suport.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.3: Tallat d'armat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



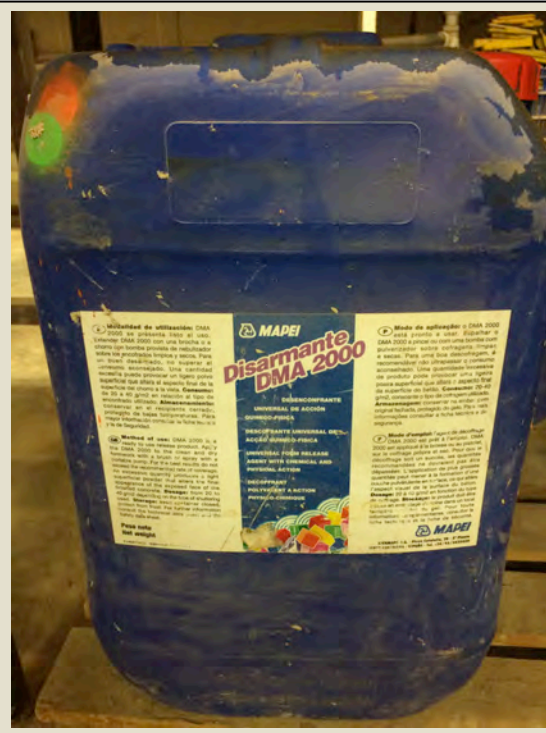
Imatge 3.2.4: Soldat amb elèctrodes.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.5: Col·locació de separadors homologats.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.6: Producte desencofrant d'oli mineral (MAPEI DMA 2000).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.7 : Oli desencofrant.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.8: Untat proveta amb oli desencofrant.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.9: Oli desencofrant aplicat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.10: Preparació dosificació per amassada. Pesada ciment II A-L 42,5.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.11 : Preparació dosificació per amassada. Pesada sorra 0-4mm.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.12: Preparació dosificació per amassada. Pesada grava 4-10mm.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.13: Preparació dosificació per amassada. Pesada grava 10-20mm.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.14: Col·locació amb sacs per separat.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.15: Visió general del procés.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



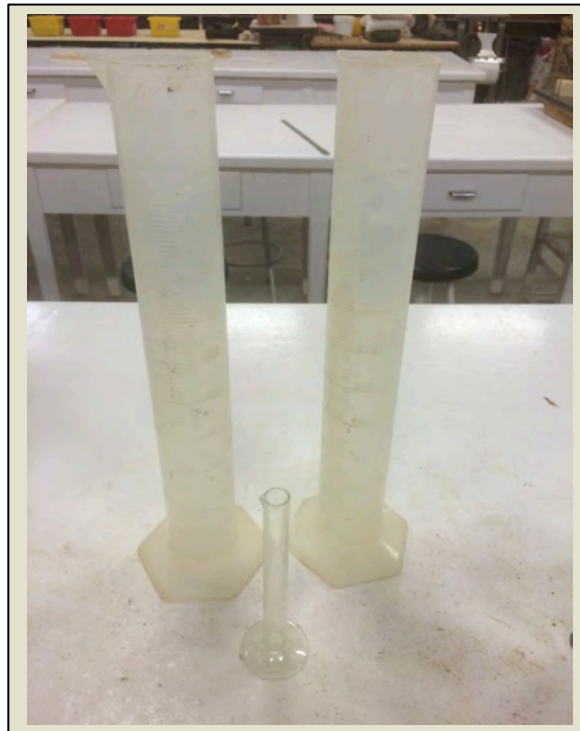
Imatge 3.2.16 : Preparació dels additius. Plastificant i superfluidificant.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.17: Plastificant BASF-Pozzolith 475 N.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.18 : Superfluidificant Glenium ACE 425.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.19: Preparació de l'aigua.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



**Imatge 3.2.20 : Preparació utilatge.
Proveta cúbica.**
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.21: Preparació con d'Abrams.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.22 : Preparació pastera.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.23: Preparació cubilot.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.24: Preparació vibrador.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.25: Preparació pont grua.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.26: Amassada (1).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.27: Amassada (1) poc homogènia.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.28: Assaig con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2). Consistència seca (0-2).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.29: Untat de proveta cúbica amb oli desencofrant.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.30: Fabricació de provetes segons UNE-EN 12390-2: 2009.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.31: Abocat amassada (1) amb cubilot.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Canvi relació a/c (aigua/ciment):

En (*l'amassada 1*), s'ha observat en primer lloc, que la massa no quedava homogènia a conseqüència d'una falta d'aigua. Vist això, s'ha procedit a comprovar la consistència a partir de l'Assaig del con d'Abrams per constatar aquest fet i comprovar realment quina consistència oferia. Com es pot apreciar a la (*imatge 3.2.28*), la consistència ha estat seca, obtenint un assentament de 0 cm, no complint d'aquesta manera la consistència tova que es pretenia aconseguir. El mateix moment, en Pere Bellvehí comentava que aquest fet sovint es produïa al laboratori, que era difícil obtenir els mateixos valors d'una dosificació donada de planta de formigons, adaptar-la al laboratori i obtenir els mateixos resultats.

En aquell moment, es va decidir que s'abocaria (*l'amassada 1*) amb consistència seca i que la següent, (*l'amassada 2*) modificariem la relació aigua-ciment (a/c), controlant la proporció d'aigua afegida i variant així la seva consistència, intentant obtenir valors de consistències toves. D'aquesta manera, aprofitaríem per analitzar també la repercussió que pot tenir a les coques una relació a/c més baixa i una de més alta.

Poca treballabilitat:

Tanmateix, es va observar que el fet de tenir una consistència seca, la treballabilitat era realment difícil, tan en l'abocat com en el vibrat. El més difícil, era que s'adaptés la massa de formigó al motlle i que el vibrat la repartís uniformement.

En la següent amassada, (*amassada 2*) doncs, es va decidir afegir 0,50l d'aigua dels 7,11l que s'havien d'afegir, tenint així un total de 7,61l, canviant la relació a/c dels 0,56 inicials als 0,60. Novament, es va comprovar la seva consistència per verificar en quins valors ens situàvem. L'assentament obtingut en aquest cas, va ser de 4,3 cm, situant-nos així dins les toleràncies de la consistència plàstica.

Després d'aquest pas, es va decidir abocar (*l'amassada 2*), observant que l'abocat havia millorat i el vibrat també, tot i que no era el millor per aconseguir una correcta execució.

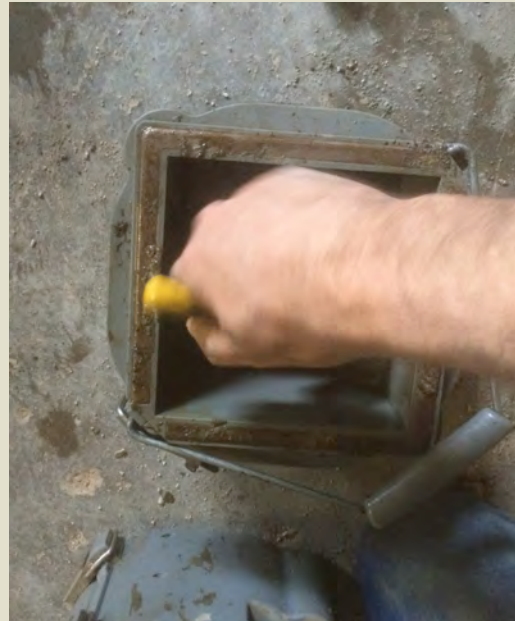
El fet que a l'inici de l'assaig les perspectives eren que amb la dosificació que teníem obtindríem una consistència al voltant 6-7cm, es va decidir novament canviar la relació d'aigua/ciment en (*l'amassada 3*) per intentar acostar-nos a aquests valors esperats inicialment. En aquest cas, partint dels 7,61litres de (*l'amassada 2*), es va decidir afegir 1,5 litres d'aigua de més, obtenint una relació a/c de 0,71. En aquell moment, es va veure, que es sobrepassava el límit establert per norma que es fixa en 0,62.

Tot i aquesta incidència, es va decidir abocar (*l'amassada 3*), ja que aquest assaig 1 ens el podem prendre com una prova inicial d'aprenentatge de cara a les proves que es farien seguidament.

Seguidament es mostra el procés comentat mitjançant imatges.



Imatge 3.2.33 : Assaig con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2). Consistència plàstica (3-5) Amassada 2.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



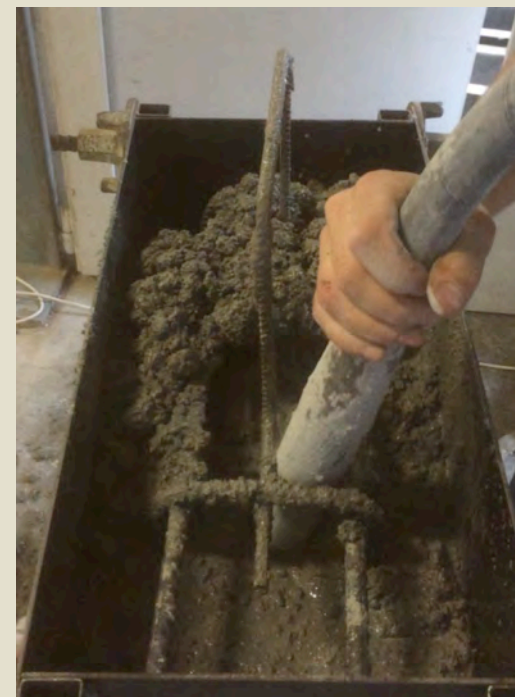
Imatge 3.2.34: Untat de proveta cúbica amb oli desencofrant.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.35: Abocat amassada (2) amb cubilot.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.36: Vibrat amassada (2).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.37 : Vibrat amassada (3).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.38: Formigonat amassada (3).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.39 : Regularització capa final amassada (3).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.40: Desencofrat (5 dies després).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.41 : Encofrat de planxa.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.42 : Fins de ciment adherits a l'encofrat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.43: Coqueres superficials coincidents amb els fins de ciment adherits a l'encofrat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.44: Fins adherits a l'encofrat coincidint amb les coqueres superficials.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.45: Coqueres superficials coincidents amb els fins de ciment adherits a l'encofrat.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.46: Canvi tonalitat coincidint amb el canvi de consistència de cada amassada.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.2.47: Canvi tonalitat amassada 2 i 3.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

3.3 RESULTATS

Com a resultats finals d'aquest *assaig*, els podem desglossar en 4 punts importants a destacar.

- *Capacitat productiva a laboratori*
- *Dosificació planta formigons-laboratori*
- *Desencofrat*
- *Canvi relació a/c i variació consistència*

Capacitat productiva laboratori:

Tal com s'ha comentat a la introducció, dies abans de fer aquest l'assaig, s'havia comentat amb la tutora, la Sra. Maria Mercè Pareta, el tutor extern, el Sr. Agustí Pascual Pinsach i el Sr. Pere Bellvehí aquest fet, i realment era motiu de preocupació pel volum que assoliria cada assaig. Tot i així es va optar per provar-ho.

En aquest *assaig 1* inicial, s'ha constatat el que s'ha comentat a l'inici del treball, una falta de capacitat productiva del laboratori quant les quantitats analitzades són d'un volum important. S'ha viscut un procés tan de preparació de la dosificació com de formigonat realment llarg i complicat per assolir una qualitat mínima del conjunt de l'assaig. El fet que en aquest assaig inicial finalment només s'hagi pogut formigonar la proveta metàl·lica quant el temps destinat a formigonar ha estat de 5 hores, realment ha fet replantejar les coses.

Valorant aquest fet, i pensant en el treball, en els assajos que inicialment estaven plantejats fer-se i en el volum de formigó que seria necessari, finalment s'ha decidit que el formigó es subministraria mitjançant camió formigonera i l'elaboració del formigó seria a la planta.

Pensant en l'emmagatzematge de les diferents provetes, en l'espai necessari i amb la disponibilitat del laboratori per fer un seguiment durant el treball, s'ha decidit que el formigonat, l'emmagatzematge i el seguiment es farà a un magatzem de la família de l'alumne que realitza el treball ubicat a la població de Les Preses.

Dosificació planta formigons-laboratori:

Un altra fet significatiu que ha fet que s'hagi optat per demanar el formigó directe de planta, ja comentat anteriorment en el procediment de l'assaig ha estat el canvi de la relació a/c i consegüentment la variació de la consistència del formigó. Aquesta incidència tan significativa, ha estat el factor determinant per decidir que en els propers assajos el subministrament del formigó seria directe de la planta de formigons a partir de camió formigonera.

Desencofrat:

Com s'ha comentat en el procediment de l'assaig, pel procés de desencofrat, s'ha esperat 5 dies per realitzar-se.

En el moment de la separació dels dos elements, ha aparegut la preocupació, a banda de l'important número de coqueres a tota la superfície del motlle i de dimensions diverses, el més preocupant era l'adherència dels fons de ciment a l'encofrat, coincidint amb les coqueres superficials de l'element de formigó. Aquest fet, no s'esperava, no s'esperava pel fet d'haver esperat 5 dies principalment per evitar això. (veure imatges: 3.2.41, 3.2.42, 3.2.43, 3.2.44).

Aquest fet, es va comentar amb el Sr. Agustí Pascual Pinsach, a la seu de cecam de Celrà, arribant a la conclusió que podria ser degut al fet d'esperar 5 dies a desencofrar i que l'efecte del desencofrant s'hagués reduït provocant l'adherència del ciment a l'encofrat en aquest període de temps.

Canvi relació a/c i variació consistència:

Pel que fa el canvi de la relació a/c i variació de la consistència, en un primer moment es comprova per superfície, que amb una consistència més fluida s'obté menor volum de coqueres que amb una de tova, fet molt interessant i a tenir en compte per propers assajos. (Veure imatges: 3.2.47).

Un altra defecte d'acabat final a destacar, tot i que no sigui objecte d'estudi d'aquest TFG però interessant de comentar, és el canvi de tonalitat del formigó separat per 3 parts molt ben marcades. Buscant informació sobre aquest tema, s'ha trobat que pot ser degut al canvi de

consistència del formigó, que amb una consistència més seca la tonalitat la tonalitat final és més i que amb una consistència més fluida més clara. (Veure imatges: 3.2.47).

Assaig de ruptura per compressió segons UNE-EN 12390-3:2009.

La nomenclatura utilitzada d'identificació de les **3 provetes** serà la següent: **ACPN**.

- **AC:** Assaig compressió
- **P:** Probeta
- **N:** Número amassada



Imatge 3.3.1: Conjunt de provetes de les 3 amassades. De baix cap a dalt i d'esquerra a dreta. (Amassada 1, 2 i 3).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.3.2: Trencament de la probeta AC.P1. Amassada 1.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.3.3: Proveta amassada 2 col·locada a la premsa ACP2.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.3.4: Trencament de la proveta ACP2.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.3.5: Proveta amassada 3 col·locada a la premsa ACP3.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 3.3.6: Trencament de la proveta ACP3.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

Càlcul

El sistema de càlcul, es realitzarà a partir dels passos i exigències de la instrucció *EHE-08*, de la norma *UNE-EN 12390-3:2009* i del valor en (tones) obtingut a l'assaig i que es mostra a l'arxiu .TXT. A més, s'aplicarà un coeficient de conversió facilitat per la norma per trobar el valor apte de la resistència final en N/mm^2 .

El primer pas a realitzar en el procés de càlcul, serà passar els valor de la força màxima obtingut en tones (T) a Newtons (N) de cada proveta.

Proveta ACP1:

$$46,19 \text{ t} \Rightarrow 46190 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} \Rightarrow 9,8 \text{ N}$$

$$46190 \text{ kg} \Rightarrow \mathbf{452662 \text{ N}}$$

Proveta ACP2:

$$67,74 \text{ t} \Rightarrow 67740 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} \Rightarrow 9,8 \text{ N}$$

$$67740 \text{ kg} \Rightarrow \mathbf{663852 \text{ N}}$$

Proveta ACP3:

$$67,07 \text{ t} \Rightarrow 67070 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} \Rightarrow 9,8 \text{ N}$$

$$67070 \text{ kg} \Rightarrow \mathbf{657286 \text{ N}}$$

Seguidament, relacionem la força obtinguda en funció de la superfície de la proveta, que en tots els casos el fet de ser una proveta cúbica de 15cm d'aresta la superfície en mil·límetres serà de $150 \times 150 = 22500 \text{ mm}^2$.

Per tan, aplicant aquest operació s'obtindrà el següent resultat:

$$\text{Proveta ACP1: } 452662 \text{ N} / 22500 \text{ mm}^2 = \mathbf{20,12 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Proveta ACP2: } 663852 \text{ N} / 22500 \text{ mm}^2 = \mathbf{29,50 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Proveta ACP3: } 657286 \text{ N} / 22500 \text{ mm}^2 = \mathbf{29,21 \text{ N/mm}^2}$$

El resultat obtingut, correspon a la resistència a compressió obtinguda de l'assaig.

Aquesta resistència, seguidament s'ha de transformar en una resistència normalitzada que s'obtindrà a partir de multiplicar els valors anteriors de $20,12 \text{ N/mm}^2$, $29,50 \text{ N/mm}^2$ i $29,21 \text{ N/mm}^2$, pel coeficient de conversió de la *taula 86.3.2.a* de la instrucció EHE-08. Per tan, els valors finals de resistència a compressió normalitzats s'obtindran de la següent operació:

$$\text{Coef. conversió} = \mathbf{0,90}$$

$$\text{Proveta ACP1: } 20,12 \text{ N/mm}^2 \times 0,90 = \mathbf{18,11 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Proveta ACP2: } 29,50 \text{ N/mm}^2 \times 0,90 = \mathbf{26,55 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Proveta ACP3: } 29,21 \text{ N/mm}^2 \times 0,90 = \mathbf{26,29 \text{ N/mm}^2}$$

Valorant els resultats, en aquest cas es pot observar que la resistència a compressió obtinguda de la proveta ACP1 no assoleix els 25 N/mm^2 , però que en la resta de provetes, la ACP2 i la ACP3 els valors finals estan dins els mínims que ens marca la instrucció EHE-08 per les característiques del formigó utilitzat. El resultats de la proveta ACP1 eren previsibles pel fet de la consistència i la homogeneïtat obtinguda a l'amassada 1.

3.4 CONCLUSIONS

- *Com a conclusions finals d'aquest assaig 1 inicial, es pot certificar que el problema de les coqueries superficials és evident, que és un problema real, que es manifesta i que és preocupant.*
- *Tanmateix, com s'ha comentat anteriorment en els resultats, es creu que en propers assajos el temps de desencofrat ha de ser menor, per comprovar l'adherència del ciment a l'encofrat.*
- *D'altra banda, cal comentar que el canvi de relació a/c i modificació de la consistència del formigó s'observa que pot afectar a les coqueries superficials, ja que a la part superior del motlle, on la consistència era més fluida, s'han reduït el nombre de coqueries, per tan serà motiu per valorar-ho en assajos posteriors.*

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coqueres de formigó armat vist

Document: I

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades

Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

4. METODOLOGIA DELS ASSAJOS

A partir del comentat en el *capítol 3 Configuració dels assajos* i dels resultats obtinguts en l'*assaig 1 inicial* on s'ha decidit finalment que la fabricació del formigó es farà a planta i el subministrament mitjançant camió formigonera, s'ha establert una metodologia de treball aplicada als diferents estudis i assajos a fer on mitjançant els condicionants establerts a la configuració dels assajos i algun que s'ha afegit, s'intenta garantir una correcta execució.

- 1. *Tipus de proveta*
- 2. *Materials utilitzats*
- 3. *Procés de fabricació*
- 4. *Procés de formigonat*
- 5. *Procés de desencofrat*
- 6. *Comptabilització de les coques*
- 7. *Procés de curat*
- 8. *Assaig de ruptura a compressió*

1. Tipus de proveta

Pel que fa a la tipologia de proveta, es seguirà el que s'ha establert en el *punt 1 de la Introducció del capítol 3 Configuració dels assajos*.

Recordem que les dimensions establertes de cada proveta són les següents:

- *Llargada: 50 cm*
- *Amplada: 25cm*
- *Alçada: 100 cm*

2. Materials utilitzats

En aquest cas, també s'ha mantingut l'establert en el *punt 2 de la Introducció del capítol 3 Configuració dels assajos*.

Si ho recordem, com a material d'encofrat s'ha optat per utilitzar les tres tipologies següents:

- *Planxa o acer*
- *Contraxapat de fenòlic*
- *Tauler tricapa de fusta d'abet*

Pel que fa l'armat, si ho recordem, s'ha optat per escollir dues malles 15x15 ø 10 que formaran l'armat de cada proveta.

Pel que fa al *formigó*, el fet de modificar el sistema de fabricació i el transport no implica cap canvi, ja que en la realització de *l'assaig 1*, la matèria prima per elaborar-lo s'havia obtingut directament de la mateixa planta de formigons. Per tan, el formigó escollit es manté sent un tipus:

HA-25/B/20/IIa

La dosificació necessària per 1m³ facilitada per la planta és la següent:

DOSIFICACIÓ PER 1M³. (HA-25/B/20/IIa)
<i>155l aigua</i>
<i>146 kg sorra 04</i>
<i>148 kg grava 0410</i>
<i>735 kg grava 1020</i>
<i>327 kg ciment II/A-L 42,5 R (ciments molins)</i>
<i>1,33 l plastificant (BASF-Pozzolith 475 N)</i>
<i>1,023l superplastificant (Glenium ACE 425)</i>
<i>Relació a/c: 0,56</i>

Per una proveta la dosificació necessària serà la següent:

DOSIFICACIÓ PER 1 PROVETA (0,125 M3)					
Materials	per 0,125 m3	Uts	10%	Total increment 10%	Uts
<i>aigua</i>	19,38	<i>l</i>	1,94	21,32	<i>l</i>
<i>ciment</i>	40,88	<i>kg</i>	4,09	44,97	<i>kg</i>
<i>sorra 04</i>	143,25	<i>kg</i>	14,33	157,58	<i>kg</i>
<i>grava 04-10</i>	18,50	<i>kg</i>	1,85	20,35	<i>kg</i>
<i>grava 10-20</i>	91,88	<i>kg</i>	9,19	101,07	<i>kg</i>
<i>plastificant</i>	0,17	<i>l</i>	0,02	0,18	<i>l</i>
<i>superplastificant</i>	0,13	<i>l</i>	0,01	0,14	<i>l</i>

3. Procés de fabricació

Encofrat

Per la formació de les provetes, es tindrà en compte els materials que faran la funció d'encofrat i que s'han descrit en *punt 2 de la Introducció del capítol 3 Configuració dels assajos*, recordem-los: L'acer, el contraxapat de fenòlic i el tauler tricapa de fusta d'abet. Per tan, es fabricaran 3 tipologies de provetes, una per cada material.

Començant per la proveta de planxa, el sistema està format per dues planxes en forma de (L) de 3mm de gruix, reforçades amb passamans de 40x4mm col·locats horitzontalment i soldats format dos encofrats units per barres roscades a partir de femelles que una vegada muntat, formen un sol motlle estanc d'unes dimensions totals de 100x50x25cm. (*Veure imatges: 4.19*).

Pel que fa la proveta de tauler fenòlic, ha estat fabricada a partir de dos talls de tauler fenòlic de 100x50cm formant els dos laterals i dos talls de 100x20cm formant els taps. Tanmateix, s'han collat tres travessers de fusta de 70x70cm de secció repartits proporcionalment a cada part de la proveta de 100x50, amb un forat de $\varnothing 16$ mm a cada extrem per passar-hi per l'interior la barra roscada que farà de suport tan del tap com del conjunt del motlle, on a banda i banda de la barra s'hi rosca la femella. (*Veure imatge: 4.20*).

Finalment, pel tauler tricapa de fusta de d'avet, serà el mateix sistema que el fenòlic, fabricat a partir de dos talls de tauler de fusta d'avet de 100x50cm formant els dos laterals i dos talls de 100x20cm formant els taps. Tanmateix, s'han collat tres travessers de fusta de 70x70cm de secció repartits proporcionalment a cada part de proveta de 100x50, amb un forat de $\varnothing 16\text{mm}$ a cada extrem per passar-hi per l'interior la barra roscada que farà de suport tan del tap com del conjunt del motlle on a banda i banda de la barra s'hi roscarà la femella. (Veure imatge: 4.21).

Tallat i col·locació armat

Per adaptar l'armat a cada proveta, i partint d'una malla de 6x2,20m facilitada per la pròpia empresa subministradora comentada i descrita en *punt 2 de la Introducció del capítol 3 Configuració dels assajos*, bàsicament calia adaptar-ho a les dimensions del motlle tenint en compte el recobriment nominal a banda i banda de l'encofrat. Per tan, sabent que l'amplada de la proveta és de 50cm, tallant l'armat a 45cm era suficient, deixant així un recobriment nominal de 25mm, el mínim establert per l'instrucció EHE-08. (Veure imatge: 4.8, 4.27, 4.28).

El recobriment mínim, la norma [10] Comisión permanente del hormigón (2011) *Instrucción de hormigón estructural* (Centro de publicaciones Secretaría General Técnica (5º ed.) Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de Fomento, comenta el següent:

$$r_{\text{nom}} = r_{\text{min}} + \Delta r$$

donde:

r_{nom}	Recubrimiento nominal
r_{min}	Recubrimiento mínimo
Δr	Margen de recubrimiento, en función del nivel de control de ejecución, y cuyo valor será:
0 mm	en elementos prefabricados con control intenso de ejecución
<u>5 mm</u>	<u>en el caso de elementos ejecutados <i>in situ</i> con nivel intenso de control de ejecución, y</u>
10 mm	en el resto de los casos

Tabla 37.2.4.1.a
Recubrimientos mínimos (mm) para las clases generales de exposición I y II

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (t _p), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	<u>Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón</u>	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	<u>Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón</u>	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Es pot observar que la norma, el recobriment nominal (rnom) mínim exigít és de 25mm.

Col·locació de separadors

Pel que fa la col·locació de separadors, tal com s'ha comentat en el *punt 2 de la Introducció del capítol 3 Configuració dels assajos*, només cal comentar que s'han obtingut directament d'un subministrador de materials de construcció ubicat a la població de Les Preses, que s'anomena OLIVERAS. També afegir que estan fabricats de PVC i que són específics per col·locar en armat vertical. (Veure imatge: 4.26).

Untat amb oli desencofrant

Per escollir el *producte desencofrant*, a diferència de l'*assaig 1 inicial* s'ha optat per utilitzar un producte recomanat per una casa comercial distribuïdora a la província de Girona i apte per a tots els encofrats en general, concretament de la casa DOSMAR i amb una composició basada amb olis minerals. Aquest producte, s'aplicarà mitjançant rodets a les parts centrals i brotxa a les cantonades, a tota la superfície de l'encofrat que estarà en contacte amb el formigó. (Veure imatge: 4.16, 4.17, 4.18).

Seguidament, es mostra el procés de fabricació complet de les 3 tipologies de provetes apunt per formigonar.



Imatge 4.1: Preparació material d'encofrat (planxa de 3mm de gruix).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.2: Preparació material d'encofrat (tauler fenòlic de 18mm de gruix).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.3: Preparació material d'encofrat (tauler de pi flandes de 20mm de gruix).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.4: Preparació travessers de fusta.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.5: Muntatge motlle fenòlic.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.6: Muntatge motlle tauler.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



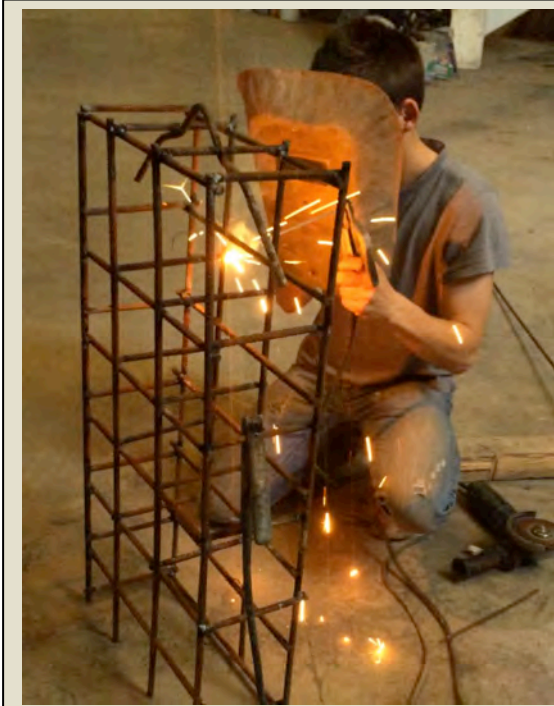
Imatge 4.7: Malla 15x15 Ø 10 marcada amb guix.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.8: Tallat de malla dimensions proveta.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



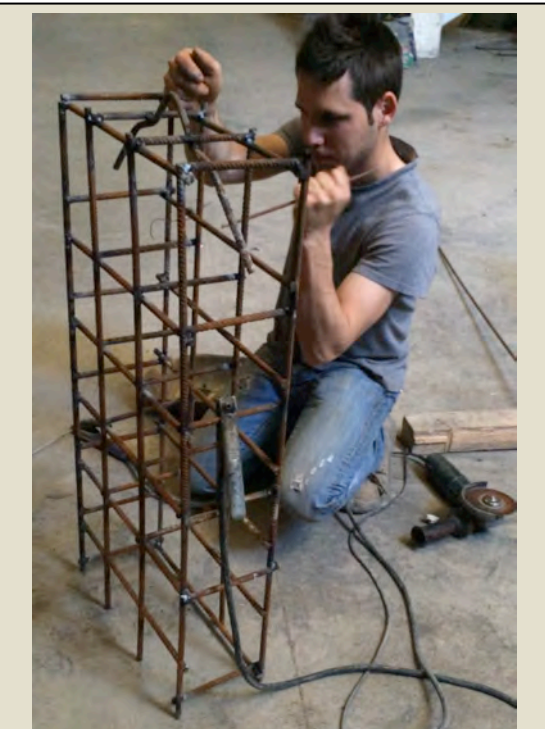
Imatge 4.9: Soldat amb elèctrodes de 2,5mm.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.10: Acabat de soldar i visualitzant soldadura.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.11: Soldat amb elèctrodes de 2,5mm.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.12: Picant excés d'escòria amb la piqueta.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.13: Elements per moure la proveta una vegada formigonada i curada amb el camió ploma.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.14: Armat proveta acabat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.15: Desencofrant utilitzat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.16: Untat amb oli desencofrant (planxa).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.17: Untat amb oli desencofrant (tauler fenòlic).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.18: Untat amb oli desencofrant (tauler tricapa).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.19: Muntatge motlle de planxa.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.20: Muntatge motlle tauler fenòlic.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.21: Muntatge motlle tauler tricapa.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



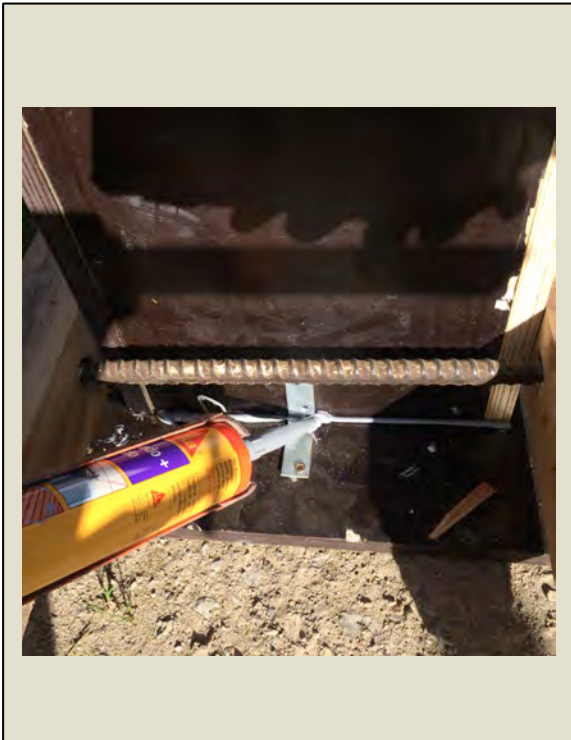
Imatge 4.22: Bisos, angles i trepant amb bateria.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.23: Fixació taps inferiors (angles i bisos).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.24: Rejuntat amb silicona sika-flex. (estanqueïtat proveta).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.25: Rejuntat amb silicona sika-flex.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



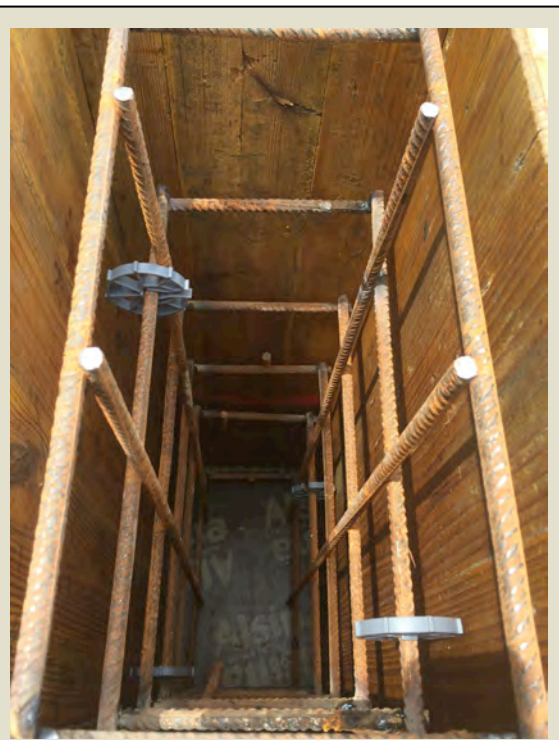
Imatge 4.26: Col·locació de separadors.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



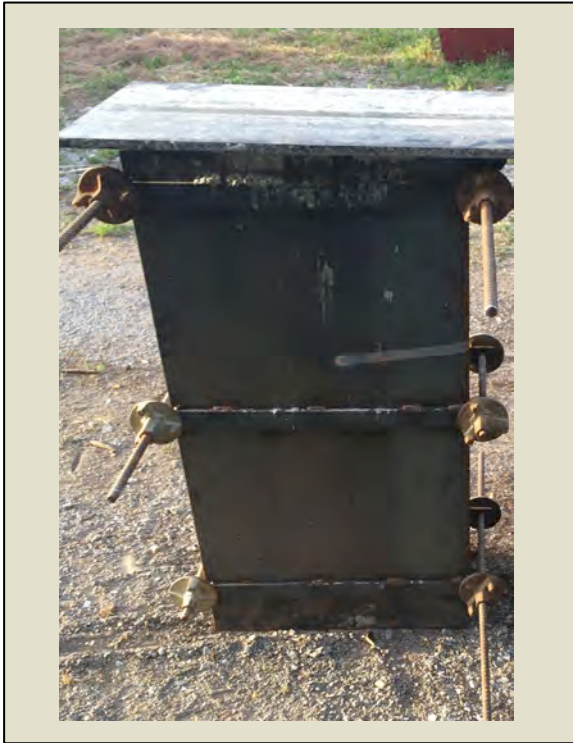
Imatge 4.27: Col·locació d'armat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.28: Col·locació d'armat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.29: Motlle de planxa acabat

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.30: Motlle de contraxapat de fenòlic acabat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.31: Motlle de tauler tricapa acabat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

4.1 Procés de formigonat (abocat)

El procés de formigonat, el fet de valorar finalment l'opció de realitzar-lo amb camió formigonera, realment ha facilitat el procés d'abocat. Partint dels criteris comentats a la configuració de l'assaig sobre el perquè d'escollir el cubilot com a sistema d'abocat, s'ha mantingut aquesta idea i s'ha decidit utilitzar aquest sistema en els diferents assajos realitzats en el treball.

Per tan, per l'abocat, s'ha considerat utilitzar el cubilot com a mitjà d'abocat, escollit, tal com s'ha comentat per utilitzar-se molt habitualment com a sistema d'abocat en obres d'edificació, per tan aconseguint així un abocat real. Tanmateix, per la disponibilitat d'un camió grua de la família de l'alumne que realitza el treball obtenint unes facilitats d'abocat realment bones i pràctiques.

La metodologia utilitzada per garantir i mantenir les mateixes condicions en els diferents formigonats del treball, s'ha decidit que l'abocat es realitzaria a una alçada aproximada d'entre 40 a 50 cm, raonable, per fer un correcte i còmode abocat i evitar la disgregació del formigó.

Seguidament, es mostren unes imatges del procés.



Imatge 4.32: Procés de formigonat amb cubilot.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.33: Procés d'abocat amb cubilot.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.34: Procés d'abocat a uns 50 cm d'alçada respecte l'encofrat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.35: Mesura alçada d'abocat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



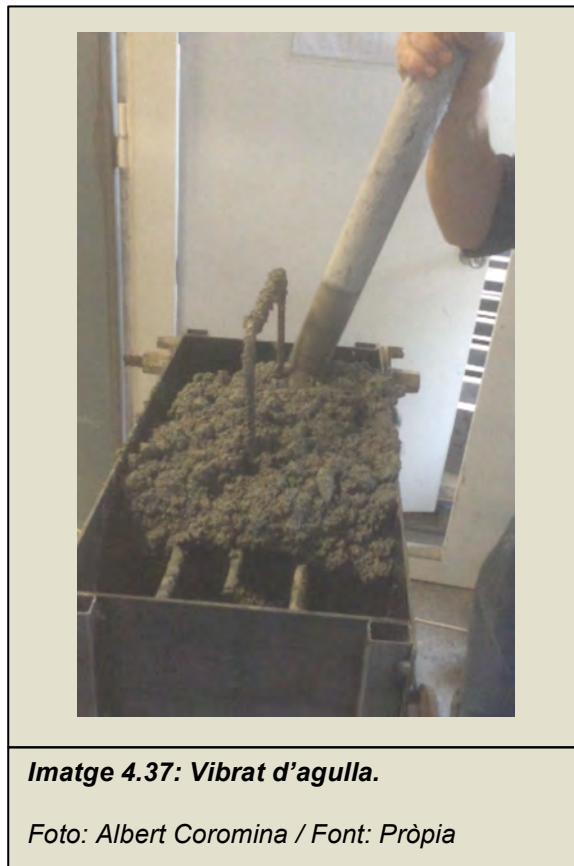
Imatge 4.36: Alçada d'abocat entre 40-50cm.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

4.2 Procés de formigonat (vibrat)

Pel *vibrat* del formigó, s'ha decidit que es faria mitjançant vibrat interior a partir d'un vibrador d'agulla. S'ha escollit aquest sistema per ser molt habitual utilitzar-ho actualment en obres d'edificació, i a més per ser el més apropiat dels sistemes comercialitzats.

Una bibliografia consultada que parla sobre aquest tema, és l'informe N°5 [9] del CIB W-29 (1973) *Tolerancias sobre los los defectos del aspecto del hormigón*, comenta el següent: [...] *La vibración interna por medio de agujas es preferible a la vibración externa en el encofrado, [...]*.



4.3 Procés de formigonat (Assaig con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2).

Aquest assaig, juntament amb el procediment de fabricació i conservació de provetes i l'assaig de ruptura per compressió, s'ha decidit realitzar-los, bàsicament per tenir una seguretat de que el formigó utilitzat reuneix els requeriments establerts per normativa i que respon a la dosificació i tipologia de formigó utilitzat en cada assaig. Per tan, tot i no ser imprescindibles per l'objecte d'estudi d'aquest treball, s'ha cregut oportú tenir una informació del formigó aportant un valor i qualitat a la matèria prima emprada en el treball.

Per tan, s'ha cregut oportú trobar aquesta informació sense la necessitat de seguir pròpiament el procediment dels assajos marcats per les seves pròpies normes UNE.

En el cas del present assaig, de l'assentament del con d'Abrams, s'han utilitzat els utillatges del propi laboratori de la Universitat per realitzar l'assaig. El procediment utilitzat a cada estudi referent a aquest assaig es basarà en el següent procés:

- En primer lloc, es demanarà al xofer del camió formigonera que barregi bé l'amassada per garantir una correcte homogeneïtzació del formigó.
- Seguidament, s'abocarà una part del formigó i s'omplirà una de les provetes de l'assaig a realitzar per valorar l'estat del formigó.
- A continuació, es farà l'assaig, amb l'utilatge escollit del laboratori i s'agafarà el formigó del propi cubilot omplert prèviament, valorant la consistència trobada i anotant el resultat.
- Finalment, es repetirà el procés just abans de formigonar l'última proveta de l'assaig, valorant d'aquesta manera si hi ha hagut variació d'assentament i de consistència.

Seguidament, es mostra un *exemple tipus* d'aquest procés, tal com s'ha realitzat en els diferents estudis del treball.





Imatge 4.40: Assaig 1 con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2). Consistència tova (5-10).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.41: Assentament (1) 4,5cm.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.42: Assaig 2 con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2). Consistència tova (5-10).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.43: Assentament (2) 5,2cm.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

En aquest exemple (tipus) mostrat, es pot observar que els valors de l'assentament (1) respecte els valors de l'assentament (2) s'han mostrat diferenciats amb una variació de 0,7 cm. En aquest cas, el fet de ser una variació tan poc significativa podria ser degut al propi mullat amb aigua del cubilot per evitar l'adherència del formigó. Per tan s'ha considerat el procés com a acceptable.

4.4 Procés de formigonat (Fabricació i conservació de provetes segons (UNE-EN 12390-2:2009)

Per la realització d'aquesta prova, s'han seguit les indicacions de la norma *UNE-EN 12390-2:2009 fabricació i conservació de provetes* que comenta el següent:

De la normativa consultada, la norma [10] Comisión permanente del hormigón (2011) *Instrucción de hormigón estructural (Centro de publicaciones Secretaría General Técnica (5º ed.) Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de Fomento, comenta el següent: [...] Una vez fabricadas las probetas, se mantendrán en el molde, convenientemente protegidas, durante al menos 16 horas y nunca más de tres días. Durante su permanencia en la obra no deberán ser golpeadas ni movidas de su posición y se mantendrán a resguardo del viento y del asoleo directo. En este período, la temperatura del aire alrededor de las probetas deberá estar comprendida entre los límites de la Tabla 86.3.2.b[...].*

Tabla 86.3.2.b

Rango de temperatura	f_{ck} (N/mm ²)	Período máximo de permanencia de las probetas en la obra
15 °C–30 °C	< 35	72 horas
	≥ 35	24 horas
15 °C–35 °C	Cualquiera	24 horas

Seguidament, es mostra un *exemple tipus* d'aquest procés, tal com s'ha realitzat en els diferents estudis del treball.



Imatge 4.44: Untat amb oli desencofrant de la proveta cúbica.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.45: Fabricació de proveta.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.46: Proveta tapada i a l'ombra durant 48 hores.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.47: Proveta 48 hores després.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.48: Identificació de la proveta i col·locació a la cambra humida.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

5. Procés de desencofrat

El *desencofrat*, és una de les parts importants del procés, per garantir un acabat final de qualitat. Tot i que no hi ha cap norma que reguli aquest factor i els períodes de temps a esperar per un correcte desencofrat, es recomana que passin entre 2 i 5 dies

En aquest cas, es va parlar amb el Sr. Pere Bellvehí, i va comentar que amb una trobada realitzada li havien dit que millor esperar 5 dies per evitar separar la capa superficial de fins del conjunt i tenir problemes d'acabat final.

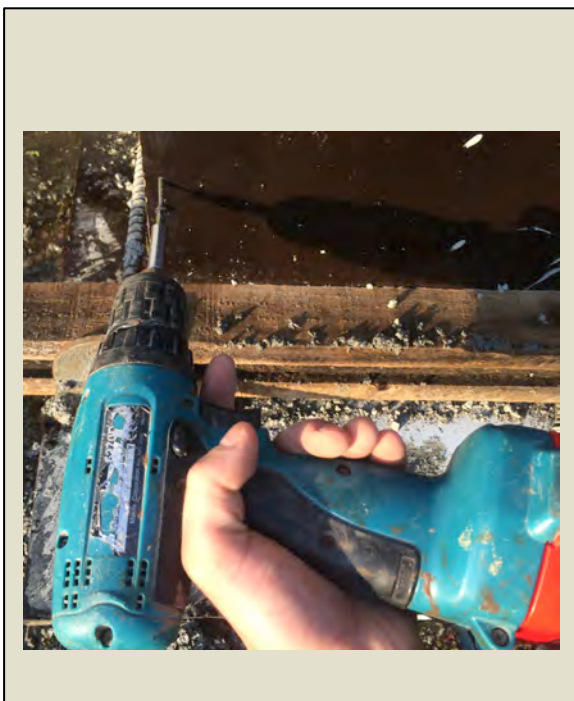
De les bibliografies consultades, el llibre [2] García Á i altres (2011) *hormigón armado*.(p.53). (15^a edición) Barcelona: Gustavo Gili, S.L. comenta el següent: [...] *Se puede realizar cuando el hormigón tiene una rigidez suficiente [...] puede realizarse a las horas o a los pocos días de haber hormigonado [...]*.

Tanmateix, el mateix llibre i la norma [10] Comisión permanente del hormigón (2011) *Instrucción de hormigón estructural (Centro de publicaciones Secretaría General Técnica (5º ed.) Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de Fomento, comenta el següent:*

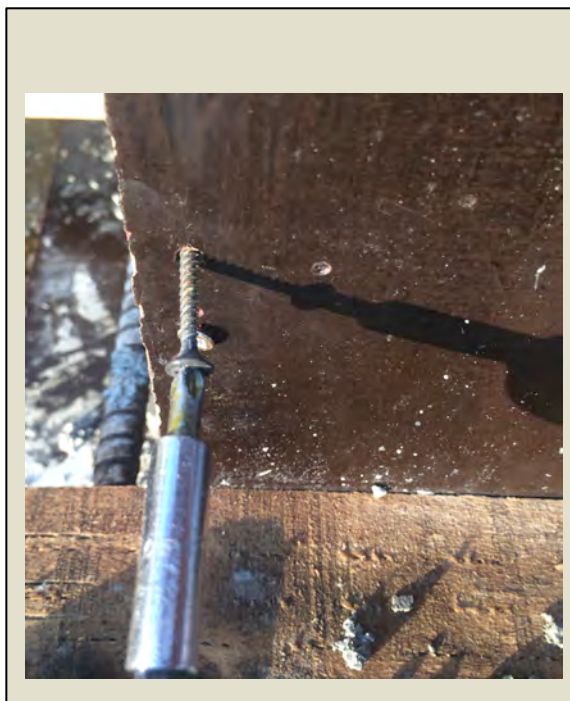
PLAZOS MÍNIMOS DE DESENCOFRADO Y DESCIMBRADO

<i>Temperatura superficial del Hormigón (°C)</i>	<i>>24°C</i>	<i>16°C</i>	<i>8°C</i>	<i>2°C</i>
<i>Encofrados verticales</i>	<i>9 horas</i>	<i>12 horas</i>	<i>18 horas</i>	<i>30 horas</i>
LOSAS				
<i>- Fondos de encofrado (desencofrado)</i>	<i>2 días</i>	<i>3 días</i>	<i>5 días</i>	<i>8 días</i>
<i>- Puntales (descimbrado)</i>	<i>7 días</i>	<i>9 días</i>	<i>13 días</i>	<i>20 días</i>
VIGAS				
<i>- Fondosde encofrado (desencofrado)</i>	<i>7 días</i>	<i>9 días</i>	<i>13 días</i>	<i>20 días</i>
<i>- Puntales (descimbrado)</i>	<i>10 días</i>	<i>13 días</i>	<i>18 días</i>	<i>28 días</i>

S'ha cregut oportú, però, esperar entre 2 i 5 dies per no incidir en l'acabat final.



Imatge 4.49: Procés de desencofrat amb trepant elèctric.
 Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.50: descollant bisos.
 Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.51: Procés de desencofrat.
(Picant amb martell d'encofrador).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.52: Desencofrat amb camió grua.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.53: Desencofrat general.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

6. Comptabilització de les coques

Després del procés de formigonat de cada estudi del treball, arriba el moment d'analitzar els resultats obtinguts. El fet de tractar-se d'un treball d'estudi de coques, s'ha pensat que seria interessant i necessari buscar un sistema de recompte en funció d'uns criteris per donar un valor a cada estudi en concret.

Valorant diferents criteris i solucions, s'ha decidit utilitzar un mètode de càlcul estadístic del número de coques visualitzades de les diferents provetes, podent-lo anomenar com un (*mètode estadístic de densitat i cobertura*) utilitzat en altres camps com per exemple (*per recompte de plantes submarines*).

El primer criteri establert, visualitzant les coques de les diferents provetes i les seves dimensions, ha estat diferenciar les coques per dues tipologies, (*coques petites i coques grans*), amb les següents dimensions establertes:

Coques de 1-5 mm

Coques de 5-25 mm

El segon criteri establert, valorant l'aspecte de les diferents provetes en general, i a més per intentar ser objectiu i neutral, s'ha separat d'inici, els 20 cm de la part superior de cada proveta respecte de la part restant, aplicant el mètode estadístic per separat, aplicant el mètode a totes les parts superiors de cada proveta i per totes les parts inferiors de cada proveta. S'ha seguit aquest criteri, pel fet de que aquesta zona superior sol ser una zona on els resultats es manifesten alterats, a causa dels següents factors:

- Reducció de la tensió superficial.
- Augment de porositat i de fins a conseqüència del vibrat.

A partir d'aquí, tindrem dues zones, la part superior i la part inferior a cada proveta, formant dues superfícies independents.

La part superior, formarà una superfície aproximada per cada cara de proveta d'uns 1000 cm² obtinguts dels 20 cm d'alçada pels 50cm d'amplada restants que farà cada cara de la proveta.

Aquesta superfície, s'ha repartit en dues parts iguals d'aproximadament 500 cm² cada una, Per tan, formant 4 superfícies totals per proveta tenint en compte les dues cares.

La part inferior, formarà una superfície aproximada per a cada cara de proveta d'uns 4000 cm² obtinguts dels 80cm d'alçada pels 50cm d'amplada restants que farà cada cara de la proveta. Aquesta superfície, també s'ha repartit però en aquest cas per 6 parts iguals d'aproximadament uns 666,66 cm² cada una, obtenint així 6 superfícies iguals per cada cara. Aquestes superfícies es marcaran amb llapis per poder visualitzar-les millor.

Seguidament, mitjançant un tub metàl·lic quadrat, s'ha format una superfície de 100 cm² que es col·locarà al centre de cada superfície de 500 cm² de la part superior i de 666,66 cm² que forma la part inferior. A partir d'aquí, es resseguirà el contorn del tub amb llapis, per novament visualitzar-ho.

Una vegada fet aquest procés, es comptabilitzaran i s'anotaran les coqueres en funció del seu tamany, (*coqueres 1-5mm i coqueres 5-25mm*) i en funció del criteri de cada estudi en concret.

Seguidament, s'ha valorat el seu repartiment i localització respecte la superfície, aplicant percentatges escalats cada 25, per tan podent obtenir valors de 25-50-75 o del 100%, tenint en compte d'aquesta manera la seva cobertura.

Aquestes dades, s'han reflectit en unes taules per a cada assaig, adjuntes a (*l'annex 1*) del final del treball. Tanmateix, s'han elaborat unes taules resum dels resultats de les diferents taules, adjuntes a l'apartat de *resultats* de cada estudi en concret.

A partir de les diferents taules resum dels 3 estudis que componen el treball, s'han elaborat uns gràfics representatius de tot l'estudi realitzat en el treball per valorar els resultats finals. Aquesta part queda adjunta al *capítol 6 Anàlisi de resultats*.

Per intentar fer més aclaridor el procés i la metodologia utilitzada, seguidament s'adjunta un (*exemple tipus*) de la proveta *MT2A3 (motlle tauler 2 assaig 3)* amb el procés explicatiu del (*mètode estadístic de densitat i cobertura*).



Imatge 4.54: Col·locant superfície de 100cm² dins la superfície de 666,66 cm².



Imatge 4.55: Marcant la superfície de 100cm².

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



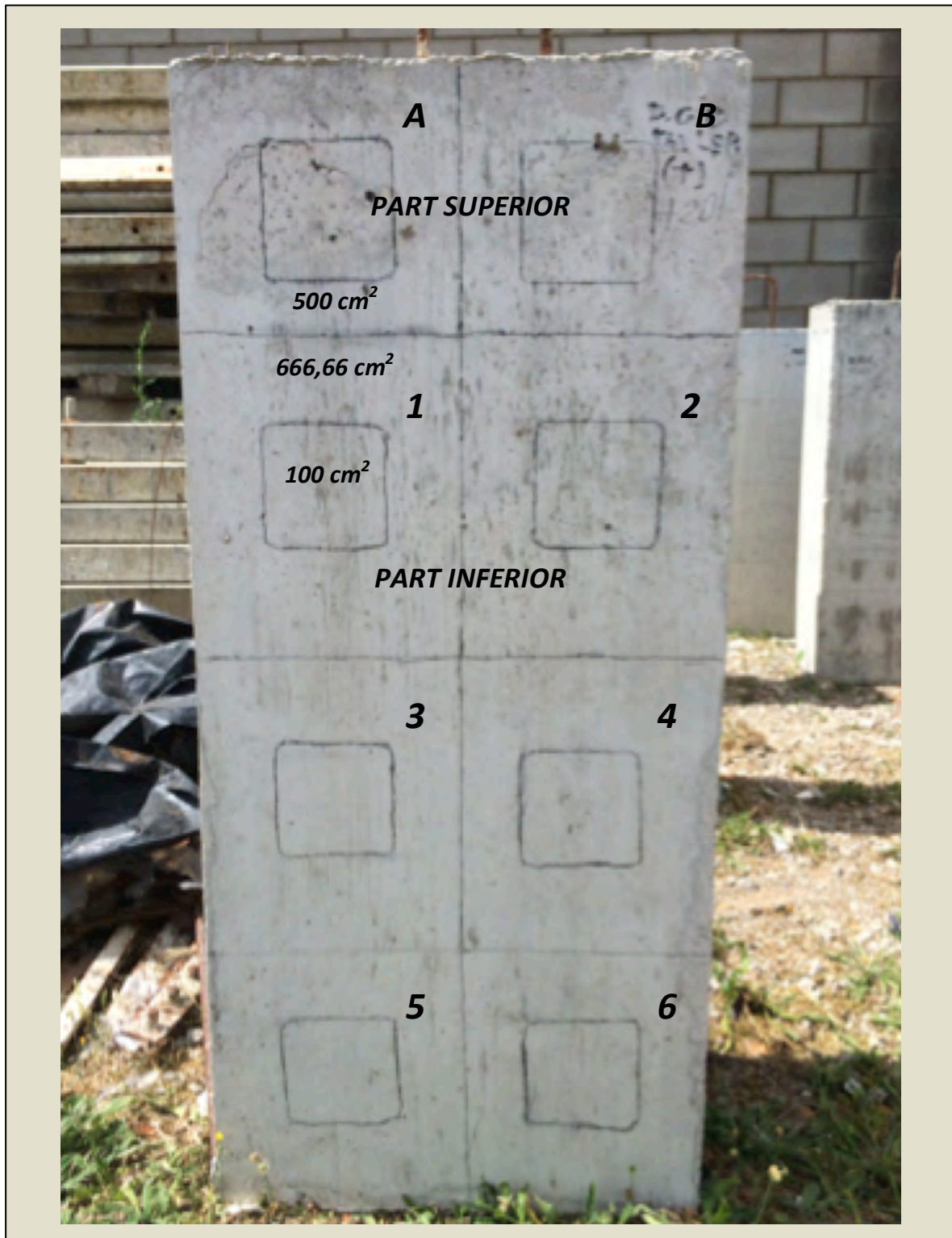
Imatge 4.56: Resseguit per visualitzar millor.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.57: Visualització de superfícies de 500cm² i de 666,66 cm².

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.58: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

7. Procés de curat

Com a procés de curat entenent com el procés posterior al formigonat, basat en aplicar un mètode o procés de protecció per garantir el correcte curat del formigó, en aquest treball, s'ha decidit no aplicar cap procés. Principalment, perquè de les obres visitades no és habitual fer-ho en murs o pilars que són els elements que tenen una relació més directe en l'estudi a realitzar. Per tan, el fet de voler adaptar i garantir unes condicions habituals d'obra, s'ha cregut oportú no tenir en compte aquest procés.

8. Assaig de ruptura per compressió segons (UNE-EN 12390-3:2009).

L'objectiu d'aquest assaig, és de determinar el valor de la resistència a compressió simple del formigó utilitzat ens els diferents assajos que formen part d'aquest treball.

A partir del valor de resistència obtingut de l'assaig i dels coeficients corresponents aplicats en funció de les característiques de la proveta s'obindrà el valor de resistència a compressió normalitzat en N/mm^2 .

Per la realització de l'assaig, s'han seguit les indicacions de la norma *UNE-EN 12390-3:2009* i les del Sr. Pere Bellvehí amb els seus corresponents aclariments i consells.

Aquest assaig, es realitzarà per les diferents provetes fabricades i conservades dels 4 estudis que formen el treball valorant la possibilitat de fabricar dues provetes per assaig per obtenir els valors de resistència a 7 i a 28 dies.

Abans de realitzar el corresponent assaig a compressió, es comprovarà que la identificació de la proveta correspongui amb els dies i amb l'assaig realitzat. Tanmateix, previ a la col·locació de la proveta a la premsa, es col·locaran els gruixos necessaris per garantir una mínima separació i una correcte execució. Seguidament, es col·locarà la proveta controlant la cara rugosa, la superior, que no quedi en contacte amb la premsa.

A partir d'aquí, el Sr. Pere Bellvehí, definirà la velocitat de trencament, els límits de força i posició superiors i inferiors, el percentatge de caiguda de força que farà aturar l'assaig i la freqüència de presa de lectures.

Una vegada contemplats aquests criteris, es procedirà a realitzar l'assaig de les diferents provetes.

Seguidament, es mostra un (exemple tipus) d'aquest procés, tal com s'ha realitzat en els diferents estudis del treball.



Imatge 4.59: Premsa per l'assaig a compressió del laboratori de la UdG.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.60: Provena col·locada a la premsa.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.61: Programa informàtic de control de la premsa del laboratori de la UdG. Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.62: Trencament de la proveta.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 4.63: Trencament de la proveta.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

Després de realitzar l'assaig, a partir del programa informàtic, es poden obtenir dos arxius: un d'ells, de tipus .RTF, executable només del programa, que correspon a la premsa, i el següent, en format .TXT, que conté les dades de l'assaig, les dades entrades pel Sr. Pere Bellvehí i les dades de les diferents lectures realitzades durant el trencament de la corresponent proveta.

Per poder fer més aclaridor i analitzar més detalladament aquestes dades amb arxiu.TXT, és convenient transformar-les en una fulla d'Excel .XLS obtenint una gràfica que representi la força i posició.

El fet de que aquest assaig en el present treball bàsicament serveixi per validar la qualitat del formigó en funció de la seva resistència, no s'ha cregut necessari fer la gràfica amb el programa Excel, ja que per realitzar els càlculs per trobar la resistència amb les dades en format .TXT amb els valors de les tones és suficient.

Càlculs

```

184,16801;+054,83;+002,94;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:52;
184,35601;+054,88;+002,94;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:52;
184,54501;+054,95;+002,95;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:53;
184,73301;+054,99;+002,95;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:53;
184,92201;+055,06;+002,95;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:53;
185,11001;+055,11;+002,95;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:53;
185,29901;+055,18;+002,96;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:53;
185,48701;+055,22;+002,96;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:54;
185,67601;+055,29;+002,96;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:54;
185,86401;+055,33;+002,96;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:54;
186,05301;+055,38;+002,97;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:54;
186,24101;+055,43;+002,97;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:54;
186,43001;+055,48;+002,98;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:54;
186,61801;+055,53;+002,98;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:55;
186,80701;+055,57;+002,98;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:55;
186,99501;+055,61;+002,99;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:55;
187,18401;+055,65;+002,99;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:55;
187,37201;+055,67;+003,00;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:55;
187,56101;+055,67;+003,01;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:56;
187,74901;+055,65;+003,05;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:56;
187,93801;+055,52;+003,09;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:56;
188,12601;+055,08;+003,15;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:56;
188,31501;+053,05;+003,27;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:56;
188,50301;+049,03;+003,41;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:57;
188,69201;+044,33;+003,57;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:57;
188,88001;+040,61;+003,73;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:57;
189,06901;+038,06;+003,89;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:57;
189,25701;+036,05;+004,04;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:57;
189,44601;+034,29;+004,19;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:57;
189,63401;+032,86;+004,32;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:58;
189,82301;+031,81;+004,45;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:58;
190,01101;+030,92;+004,58;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:58;
190,20001;+029,99;+004,71;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;0:14:58;

```

Imatge 4.64: Arxiu .TXT amb la força màxima en tones que s'ha arribat a l'assaig (55,67 T).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

El sistema de càlcul, es realitzarà a partir dels passos i exigències de la norma EHE-08, de la norma UNE-EN 12390-3:2009 i del valor en (tones) obtingut a l'assaig i que es mostra a l'arxiu .TXT, que en aquest cas és de 55,67 tones.

A més, s'aplicarà un coeficient de conversió facilitat per la norma per torbar el valor apte de la resistència final en N/mm^2 .

De la normativa consultada, la norma [10] Comisión permanente del homigón (2011) *Instrucción de hormigón estructural* (Centro de publicaciones Secretaría General Técnica (5º ed.) Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de Fomento, comenta el següent: [...] los resultados deberán afectarse del correspondiente factor de conversión, de acuerdo con [...].

$$f_c = \lambda_{c, cub15} \cdot f_{c, cubica}$$

- $f_{c,cúbica}$ Resistència a compressió, en N/mm^2 , obtenida a partir de ensa-
yos realitzats en probetas cúbiques de 15 cm de arista.
 $\lambda_{cil,cub15}$ Coeficient de conversió, obtenido de la Tabla 86.3.2.a

Tabla 86.3.2.a
Coeficiente de conversión

Resistencia en probeta cúbica, f_c (N/mm^2)	$\lambda_{cil,cub15}$
$f_c < 60$	0,90
$60 \leq f_c < 80$	0,95
$f_c \geq 80$	1,00

Exemple de Càlcul

El primer pas a realitzar en el procés de càlcul, serà passar el valor de la força màxima obtingut en tones (T), a Newtons (N).

$$55,67 \text{ t} \Rightarrow 55670 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} \Rightarrow 9,8 \text{ N}$$

$$55670 \text{ kg} \Rightarrow \mathbf{545566 \text{ N}}$$

Seguidament, relacionem la força obtinguda en funció de la superfície de la proveta, que en tots els casos el fet de ser una proveta cúbica de 15cm d'aresta la superfície en mil·límetres serà de $150 \times 150 = \mathbf{22500 \text{ mm}^2}$.

Per tan, aplicant aquest operació s'obtindrà el següent resultat:

$$545566 \text{ N} / 22500 \text{ mm}^2 = \mathbf{24,25 \text{ N/mm}^2}$$

El resultat obtingut, correspon a la resistència a compressió obtinguda de l'assaig.

Aquesta resistència, seguidament s'ha de transformar en una resistència normalitzada que s'obtindrà multiplicant el valor anterior de $24,25 \text{ N/mm}^2$ pel coeficient de conversió de la *taula* 86.3.2.a adjuntada anteriorment. Per tan, el valor final de resistència a compressió normalitzat s'obtindrà de la següent operació:

Coef. conversió = 0,90

$$24,25 \text{ N/mm}^2 \times 0,90 = \mathbf{21,83 \text{ N/mm}^2}$$

Valorant el resultat, en aquest cas es pot observar que la resistència a compressió obtinguda no assoleix els 25 N/mm^2 que com a tipus de formigó utilitzat hauria d'assolir, aquest fet segons el Sr. Pere Bellvehí pot ser degut al curat del formigó, ja que la l'humitat de la cambra humida del laboratori de la UdG està al voltant del 65%, quant realment per tenir un curat amb unes garanties òptimes hauria d'estar al voltant de 95%. Per tan, el fet d'obtenir una resistència amb una desviació relativament petita de $24,25 \text{ N/mm}^2$ abans d'aplicar el Coef. De conversió, es pot entendre que és degut al procés de curat.

Aquest procés de càlcul, es repetirà per a totes les provetes que formen l'estudi i cada assaig del present treball.

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coqueres α formigó armat vist

Document: Í ĚŮ! [& .• Á ç] ^! ã ^ } œ

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades
Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció
Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

5.1 ESTUDI DE L'INCIDÈNCIA DE L'ENCOFRAT, DEL RECOBRIMENT NOMINAL (R_n) I DELS ELEMENTS INTERMITJOS EN L'ACABAT SUPERFICIAL

5.1.1 INTRODUCCIÓ

L'Objectiu d'aquest *assaig 2* inicial, tal com s'ha comentat a la part final del *capítol 3 configuració de l'assaig*, és de determinar l'incidència i repercussió en l'acabat final de les 3 tipologies d'encofrat descrites, de la variació del recobriment nominal i de la col·locació en alguns casos d'elements intermitjos en el propi armat.

Per l'execució de l'assaig, es partirà del descrit en el *capítol 4 metodologia de l'estudi*, respectant els diferents condicionants establerts.

Els *elements* i *factors* objecte d'estudi d'aquest assaig són els següents:

- *Variació tipologia d'encofrat*
- *Recobriment nominal variable*
- *Elements intermitjos*

Els *condicionants establerts* objecte d'aquest estudi han estat els següents:

- *Dosificació Formigó*
- *Subministre directe de plana*
- *Armat*
- *Producte desencofrant*
- *Abocat del formigó*
- *Vibrat i compactat*
- *Desencofrat*

Condicionants establerts

Començant per parlar dels condicionants establerts, en primer lloc, la *dosificació del formigó*, s'ha mantingut la mateixa que a la configuració de l'assaig, *assaig 1*, facilitada per la planta de formigons de PROMSA-HORPISA d'Olot descrita a l'inici del present treball.

Un dels condicionants establerts en aquest *assaig 2* que varia respecte *l'assaig 1*, és el *subministrament del formigó*, que en aquest cas es realitzarà directament de la pròpia planta de formigons mitjançant camió formigonera. Aquesta modificació, tal com s'ha comentat al *capítol 3 configuració de l'assaig* i al *capítol 4 metodologia de l'estudi*, s'ha adoptat degut als impediments i adversitats conegudes a la prova inicial del laboratori.

Un altra condicionant establert per tenir una continuïtat posterior en altres assajos i que és realment important, ha estat tenir en compte la col·locació d'armat, intentant, com s'ha comentat anteriorment adaptar-ho al màxim a la l'execució de l'obra. En aquest cas, s'ha s'utilitzarà la mateixa tipologia d'armat utilitzat a *l'assaig 1* format per dues malles 15x15 ø 10.

Parlant del *producte desencofrant*, com un altra dels condicionants establerts a tenir en compte, s'ha optat per utilitzar com en *l'assaig 1*, un producte basat en olis minerals utilitzat per empreses de construcció i recomanat per l'empresa subministradora i pel comercial representant del producte. En aquest cas, s'ha utilitzat de la marca DOSMAR, amb seu a València. El producte, s'aplicarà mitjançant rodet per aconseguir una capa uniforme i suficient a tota la superfície de l'encofrat, que estarà en contacte amb el formigó.

L'abocat del formigó, serà mitjançant cubilot tal com s'ha comentat en el *punt 4.1 procés de formigonat (abocat)* del *capítol 4 metodologia de l'estudi*.

Pel *vibrat* del formigó, es partirà del descrit al *punt 4.2 procés de formigonat (vibrat)* del *capítol 5 metodologia de l'estudi*, utilitzant un vibrat interior mitjançant vibrador d'agulla i executat per una persona amb experiència, un treballador de la pròpia empresa de la família de l'alumne que realitza aquest treball.

El *procés de desencofrat*, en aquest *assaig 2*, s'ha fixat un termini menor a 2 dies, variant d'aquesta manera els 5 dies esperats a *l'assaig 1* i valorant així l'incidència que pot tenir en l'adherència del ciment a l'encofrat.

Elements i factor establerts

L'encofrat, per aquest assaig 2, també s'ha tingut en compte el descrit al *punt 2 Materials utilitzats del capítol 4 metodologia de l'estudi*, que com a materials escollits teníem els següents, recordem-los: l'acer, el contraxapat de fenòlic i el tauler tricapa de fusta d'abet.

El recobriments nominal, ha estat el factor tingut en compte en aquest assaig. És un factor important a considerar per garantir un recobriments adient a l'armadura afavorint la col·locació i assentament correcte del formigó.

En primer lloc, s'ha considerat el recobriments mínim establert per la instrucció EHE-08, que com s'ha comentat en *punt 3.1 Procés de fabricació (tallat i col·locació armat) del capítol 4 metodologia de l'estudi* serà de 25mm.

A partir d'aquí, s'ha optat per col·locar en una cara de l'encofrat un recobriments de 25mm i a l'altra lateral un recobriments de 40mm, això a tots els motlles per igual. (Veure imatges: 5.1.2.13, 5.1.2.14).

Un altra dels elements que s'ha cregut oportú introduir, ha estat la col·locació *d'elements intermitjos* en 3 de les provetes fetes i la no col·locació d'aquests elements a les 3 restants. D'aquesta manera, s'intenta observar l'influència que pot tenir en l'abocat del formigó i la influència que pot tenir en l'acabat final.

Tal com s'ha comentat també, per controlar més el procés i la qualitat del formigó es realitzarà l'assaig pel mètode del Con d'Abrams segons la UNE-EN 12350-2, formant un con a l'inici de l'abocat i un altre al final, comprovant d'aquesta manera si la consistència del formigó s'ha mantingut o ha mostrat una variació.

Un altre control a realitzar, serà la fabricació de dues provetes cúbiques de 15cm d'aresta per poder fer l'assaig de ruptura a compressió segons UNE EN 12390-3:2009. Aquest control, es realitzarà per garantir que el formigó utilitzat en aquest treball compleixi els mínims establerts per norma.

La nomenclatura utilitzada d'identificació de les **6 provetes** que formen l'assaig són les següents:

MP1A2, MP2A2, MF1A2, MF2A2, MT1A2, MT2A2.

- **M:** Motlle
- **P:** Planxa
- **F:** Fenòlic
- **T:** Tauler
- **1:** Sense elements intermitjos
- **2:** Amb elements intermitjos
- **A2:** Assaig 2

Per les provetes s'ha optat pel següent: **ACPN.**

- **AC:** Assaig compressió
- **PN:** Proveta i número identificació

5.1.2 PROCEDIMENT



Imatge 5.1.2.1: Tipologies d'armat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.2: Tipologies d'armat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.3: Armat amb elements intermitjos.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.4: Armat sense elements intermitjos.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.5: Untat amb oli desencofrant (planxa).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.6: Untat amb oli desencofrant (fenòlic).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.7: Untat amb oli desencofrant (tauler).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.8: Muntatge motlle metàl·lic.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.9: Muntatge motlle fenòlic.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.10: Muntatge motlle tauler.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.11: Fixació taps inferiors (angles i bisos).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.12: Rejuntat de juntes amb silicona.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.13: Separadors de 25 i 40 mm.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.14: Col·locació de separadors.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.15: Motlles de planxa acabats i tapats per protegir el producte desencofrant.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.16: Motlles de fenòlic acabats.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.17: Motlles de tauler preparats per formigonar.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.18: Formigó de consistència tova.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.19: Assaig con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2). Consistència tova (5-10). Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.20: Assaig 1 con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2). Consistència tova (5-10).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.21: Assentament 4,5cm.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.22: Assaig 2 con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2). Consistència tova (5-10).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.23: Assentament 5,2cm.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.24: Fabricació de provetes segons UNE –EN 12390-2: 2009.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.25: Provena tapada i a l'ombra.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

Procés de desencofrat: (1,5 dies després del formigonat).



Imatge 5.1.2.26: Procés de desencofrat 1,5 dies després del formigonat. (descollant bisos).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.27: Procés de desencofrat. (Molle de planxa).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.2.28: Procés de desencofrat general.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

5.1.3 RESULTATS

Com a resultats finals d'aquest assaig 4, els podem desglossar en els següents punts:

1. Incidència de la tipologia d'encofrat del recobriment nominal i dels elements intermitjos a:

1.1 Les coques superficials

1.2 Comptabilització de les coques

1.2.1 Comptabilització coques part inferior

1.2.2 Comptabilització coques part superior

2. Assaig resistència a compressió del formigó segons UNE EN 12390-3:2009:

1.1 Les coqueres superficials

A partir del procés de desencofrat de les 6 provetes, realitzat 1,5 dies després del formigonat, s'ha observat a primer cop d'ull un deficient acabat de les diferents provetes, mostrant un nombre desmesurat i preocupant de coqueres en l'acabat superficial.

Tanmateix, observant els encofrats, l'adherència de ciment s'ha adherit de nou com va passar en *l'assaig 1* inicial. Per tan, inicialment es descarta que el temps de desencofrat afecti a l'adherència del ciment a l'encofrat.

Cal comentar també, que l'encofrat de tauler de fusta d'abet l'adherència ha estat inferior si es compara amb l'encofrat metàl·lic i el fenòlic que tenen una adherència important i coincident amb les coqueres visualitzades a l'acabat superficial de les provetes.

Respecte la variació del recobriment nominal i la col·locació en tres de les provetes d'elements intermitjos, inicialment sembla que no es mostra variació i el comportament entre les diferents provetes podria ser molt semblant.

Per aquesta incertesa i diferenciació de resultats observats inicialment, i per ser objecte d'estudi d'aquest *assaig 2*, s'ha cregut oportú valorar-los de manera més acurada i afinada. Aquesta valoració i interpretació es mostra a continuació en el punt *1.2 comptabilització de les coqueres*.

Tanmateix, per visualitzar millor els resultats obtinguts de les diferents provetes, s'adjunta un seguit d'imatges i comentaris sobre aquest aspecte a l'annex 2 adjunt a la part final del present treball.

1.2 Comptabilització de les coqueres

Per realitzar aquesta part, s'ha seguit el procés descrit en el *punt (6. Comptabilització de les coqueres) del capítol 4 metodologia de l'estudi* del present treball.

Una vegada fet aquest procés, es comptabilitzaran i s'anotaran les coqueres en funció de la seva dimensió, i en funció dels elements objecte de l'estudi, l'encofrat, el recobriment i els elements intermitjos. Aquestes dades, s'han reflectit en unes taules, en funció d'aquests elements objecte d'estudi. Aquestes taules, queden adjuntes a *l'annex 2* de la part final del treball.

A banda, s'han elaborat unes taules resum dels resultats de les diferents taules. Aquestes taules queden adjuntes en els punts següents del present estudi.

Per intentar fer més aclaridor el procés i la metodologia utilitzada, seguidament s'adjunta un (*exemple tipus*) de la proveta *MF1A2* sense elements intermitjos i la proveta *MF2A2* amb elements intermitjos, amb procés seguit, des del repartiment de les superfícies, fins a la formació de les taules de resultats de la proveta. *Veure annex 1 (Assaig 2)*.



Imatge 5.1.3.1: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura. Proveta MF1A2 . Rn: 25mm i sense elements intermitjos.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.3.2: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura. Proveta MF1A2 . Rn: 40 mm i sense elements intermitjos.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

1.2.1 Comptabilització coques part inferior

SENSE ELEMENTS INTERMITJOS									
àrea total (cm ²)	àrea quadrats (cm ²)	nº quadrat	coques 1-5mm	total coques 1-5mm	cobertura 1-5mm	coques de 5-25mm	total coques 5-25mm	cobertura 5-25mm	
665	100	1	39	259	100%	3	15	75%	
665	100	2	60	399	100%	2	13	100%	
665	100	3	52	346	100%	3	20	100%	
665	100	4	62	412	100%	3	15	75%	
665	100	5	49	326	100%	2	13	100%	
665	100	6	39	259	100%	2	10	75%	
suma total				2002	suma total			86	
tant%				50,17%	tant %			2,17%	
Cob. Mitjana				100,00%	Cob. Mitjana			87,50%	

Recobriment nominal:

25 mm

1.2.2 Comptabilització coques part superior

SENSE ELEMENTS INTERMITJOS									
àrea total (cm ²)	àrea quadrats (cm ²)	nº quadrat	coques 1-5mm	total coques 1-5mm	cobertura 1-5mm	coques de 5-25mm	total coques 5-25mm	cobertura 5-25mm	
532	100	A	58	309	100%	2	11	100%	
532	100	B	70	372	100%	3	12	75%	
suma total				681	suma total			23	
tant%				64,00%	tant%			2,13%	
Cob. Mitjana				100,00%	Cob. Mitjana			87,50%	

Recobriment nominal:

25 mm

1.2.1 Comptabilització coques part inferior

SENSE ELEMENTS INTERMITJOS								
àrea total (cm ²)	àrea quadrats (cm ²)	nº quadrat	coques 1-5mm	total coques 1-5mm	cobertura 1-5mm	coques de 5-25mm	total coques 5-25mm	cobertura 5-25mm
665	100	1	40	200	75%	3	15	75%
665	100	2	38	253	100%	1	3	50%
665	100	3	31	206	100%	3	15	75%
665	100	4	58	386	100%	3	15	75%
665	100	5	56	372	100%	2	13	100%
665	100	6	52	346	100%	2	13	100%
suma total				1762	suma total			75
tant%				44,17%	tant %			1,88%
Cob. Mitjana				95,83%	Cob. Mitjana			79,17%

Recobriment nominal:

40 mm

1.2.2 Comptabilització coques part superior

SENSE ELEMENTS INTERMITJOS								
àrea total (cm ²)	àrea quadrats (cm ²)	nº quadrat	coques 1-5mm	total coques 1-5mm	cobertura 1-5mm	coques de 5-25mm	total coques 5-25mm	cobertura 5-25mm
532	100	A	59	235	75%	2	8	75%
532	100	B	60	319	100%	3	16	100%
suma total				555	suma total			24
tant%				52%	tant%			2%
Cob. Mitjana				87,50%	Cob. Mitjana			87,50%

Recobriment nominal:

40 mm



Imatge 5.1.3.4: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura. Proveta MF2A2 . Rn: 25mm i amb elements intermitjos.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.3.5: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura. Proveta MF2A2 . Rn: 40mm i amb elements intermitjos.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

1.2.1 Comptabilització coques part inferior

AMB ELEMENTS INTERMITJOS								
àrea total (cm ²)	àrea quadrats (cm ²)	nº quadrat	coques 1-5mm	total coques 1-5mm	cobertura 1-5mm	coques de 5-25mm	total coques 5-25mm	cobertura 5-25mm
665	100	1	42	279	100%	1	3	50%
665	100	2	43	286	100%	1	5	75%
665	100	3	14	70	75%	1	3	50%
665	100	4	17	57	50%	1	3	50%
665	100	5	32	160	75%	1	3	50%
665	100	6	21	105	75%	2	10	75%
suma total				956	suma total		28	
tant%				23,96%	tant %		0,71%	
Cob. Mitjana				79,17%	Cob. Mitjana		58,33%	

Recobriment nominal:

25 mm

1.2.2 Comptabilització coques part superior

AMB ELEMENTS INTERMITJOS								
àrea total (cm ²)	àrea quadrats (cm ²)	nº quadrat	coques 1-5mm	total coques 1-5mm	cobertura 1-5mm	coques de 5-25mm	total coques 5-25mm	cobertura 5-25mm
532	100	A	22	88	75%	1	4	75%
532	100	B	51	271	100%	1	5	100%
suma total				359	suma total		9	
tant%				33,75%	tant%		0,88%	
Cob. Mitjana				87,50%	Cob. Mitjana		87,50%	

Recobriment nominal:

25 mm

1.2.1 Comptabilització coqueres part inferior

AMB ELEMENTS INTERMITJOS								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
665	100	1	14	93	100%	1	3	50%
665	100	2	4	27	100%	1	5	75%
665	100	3	10	50	75%	1	5	75%
665	100	4	26	86	50%	4	20	75%
665	100	5	17	113	100%	3	10	50%
665	100	6	30	150	75%	2	10	75%
suma total				519	suma total		53	
tant%				13,00%	tant %		1,33%	
Cob. Mitjana				83,33%	Cob. Mitjana		66,67%	

Recobriment nominal:

40 mm

1.2.2 Comptabilització coqueres part superior

AMB ELEMENTS INTERMITJOS								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
532	100	A	23	92	75%	1	4	75%
532	100	B	39	156	75%	1	5	100%
suma total				247	suma total		9	
tant%				23,25%	tant%		0,88%	
Cob. Mitjana				75,00%	Cob. Mitjana		87,50%	

Recobriment nominal:

40 mm

Tanmateix, per facilitar la interpretació dels resultats, s'han elaborat unes (taules resum) amb els valors obtinguts anteriorment. Aquestes taules es mostren seguidament.

TAULES RESUM D'UNITATS DE COQUERES

1.2.1 Comptabilització coqueres part inferior

SENSE ELEMENTS INTERMITJOS Rn: 25mm					
Tipologia motlle	Total coqueres de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coqueres de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coqueres
MF1A2	2002	100%	86	88%	2088
SENSE ELEMENTS INTERMITJOS Rn: 40mm					
Tipologia motlle	Total coqueres de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coqueres de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coqueres
MF1A2	1762	96%	75	79%	1837

En aquesta taula resum es mostren les parts inferiors de la proveta *MF1A2* de (*l'exemple tipus*) amb els diferents recobriments de cada cara de la mateixa proveta, on en aquest cas no hi havien col·locats elements intermitjos en el propi armat.

Es pot observar per exemple, que a la cara amb un Rn de 25mm, s'ha obtingut un total de 2002 coqueres petites de 1-5mm i 86 coqueres grans de 5-25mm. En canvi, a la cara amb un Rn de 40mm, s'ha obtingut un total de 1762 coqueres petites, una quantitat inferior i 75 coqueres grans que representa també una quantitat inferior. Observant el total final, s'observa una clara diferència amb 2088 coqueres amb un recobriment de 25mm i de 1837 amb un recobriment de 40mm.

Valorant les cobertures, es pot observar que amb les coqueres petites amb els dos tipus de recobriments s'obtenen uns valors molt generals i pràcticament iguals, de 100% i 96%. Respecte a les coqueres grans, les cobertures es redueixen amb unes coqueres més localitzades i amb una variació més important respecte la variació de recobriment, obtenint uns valors de 88% i de 79%.

1.2.1 Comptabilització coqueres part inferior

AMB ELEMENTS INTERMITJOS Rn: 25mm					
Tipologia motlle	Total coqueres de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coqueres de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coqueres
MF2A2	956	79%	28	58%	984
AMB ELEMENTS INTERMITJOS Rn: 40mm					
Tipologia motlle	Total coqueres de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coqueres de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coqueres
MF2A2	519	83%	53	67%	572

En aquest cas, la taula resum es mostren les parts inferiors de la proveta *MF2A2* de (*l'exemple tipus*) amb els diferents recobriments de cada cara de la mateixa proveta, on en aquest cas si hi havien col·locats elements intermitjos en el propi armat.

En un primer moment, es poden observar uns resultats sorprenents respecte la taula anterior on la diferència és que hi havien elements intermitjos. En aquest cas, s'observa una clara reducció de coqueres valorant els resultats totals de 984 i 572 respecte els totals anteriors de 2088 i 1837.

Es pot observar per exemple, que a la cara amb un Rn de 25mm, s'ha obtingut un total de 956 coqueres petites de 1-5mm i 28 coqueres grans de 5-25mm. En canvi, a la cara amb un Rn de 40mm, s'ha obtingut un total de 519 coqueres petites, una quantitat inferior i 53 coqueres grans que representa en aquest cas una quantitat superior, però en el total final, s'obté una diferència important amb un total de 984 coqueres amb un recobriment de 25mm respecte les 572 amb un recobriment de 40mm.

Pel que fa a les cobertures, es pot observar que amb les coqueres petites amb els dos tipus de recobriments s'obtenen uns valors generals i amb poca diferència respecte els recobriments, amb uns valors de 79% i 83%. Respecte a les coqueres grans, les cobertures es redueixen amb unes coqueres més localitzades i amb una variació més important respecte la variació de recobriment, obtenint uns valors de 58% i de 67%.

1.2.2 Comptabilització coqueres part superior

<i>SENSE ELEMENTS INTERMITJOS Rn: 25mm</i>					
<i>Tipologia motlle</i>	<i>Total coqueres de 1-5mm</i>	<i>cobertura 1-5mm</i>	<i>Total coqueres de 5-25mm</i>	<i>cobertura 5-25mm</i>	<i>Total de coqueres</i>
MF1A2	681	100%	23	88%	704
<i>SENSE ELEMENTS INTERMITJOS Rn: 40mm</i>					
<i>Tipologia motlle</i>	<i>Total coqueres de 1-5mm</i>	<i>cobertura 1-5mm</i>	<i>Total coqueres de 5-25mm</i>	<i>cobertura 5-25mm</i>	<i>Total de coqueres</i>
MF1A2	555	88%	24	88%	579

En aquesta taula resum es mostren les parts superiors de la proveta *MF1A2 de (l'exemple tipus)* amb els diferents recobriments de cada cara de la mateixa proveta, on en aquest cas no hi havien col·locats elements intermitjos en el propi armat.

Es pot observar per exemple, que a la cara amb un Rn de 25mm, s'ha obtingut un total de 681 coqueres petites de 1-5mm i 23 coqueres grans de 5-25mm. En canvi, a la cara amb un Rn de 40mm, s'ha obtingut un total de 555 coqueres petites, una quantitat inferior i 24 coqueres grans que representa una mínima quantitat superior. Observant el total final, s'observa una diferència notable amb les 704 coqueres amb un recobriment de 25mm i les 579 amb un recobriment de 40mm.

Valorant les cobertures, es pot observar que amb les coqueres petites amb els dos tipus de recobriments s'obtenen uns valors molt generals però diferenciats, de 100% i 88%. Respecte a les coqueres grans, les cobertures també es mantenen generalitzades obtenint uns valors de 88% i de 88% en els dos casos.

1.2.2 Comptabilització coques part superior

AMB ELEMENTS INTERMITJOS Rn: 25mm					
Tipologia motlle	Total coques de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coques de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coques
MF2A2	359	88%	9	88%	368
AMB ELEMENTS INTERMITJOS Rn: 40mm					
Tipologia motlle	Total coques de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coques de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coques
MF2A2	247	75%	9	88%	257

En aquest cas, la taula resum també es mostren les parts superiors de la proveta MF2A2 de (l'exemple tipus) amb els diferents recobriments de cada cara de la mateixa proveta, però en aquest cas hi havien col·locats elements intermitjos en el propi armat.

En un primer moment, també es confirmen els resultats comentats anteriorment, que respecte la taula anterior on la diferència és que hi havien elements intermitjos. En aquest cas, s'observa una important reducció de coques, amb uns resultats totals de 368 i 257 respecte els totals anteriors de 704 i 579.

Es pot observar per exemple, que a la cara amb un Rn de 25mm, s'ha obtingut un total de 359 coques petites de 1-5mm i 9 coques grans de 5-25mm. En canvi, a la cara amb un Rn de 40mm, s'ha obtingut un total de 247 coques petites, una quantitat inferior i 9 coques grans que en

aquest cas són coincidents, però en el total final, s'obté una diferència relativament important amb un total de 368 coques amb un recobriment de 25mm respecte les 257 amb un recobriment de 40mm.

Pel que fa a les cobertures, es pot observar que amb les coques petites amb els dos tipus de recobriments s'obtenen uns valors diferenciats, amb un valor més general de 88% amb un recobriment de 25mm i de 75% amb un de 40mm. Respecte a les coques grans, les cobertures es mostren generalitzades obtenint uns valors de 88% i de 88% en els dos casos.

2. Assaig de ruptura per compressió segons UNE-EN 12390-3:200



Imatge 5.1.3.6: Proveta Assaig 2 (PA2).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



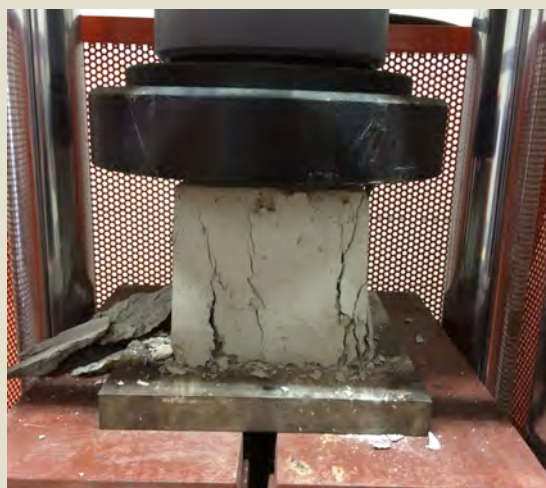
Imatge 5.1.3.7: Proveta col·locada a la premsa.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.3.8: Programa informàtic utilitzat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.1.3.9: Trencament de la proveta ACP1.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

```
184,73301;+054,99;+002,95;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
184,92201;+055,06;+002,95;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
185,11001;+055,11;+002,95;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
185,29901;+055,18;+002,96;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
185,48701;+055,22;+002,96;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
185,67601;+055,29;+002,96;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
185,86401;+055,33;+002,96;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
186,05301;+055,38;+002,97;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
186,24101;+055,43;+002,97;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
186,43001;+055,48;+002,98;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
186,61801;+055,53;+002,98;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
186,80701;+055,57;+002,98;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
186,99501;+055,61;+002,99;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
187,18401;+055,65;+002,99;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
187,37201;+055,67;+003,00;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
187,56101;+055,67;+003,01;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
187,74901;+055,65;+003,05;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
187,93801;+055,52;+003,09;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
188,12601;+055,08;+003,15;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
188,31501;+053,05;+003,27;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
188,50301;+049,03;+003,41;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
188,69201;+044,33;+003,57;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
188,88001;+040,61;+003,73;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
189,06901;+038,06;+003,89;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
189,25701;+036,05;+004,04;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
189,44601;+034,29;+004,19;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
189,63401;+032,86;+004,32;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
189,82301;+031,81;+004,45;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
190,01101;+030,92;+004,58;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
190,20001;+029,99;+004,71;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006
```

Imatge 5.1.3.10: Arxiu .TXT amb la força màxima en tones que s'ha arribat a l'assaig (55,67 T).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

Càlcul

Per la realització del procés de càlcul, se seguiran els passos descrits en el *punt 8 Assaig de ruptura per compressió del capítol 4 metodologia de l'estudi* del present treball.

El primer pas a realitzar en el procés de càlcul, serà passar el valor de la força màxima obtingut en tones (t) a Newtons (N).

$$55,67 \text{ t} \Rightarrow 55670 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} \Rightarrow 9,8 \text{ N}$$

$$55670 \text{ kg} \Rightarrow \mathbf{545566 \text{ N}}$$

Seguidament, relacionem la força obtinguda en funció de la superfície de la proveta, que en tots els casos el fet de ser una proveta cúbica de 15cm d'aresta la superfície en mil·límetres serà de $150 \times 150 = 22500 \text{ mm}^2$.

Per tan, aplicant aquest operació s'obtindrà el següent resultat:

$$545566 \text{ N} / 22500 \text{ mm}^2 = \mathbf{24,25 \text{ N/mm}^2}$$

El resultat obtingut, correspon a la resistència a compressió obtinguda de l'assaig.

Aquesta resistència, seguidament s'ha de transformar en una resistència normalitzada que s'obtindrà a partir multiplicant el valor anterior de $24,25 \text{ N/mm}^2$ pel coeficient de conversió de la *taula 86.3.2.a* de la instrucció EHE-08. Per tan, el valor final de resistència a compressió normalitzat s'obtindrà de la següent operació:

$$\text{Coef. conversió} = \mathbf{0,90}$$

$$24,25 \text{ N/mm}^2 \times 0,90 = \mathbf{21,83 \text{ N/mm}^2}$$

Valorant el resultat, en aquest cas es pot observar que la resistència a compressió obtinguda no assoleix els 25 N/mm^2 que com a tipus de formigó utilitzat hauria d'assolir, aquest fet segons el Sr. Pere Bellvehí pot ser degut al curat del formigó, ja que la l'humitat de la cambra humida del laboratori de la UdG està al voltant del 65%, quant realment per tenir un curat amb unes garanties òptimes hauria d'estar al 95%. Per tan, el fet d'obtenir una resistència amb una desviació relativament petita de $24,25 \text{ N/mm}^2$ abans d'aplicar el Coef. De conversió, es pot entendre que és degut al procés de curat.

5.1.4 CONCLUSIONS

En aquest assaig 2, les conclusions tretes són les següents:

- *A partir dels resultats obtinguts i valorats, es pot afirmar que amb un recobriment nominal superior de com a mínim 15mm de diferència respecte l'inferior, s'obté una millora en l'acabat final amb una reducció de coqueres superficials.*
- *Respecte als elements intermitjos, segurament ha estat el factor més difícil de raonar i treure unes conclusions prou clares pels resultats obtinguts. En aquest assaig, sembla evident que amb elements de formigó de dimensions 1x50x25 cm, la col·locació d'elements intermitjos beneficia l'acabat superficial amb la reducció de coqueres de petit i gran tamany respecte a la no col·locació d'aquests elements. Tot i així seria interessant realitzar un procés experimental més extens d'aquesta part.*
- *Pel que fa al material d'encofrar, sembla evident que afecta a l'acabat final, donant millors resultats l'encofrat de tauler de fusta d'abet respecte els encofrats de tauler fenòlic i metàl·lic.*
- *Relacionat amb l'encofrat, fa pensar que l'absorció de la fusta tingui a veure en la millora de l'acabat, per tan els encofrats absorbents sembla que donarien millors resultats que els encofrats no absorbents.*
- *Pel que fa al producte desencofrant, fa pensar que el desencofrant no ha fet la funció de capa separadora entre el formigó i l'encofrat, permetent l'adherència del ciment a l'encofrat. Tanmateix, el fet de que l'encofrat de tauler que és absorbent s'hagi comportat millor que l'encofrat metàl·lic i fenòlic, i que les coqueres coincideixin amb els fins de ciment adherits a l'encofrat, pot ser degut a que el propi desencofrant no hagi deixat lliscar amb prou facilitat les bombolles d'aire generades per efecte del vibrat cap a la superfície, quedant estancades en el seu recorregut i generant així les coqueres visualitzades.*

- *Parlant de la consistència del formigó, cal dir que com a conclusions, amb un formigó de consistència tova/plàstica, amb un assentament de con d'Abrams inferior a 5cm, és més probable tenir concentracions d'àrids, obtenint una massa poca homogènia, poc treballable, amb dificultats de realitzar un bon vibrat i propensa a generar coques en aquests punts localitzats.*

5.2. ESTUDI DE L'INCIDÈNCIA DEL PRODUCTE DESENCOFRANT EN L'ACABAT SUPERFICIAL

5.2.1 INTRODUCCIÓ

L'Objectiu d'aquest *assaig 3*, és de determinar l'incidència i repercussió del producte desencofrant en l'acabat final de les provetes.

S'intentarà partir de la mateixa metodologia descrita anteriorment, amb alguna petita modificació no significativa podent comparar així els resultats i conclusions variants que hi puguin haver.

Els *elements* objecte d'estudi d'aquest assaig són els següents:

- *Variació tipologia d'encofrat*
- *Variació producte desencofrant*
- *Variació consistència del formigó*

Els *condicionants establerts* objecte d'aquest estudi han estat els següents:

- *Dosificació Formigó*
- *Subministre directe de plana*
- *Armat*
- *Recobriments nominal*
- *Elements intermitjos*
- *Abocat del formigó*
- *Vibrat i compactat*
- *Desencofrat*

Condicionants establerts

Començant per parlar dels condicionants establerts, en primer lloc, la *dosificació del formigó*, s'ha mantingut la mateixa que a l'*assaig 1 i 2*, facilitada per la planta de formigons de PROMSA-HORPISA d'Olot descrita a l'inici del present treball.

Un dels condicionants establerts en aquest *assaig 3* que no varia respecte *l'assaig 2*, és el *subministrament del formigó*, que es continuarà subministrant de la pròpia planta de formigons de PROMSA-HORPISA d'Olot mitjançant camió formigonera. D'aquesta manera, mantenint aquest formigó s'intenta partir d'allà mateix.

Un altra condicionant que s'ha mantingut per donar continuïtat al procés, ha estat la *col·locació de l'armat*. S'ha mantingut el mateix armat descrit a l'inici del treball i emprat en els assajos anteriors. No obstant, en aquest estudi, a l'armat no s'hi col·locaran elements intermitjos ja que pel que s'ha vist a *l'assaig 2* no s'ha observat una incidència en l'acabat final.

El recobriment nominal, és un dels condicionants que s'han variat respecte *l'assaig 2*.

En aquest cas s'ha decidit mantenir el mateix recobriment a banda i banda de l'encofrat, amb un recobriment de 40mm, ja que valorant els resultats de l'assaig anterior, *l'assaig 2*, s'ha cregut augmentar-lo per intentar millorar la qualitat de l'acabat final.

(*Veure imatges: 5.2.2.13*).

L'abocat del formigó, és un altre dels condicionants establerts en aquest assaig, que s'ha mantingut el mateix que a *l'assaig 2*, l'abocat amb cubilot.

El *vibrat* del formigó, aquest condicionant, serà de la mateixa manera que en els assajos anteriors, un vibrat interior mitjançant vibrador d'agulla i serà utilitzat per la mateixa persona.

El procés de desencofrat, aquest últim condicionant a tenir en compte com a últim procés a realitzar, també es mantindran els mateixos passos que en els assajos anteriors, fixant un termini d'entre 1 i 5 dies. (*Veure imatges: 5.2.2.25 i 5.2.2.26*).

Elements objecte d'estudi

Variació tipologia encofrat

En aquest assaig, pel que fa a la *variació de la tipologia d'encofrat*, s'ha tingut en compte l'utilitzada als estudis anteriors i descrita al *capítol 4 metodologia de l'estudi*, que com a materials teníem els següents, recordem-los: l'acer, el contraxapat de fenòlic i el tauler tricapa de fusta d'abet.

Per la formació dels motlles, s'han reutilitzat també els de l'assaig 2, afegint-ne un de nou que el podem considerar mixta, format en una cara amb tauler fenòlic i a l'altre cara amb tauler tricapa de fusta d'abet. Per tan, aquest assaig el formaran un total de 7 motlles.

Variació producte desencofrant

Un dels elements que representa un canvi més significatiu i representatiu pels resultats finals del conjunt de l'assaig, ha estat l'elecció de tres tipologies de productes desencofrants a aplicar.

Aquest pas, bé donat pels resultats obtinguts a l'assaig 2 i les conclusions tretes, recordem-les:

[...] les conclusions que es poden treure, principalment són que el desencofrant no ha fet la funció de capa separadora entre el formigó i l'encofrat, permetent l'adherència dels fins de ciment a l'encofrat [...]

A partir d'aquí, per escollir aquestes 3 varietats de productes desencofrants, en un primer moment s'ha consultat el llibre [1] Calavera J. i altres (2000) *Aspectos visuales del hormigón*. (p.45) Madrid: INTEMAC comenta el següent:

Básicamente los productos desencofrantes pertenecen a alguno de los siguientes tipos:

- *Aceites o sustancias grasas, de origen vegetal o mineral.*
- *Emulsiones de aceite en agua, donde la fase exterior o continua es agua.*
- *Emulsiones de agua en aceite, donde la fase exterior o continua es aceite.*
- *Aceites con agentes tensoactivos.*
- *Pinturas impregnantes tapaporos.*
- *Productos químicos tensoactivos.*

Se pueden también encuadrar en dos grandes categorías: los que actúan como una barrera (los aceites y algunas emulsiones), y los químicamente activos, que poseen agentes tensoactivos que hacen que los ácidos grasos del desencofrante reaccionen con la cal del hormigón produciendo un jabón que forma una película entre el hormigón y el encofrado.

Las pinturas tapaporos aumentan el número de burbujas.

Las emulsiones de agua en aceite , o los aceites y productos químicos con agentes tensoactivos se han comportado adecuadamente. Producen pocas burbujas y las variaciones de color són muy pequeñas, y prácticamente con todo tipo de encofrados.

Una altre bibliografia consultada que parla sobre aquest tema comentat a l'inici del treball, és l'informe N°5 [9] del CIB W-29 (1973) *Tolerancias sobre los defectos del aspecto del hormigón*, comenta el següent: [...] *Para reducir las burbujas, conviene utilizar una emulsión de agua en aceite o un aceite adicionado con un agente tenso-activo en proporción controlada. Emulsiones solubles en agua no són recomendadas, porque tienen tendencia a dar una superficie polvorienta y sucia, de porosidad variable [...].*

A banda de la bibliografia consultada, i una vegada analitzada, es van comentar tots aquest conceptes amb la tutora del treball, la professora Sra. Maria Mercè Pareta i Marjenades, amb el professor Sr. Joan Llorens Sulivera i amb el cap d'Àrea de construcció de l'empresa Cecam de Celrà el Sr. Agustí Pascual i Pinsach com a tutor extern del present treball. Seguidament, es va decidir que es buscarien diferents empreses subministradores de productes desencofrants, amb certa experiència en el sector i que a partir d'aquí s'escollirien les tipologies de productes més adients per realitzar l'assaig amb garanties.

Abans de realitzar aquest pas, es va fer una visita a diferents obres en construcció de l'empresa família de l'alumne que realitza el present treball, i la primera observació feta i preocupant en el mateix temps va ser la següent:

En murs de formigó per acabat vist, quant s'utilitzava tauler fenòlic com a encofrat, quant s'hi aplicava un producte desencofrant, l'aspecte final empitjorava, observant una quantitat important de coqueres, no obstant, quant s'utilitzava tauler fenòlic nou, sense l'aplicació d'un producte desencofrant el número de coqueres era menor, quedant un aspecte final de qualitat.

D'altra banda, quant l'encofrat era amb planxa, i s'aplicava un producte desencofrant, en l'aspecte final també s'observaven una quantitat important de coqueres.

En una altra obra, en uns fonaments d'un habitatge on anaven encofrats, s'utilitzava tauler de fusta d'avet reutilitzat i sense aplicar-hi producte desencofrant, en aquest cas, en l'acabat no s'observaven pràcticament coqueres tot i que la tonalitat del formigó era més fosca i irregular. Aquestes observacions, coincidien amb els resultats de *l'assaig 2* i reflectien el problema existent.

A partir d'aquí, es va contactar amb diferents empreses subministradores, entre elles: SIKA, MAPEI, BASF i DOSMAR.

Pel que fa a les empreses subministradores del producte, el primer inconvenient observat, era les poques tipologies de desencofrants disponibles, on pràcticament tots es basaven en tipologies d'olis minerals i vegetals semblants al desencofrant ja utilitzat en *l'assaig 1 i 2* del present treball. El que interessava en aquell moment, era trobar una tipologia diferent, amb un agent tenso-actiu inclòs, tal com comentava la bibliografia citada anteriorment o una altra tipologia recomanada.

Comentant aquestes observacions i problemes observats al diferents comercials venedors dels productes, les respostes trobades eren principalment que els seus productes donaven bons resultats, que no s'havien trobat en aquest problema i que creien que tot venia o bé del tipus de ciment utilitzat o del vibrat.

El següent pas, enmig de la confusió general, es va decidir contactar amb l'empresa que elabora el formigó, PROMSA, del grup Ciments Molins amb seu a de Sant Vicenç del Horts (Barcelona). Parlant en primer lloc amb el cap de planta d'Olot, el Sr. Jordi Llongariu es va decidir concretar una visita amb el Responsable de Qualitat d'aquesta empresa, el Sr. Jordi Altet i Torné, per comentar-li el fet.

En aquella visita, es va parlar de la tipologia de formigó utilitzada i concretament del tipus de ciment on el Sr. Jordi Altet i Torné va comentar el següent:

*[...] Jo no crec que el problema estigui relacionat amb el ciment, la tipologia utilitzada és la d'un ciment CEM II/A-L 42,5 R, que és un ciment que com a addició porta la calç amb una quantitat d'entre el 6-8%, que el que fa és ajudar a que el formigó sigui més treballable, millorant la docilitat.
[...].*

Seguidament, amb el Sr. Jordi Altet i el Sr. Jordi Llongariu, es van visualitzar les provetes de l'assaig 2, i l'adherència de fins a l'encofrat. En aquell moment, el Sr. Jordi Altet i Torné va comentar el següent:

[...] això ha de venir del desencofrant, no ha fet la funció de capa separadora entre el formigó i l'encofrat [...].

Després d'aquest recorregut d'opinions diverses, es va transmetre en una trobada a la tutora la Sra. Maria Mercè Pareta, i al professor el Sr. Joan Llorens Sulivera i es va decidir que seria important i necessari poder parlar amb els responsables de l'elaboració del desencofrant, de les diferents empreses subministradores, més que el seu comercial, per poder saber i entendre la seva funció i comportament. A banda d'això, també es va decidir contactar amb empreses del sector de l'edificació que utilitzessin el producte, intentant així saber la seva opinió.

Com a empreses relacionades amb el sector, es va decidir contactar amb l'empresa Casellas Xirgu de Girona (pedra arquitectònica), Marbres Coll d'Olot (marmolista) i Viguetes Espa de Sant Joan Les Fonts (prefabricats).

En totes tres situacions els resultats van ser realment coincidents, les tres empreses utilitzaven una tipologia de desencofrant en base a ceres obtenint uns molt bons resultats.

Després d'aquestes opinions, es va contactar amb l'empresa GIRMICA de Castellfollit de La Roca, subministradora de productes desencofrants i proveïdora de les empreses Marbres Coll d'Olot (marmolista) i Viguetes Espa de Sant Joan Les Fonts (prefabricats).

Parlant amb el Gerent, el Sr. Francesc Casaponsa, va comentar que aquestes empreses utilitzaven un desencofrant format per un dissolvent i una cera pura, que una vegada aplicat, el dissolvent s'evaporava i quedava tan sols la cera, i que els resultats eren realment satisfactoris, quedant una capa d'acabat molt fina i brillant, acabat que dona la pròpia cera. A partir d'aquí, se li va transmetre el problema patit en l'assaig 1 i 2, amb l'adherència d'aquests fins de ciment a l'encofrat i consegüentment els defectes d'acabat superficials. En Francesc, ràpidament va comentar el següent:

[...] És un problema del desencofrant, no ha actuat bé, quedem, ens mirem el problema i decidim què fem [...].

A la trobada, en Francesc va portar una mostra del desencofrant de cera, es va visualitzar el problema i es va creure que un motiu era el desencofrant pel que feia a les coqueres de menor tamany i que per les de major tamany on es podia veure l'àrid a l'interior podria venir de la consistència del formigó, on si ho recordem, s'havia servit amb uns valors d'assentament de 4,5cm, fet que provocava poca homogeneïtat en el formigó i possibles concentracions d'àrids en alguns punts.

Després d'aquesta trobada, es va decidir que s'utilitzaria aquest desencofrant en base a cera com un dels tipus a utilitzar en *l'assaig 3*.

Abans de començar *l'assaig 3*, es volia trobar un altre tipus de desencofrant, amb un agent tenso actiu inclòs, seguint el que comentava la bibliografia consultada, *l'informe N°5 [9] del CIB W-29 (1973) Producción de hormigón de color uniforme y sin defectos de superficie*.

De les empreses subministradores dels productes, es va contactar amb el comercial de l'empresa DOSMAR (València), el Sr. Francesc, que havia subministrat el desencofrant utilitzat *assaig 2*. Va comentar que en tenien un que no tenia tanta sortida en el mercat, que estava basat en un oli mineral diluït amb aigua i amb un agent tenso actiu inclòs. Parlant del seu comportament va comentar el següent:

[...] Aquest desencofrant no és pur, es dilueix amb aigua amb una relació apropiada de 1/3, amb un agent tenso actiu que la seva funció principal és de lligat de l'oli mineral i l'aigua [...]

Es va decidir utilitzar aquest producte com el tercer tipus per realitzar *l'assaig 3*. Disposant així de tres tipologies de desencofrants de la següent tipologia:

- Desencofrant pur d'oli mineral.
- Desencofrant d'oli mineral diluït amb aigua i amb agent tenso-actiu.
- Desencofrant pur a base de dissolvent i cera.

A partir d'ara, pel procediment de *l'assaig* i la valoració dels resultats, s'anomenaran de la següent manera:

- **DO** (*desencofrant d'oli mineral*).
- **DT** (*desencofrant d'oli mineral amb aigua i amb agent tenso-actiu*).
- **DC** (*desencofrant pur a base de dissolvent i cera*).

Variació consistència del formigó

Una altra de les decisions prèvies a l'inici de l'assaig, és la variació de la consistència del formigó en 3 dels motlles fets, tenint així dues tipologies de consistències en el mateix assaig. La manera d'aconseguir-ho, serà la següent:

El formigó demanat a planta, serà el mateix que a *l'assaig 2*, un formigó de consistència tova/plàstica, amb un assentament del con al voltant de 5cm, a partir d'aquí una vegada omplert els 4 primers motlles de les 3 tipologies d'encofrat i el motlle mixta, s'hi afegirà aigua controlada a dins l'amassada restant del camió formigonera, canviant la consistència del formigó i seguidament omplint els 3 motlles restants. Aquest fet, comportarà tenir uns resultats de dues consistències valorant així el comportament de les coqueres davant aquesta variació.

Una de les variacions respecte el descrit al *capítol 5 metodologia dels assajos*, ha estat l'assaig del Con d'Abrams segons la *UNE-EN 12350-2*, ja que en aquest cas, el fet de variar la consistència del formigó, es farà un con a l'inici de l'abocat i abans de variar la consistència del formigó, i un altre després de variar la consistència, comprovant d'aquesta manera la variació d'assentament.

Tanmateix, també hi haurà un canvi per la fabricació i conservació de provetes, ja que en aquest cas només se'n fabricarà una per fer la ruptura a compressió a 28 dies. S'ha cregut oportú fer-ho així, per l'objectiu que va destinat aquest assaig, que obtenint la informació de la resistència a 28 dies és suficient pel propi treball, i d'aquesta manera estalviem en costos i temps.

La nomenclatura utilitzada d'identificació dels **7 motlles** o provetes serà la següent: **MP1A3, MP2A3, MF1A3, MF2A3, MT1A3, MT2A3, MM1A3**.

- **M:** Motlle
- **P:** Planxa
- **F:** Fenòlic
- **T:** Tauler
- **M:** Mixta
- **1:** Consistència tova
- **2:** Consistència fluïda
- **A3:** Assaig 3

Per les provetes s'ha optat pel següent: **ACPN**.

- **AC:** Assaig compressió
- **PN:** Probeta i número identificació

5.2.2 PROCEDIMENT



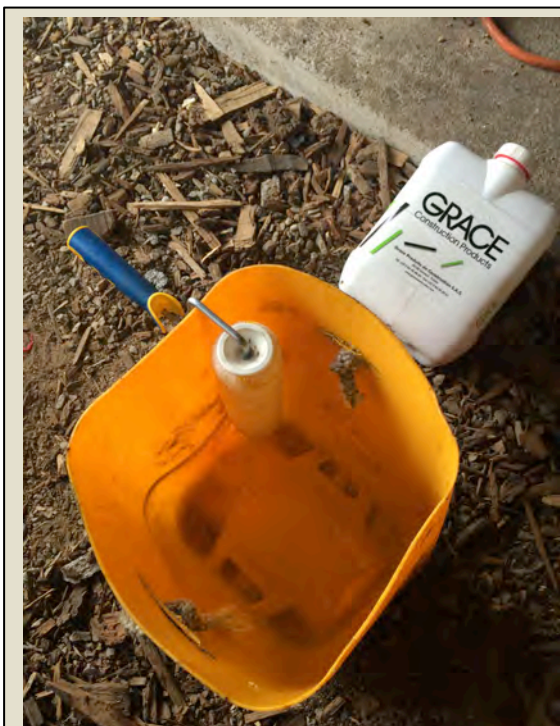
Imatge 5.2.2.1: Col·locació armat obert.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.2: Untat amb oli desencofrant DT (planxa).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.3: Preparació desencofrant de cera (DC).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.4: Muntatge de proveta.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.5: Untat amb productes desencofrants. Desencofrant DT. (tonalitat blanca). Desencofrant DO (tonalitat transparent).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.6: Untat amb oli desencofrant amb dissolvent i base cera. Contraxapat de fenòlic.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



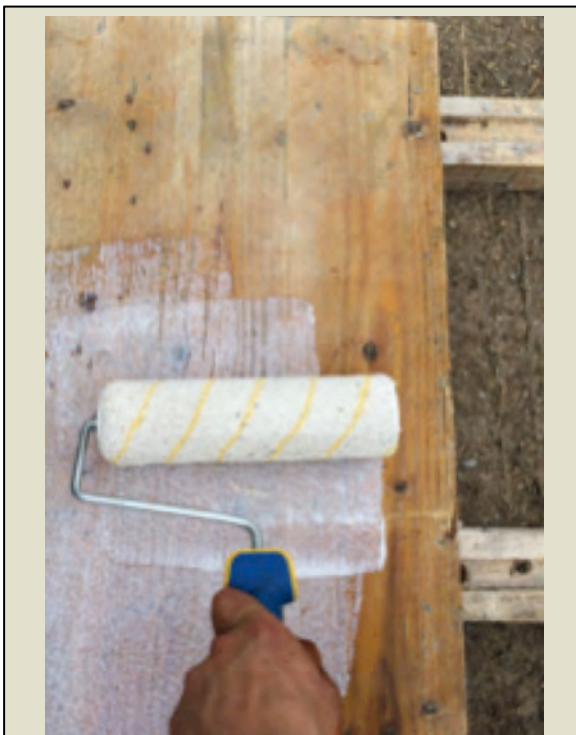
Imatge 5.2.2.7: Part esquerra, untada (DT) i (DC) i part dreta amb (DO).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.8: Tauler fenòlic, (part esquerra desencofrant DT, part dreta desencofrant DO).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.9: Muntatge motlle tauler.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.10: Untat amb oli desencofrant DT.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.11: Part esquerra, untada (DC) i part dreta amb (DO) i (DT).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.12: Tauler de fusta (part esquerra desencofrant DT, part dreta desencofrant DO).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.13: Col·locació de separadors de 40mm.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.14: Procés de formigonat assaig 3.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



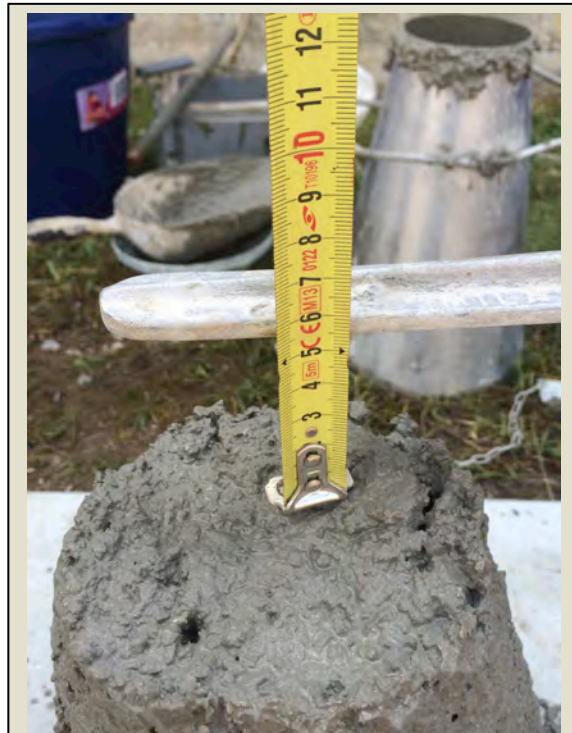
Imatge 5.2.2.15: Procés de formigonat. Abocat amb cubilot assaig 3.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.16: Assaig (1) con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2). Consistència tova (5-10).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.17: : Assaig (1) con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2). Consistència tova (5-10).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.18: Afegint 20 litres d'aigua i variant consistència del formigó.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.19: Assaig (2) con d'Abrams segons (UNE-EN 12350-2). Consistència fluida (8-17).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.20: Assentament de 12 cm.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.21: Formigonat motlle fenòlic acabat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.22: Procés de formigonat acabat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.23: Després de formigonar. Consistència tova. Assentament 5,5cm (tonalitat fosca).

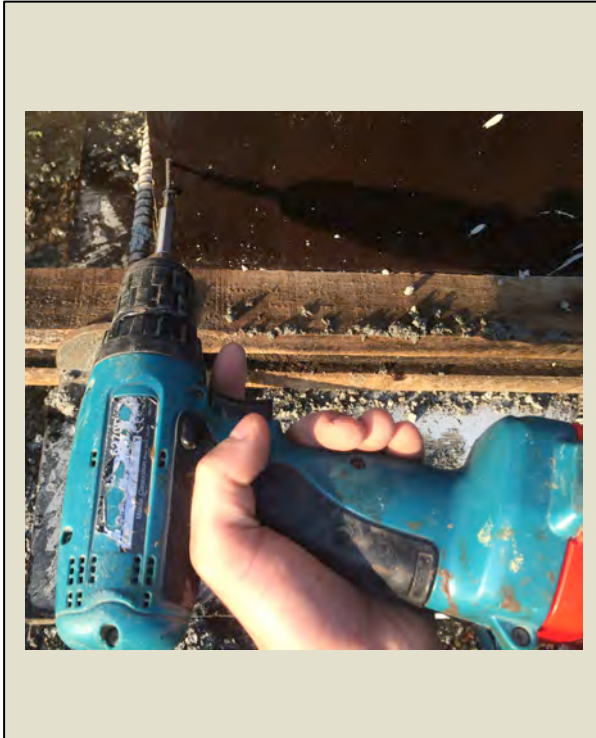
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



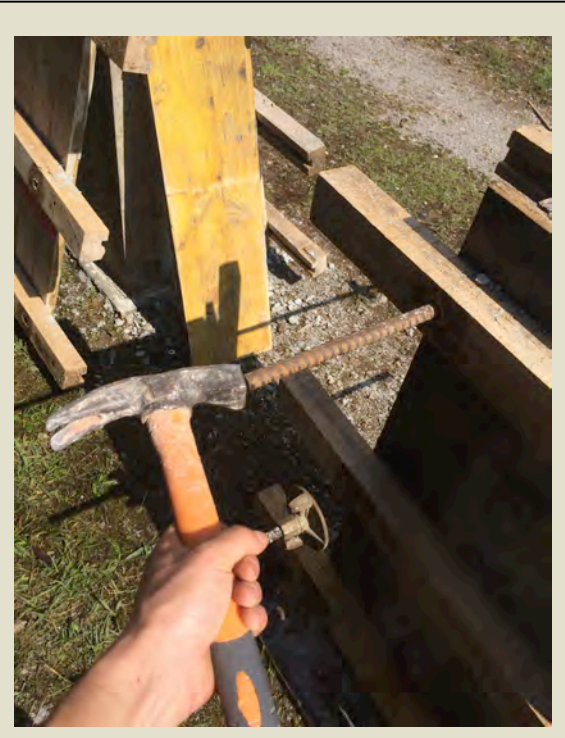
Imatge 5.2.2.24: Després de formigonar. Consistència fluida (+20l). Assentament 12cm (tonalitat clara).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

Procés de desencofrat: (2 dies després del formigonat)



Imatge 5.2.2.25: Procés de desencofrat 2 dies després del formigonat. (descollant bisos).
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.2.26: Procés de desencofrat.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

5.2.3 RESULTATS

Com a resultats finals d'aquest assaig 3, els podem desglossar en els següents punts:

2. Comportament del producte desencofrant a:

1.3 L'encofrat

1.3.1 Amb consistència tova

1.3.2 Amb consistència fluïda

1.4 Les coqueres superficials

1.4.1 Amb consistència tova

1.4.2 Amb consistència fluïda

1.5 Comptabilització coqueres part inferior

1.5.1 Amb consistència tova

1.5.2 Amb consistència fluïda

1.6 Comptabilització coqueres part superior

1.6.1 Amb consistència tova

1.6.2 Amb consistència fluïda

3. Comportament sense producte desencofrant a:

2.1 L'encofrat

2.1.1 Amb consistència tova

2.2 Les coqueres superficials

2.2.1 Amb consistència tova

2.3 Comptabilització coqueres part inferior

2.3.1 Amb consistència tova

2.4 Comptabilització de coqueres part superior

2.4.1 Amb consistència tova

3. Assaig resistència a compressió del formigó segons UNE EN 12390-3:2009:

1.1 L'encofrat

A partir del procés de desencofrat de les 6 provetes on s'han aplicat les diferents tipologies de desencofrant, realitzat 2 dies després del formigonat, s'ha observat una variabilitat i comportament diferenciat del producte desencofrant envers les diferents tipologies d'encofrats i la variació de la consistència del formigó. Per aquest motiu, i per la rellevància que pot tenir en el present treball, s'ha cregut oportú remarcar i comentar aquests fets com a resultats del propi assaig.

1.1.1 Amb consistència tova

Valorant els resultats obtinguts de les 3 provetes amb el formigó utilitzat a l'inici de l'assaig, on no s'ha aplicat cap modificació de les seves propietats, i obtenint un assentament de con d'Abrams de 5cm, per tan amb una consistència que es pot considerar tova, podem valorar els resultats de la següent manera:

Pel que fa a la proveta realitzada amb encofrat d'acer, la *MP1A3*, dels tres productes desencofrants aplicats, la cara d'encofrat on hi havia el *DT* hi ha hagut una adherència important de ciment a l'acer a tota la superfície augmentant a la part superior del motlle, d'altra banda, en la part on hi havia el *DO*, la poca adherència de ciment que hi ha hagut s'ha mostrat repartida uniformement a tota la superfície de l'encofrat. Pel que fa al *DC*, podem observar que no es mostra adherència de ciment a l'encofrat excepte a la part superficial del motlle on hi ha una acumulació important. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.1 Encofrat)*.

Referent a la proveta de tauler fenòlic, la *MF1A3*, començant pel desencofrant *DT*, a la zona on hi estava aplicat, ha quedat una part molt important de ciment adherida a l'encofrat i uniformement repartida. No obstant, la zona on hi havia el *DO*, s'ha mostrat inalterable, deixant una superfície neta de ciment. Finalment, a la zona del *DC*, hi ha hagut una adherència mínima augmentada a la part superior amb una quantitat important. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.1 Encofrat)*.

De la proveta de tauler d'abet, la *MT1A3*, valorant en primer lloc el comportament del *DT*, no s'observa adherència de ciment en tota la superfície de l'encofrat, respecte a la part del *DO*, també es mostra inalterable i neta. La zona representada pel *DC*, es mostra alterada, amb una adherència irregular a tota la superfície del tauler. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.1 Encofrat)*.

1.1.2 Amb consistència fluïda

Valorant els resultats obtinguts de les següents 3 provetes amb el formigó utilitzat a l'inici de l'assaig, modificant les seves propietats, i obtenint un assentament de con d'Abrams de 12cm, per tan amb una consistència fluïda, podem valorar els resultats de la següent manera:

Pel que fa a la proveta realitzada amb encofrat d'acer, la *MP2A3*, dels tres productes desencofrants aplicats, la cara d'encofrat on hi havia el *DT* hi ha hagut una adherència de ciment desigual a l'acer, amb zones amb una adherència important i en d'altres, on l'adherència és pràcticament inapreciable. En la part on hi havia el *DO*, pràcticament no es mostra adherència de ciment a l'encofrat, mostrant una superfície neta amb alguna adherència puntual localitzada. Per que fa al *DC*, podem observar que es mostra una mínima adherència de ciment repartida a l'encofrat excepte a la part superior del motlle on hi ha una acumulació important. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.1 Encofrat)*.

Respecte a la proveta de tauler fenòlic, *MF2A3*, començant pel desencofrant *DT*, a la zona on hi estava aplicat, ha quedat una part molt important de ciment adherida a l'encofrat i uniformement repartida. No obstant, la zona on hi havia el *DO*, s'ha mostrat una mínima adherència de ciment, accentuada a la part central i baixa, reduïda a la part superior, però amb alguns punts puntuals de gran adherència. Si ens centrem a la zona del *DC*, hi ha hagut una adherència bastant important a tota la superfície del tauler, accentuada a la part superior del mateix. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.1 Encofrat)*.

En la proveta de tauler d'abet, la *MT2A3* valorant en primer lloc el comportament del *DT*, no s'observa adherència de ciment en tota la superfície de l'encofrat, respecte a la part del *DO*, es mostra inalterable i neta, i la zona representada pel *DC*, també es mostra en bones condicions i sense adherències. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.1 Encofrat)*.

1.2 Les coqueres superficials

A banda dels resultats descrits anteriorment sobre l'encofrat, s'han obtingut uns acabats diferenciats a les cares de les provetes que coincideixen amb l'aplicació dels diferents productes desencofrants, aquestes variacions, es manifesten mitjançant coqueres i variacions de tonalitat.

1.2.1 Amb consistència tova

Començant per la proveta *MP1A3*, que s'ha desencofrat primer, on el seu encofrat era metàl·lic, a la cara on hi havia aplicats els desencofrants *DT* i *DO*, meitat de cara per a cada desencofrant, es pot observar una diferència notable d'acabat. La part on hi havia aplicat el desencofrant *DO*, es mostra una superfície amb una quantitat important de coqueres incrementada principalment a la part central i baixa de la proveta, pel que fa la tonalitat, es mostra una tonalitat clara i uniforme. Valorant els resultats del *DT*, es pot observar un acabat amb molt poca quantitat de coqueres, però d'altra banda, la tonalitat es mostra més fosca i variable. Si ens fixem en la cara on hi havia aplicat el *DC*, es pot apreciar una superfície amb poca quantitat de coqueres, de tamany reduït i repartides uniformement. La tonalitat és clara i uniforme. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.2 Les coqueres superficials).*

Els resultats obtinguts de la proveta de tauler fenòlic, *MF1A3*, començant per la cara on hi havia aplicats els desencofrants *DT* i *DO*, es pot observar que la zona on hi havia el *DO*, hi ha una quantitat important de coqueres, amb un acabat d'una tonalitat clara i uniforme. Valorant el costat del *DT*, podem constatar que hi ha una quantitat inferior de coqueres, mostrant una tonalitat més fosca i uniforme. Respecte a la part oposada, la del *DC*, es pot valorar com a millorada respecte a les altres, on no s'aprecien pràcticament coqueres i les que s'aprecien són de dimensions reduïdes. La tonalitat és clara i uniforme. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.2 Les coqueres superficials).*

Referent a la proveta de tauler d'abet, la *MT1A3*, si ens basen en la cara on estaven aplicat els *DT* i *DO*, es poden valorar els resultats com a realment satisfactoris, a les dues bandes on hi havien aplicat els dos desencofrants s'han mostrat impecables. No s'observen coqueres i la tonalitat és clara i uniforme. Pel que fa a la cara on hi havia el *DC*, s'aprecia un acabat amb molt poca quantitat de coqueres, i amb una tonalitat menys uniforme, amb tonalitats clares i més fosques possiblement per la variació d'absorció de la fusta. *Veure annex (Assaig 3-subpunt 1.2 Les coqueres superficials).*

1.2.2 Amb consistència fluïda

Analitzant els mateixos resultats que el punt anterior, amb la diferència principal de la variació de la consistència, es pot valorar de la següent manera:

Comentant també, per la proveta on l'encofrat era de planxa, *MP2A3* i analitzant la cara on els desencofrants eren els *DT* i *DO*, ha resultat també, que la part on hi havia el *DO* l'acabat ha estat de menor qualitat, augmentant el número de coqueres principalment a la part central i baixa, en canvi, la zona del *DT*, la quantitat de coqueres es redueix considerablement, mostrant una superfície de qualitat respecte aquest tema. Parlant de la tonalitat, la zona del desencofrant *DT*, es mostra clara i uniforme, just al contrari del *DO*, on és desigual amb zones on la tonalitat és clara i d'altres on és fosca. Amb els resultats obtinguts de la part del producte *DC*, cal dir que l'acabat és de qualitat, amb poques coqueres i de petites dimensions i amb una tonalitat clara i uniforme en tot el conjunt. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.2 Les coqueres superficials).*

Seguint per la mostra *MF2A3*, i començant per la mateixa cara, s'ha vist que la part on hi havia aplicat el *DO*, respecte la zona del *DT*, hi ha un nombre més gran de coqueres, repartides a tota la superfície perjudicant l'acabat final. La zona del *DT*, hi ha una quantitat reduïda de coqueres obtenint uns resultats de qualitat. La tonalitats, es mostren diferenciades, obtenint una tonalitat clara i uniforme a la zona del *DO* i una tonalitat més fosca i uniforme a la zona del *DT*. Valorant la zona on hi havia el producte *DC*, els resultats han estat satisfactoris, amb una zona on pràcticament no s'aprecien coqueres, de reduït tamany i uniformement repartides. La tonalitat és clara i uniforme. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.2 Les coqueres superficials).*

Acabant amb la proveta *MT2A3*, valorant l'obtingut a la cara dels *DT* i *DO*, concretament la part on hi havia el producte *DO*, pràcticament no s'observen coqueres a la part central i baixa i amb una quantitat reduïda a la part superior. La banda del *DT*, també es mostren un resultats satisfactoris, tot i que la quantitat de coqueres és reduïda, és més important que a la zona del *DO*. Pel que fa a les tonalitats, a la zona del *DO*, es mostra una tonalitat variable en alguns punts, possible variació d'absorció de la fusta. No obstant, a la zona del *DT*, la tonalitat és més fosca i relativament uniforme excepte d'alguns punts localitzats. Amb el desencofrant *DC*, l'acabat ha estat realment favorable, pràcticament no s'aprecien coqueres a tota la zona, estant ben repartides i de tamany molt reduït. La tonalitat és clara i uniforme. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.2 Les coqueres superficials).*

1.3 Comptabilització de les coqueres

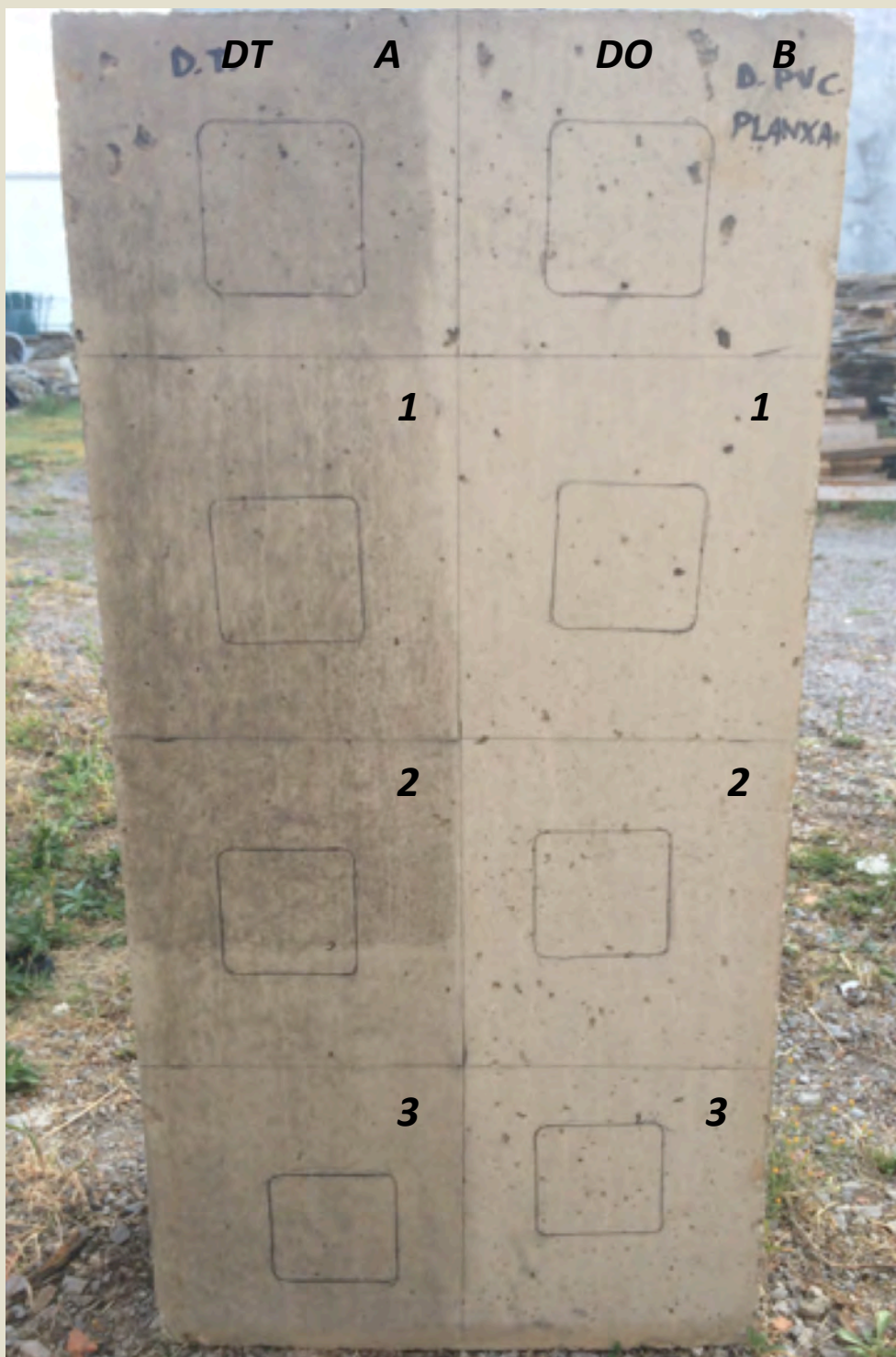
Per realitzar aquesta part, s'ha seguit el procés descrit en el (*Punt 6 Comptabilització de les coqueres del capítol 4 metodologia dels assajos*) del present treball.

Una vegada fet aquest procés, es comptabilitzaran i s'anotaran les coqueres en funció del seu tamany i en funció de la zona on s'ha aplicat cada producte desencofrant.

Aquestes dades, s'han reflectit en unes taules, per a cada tipologia de desencofrant i en funció de cada consistència. Queden adjuntes a *Annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.3 Comptabilització de les coqueres)*.

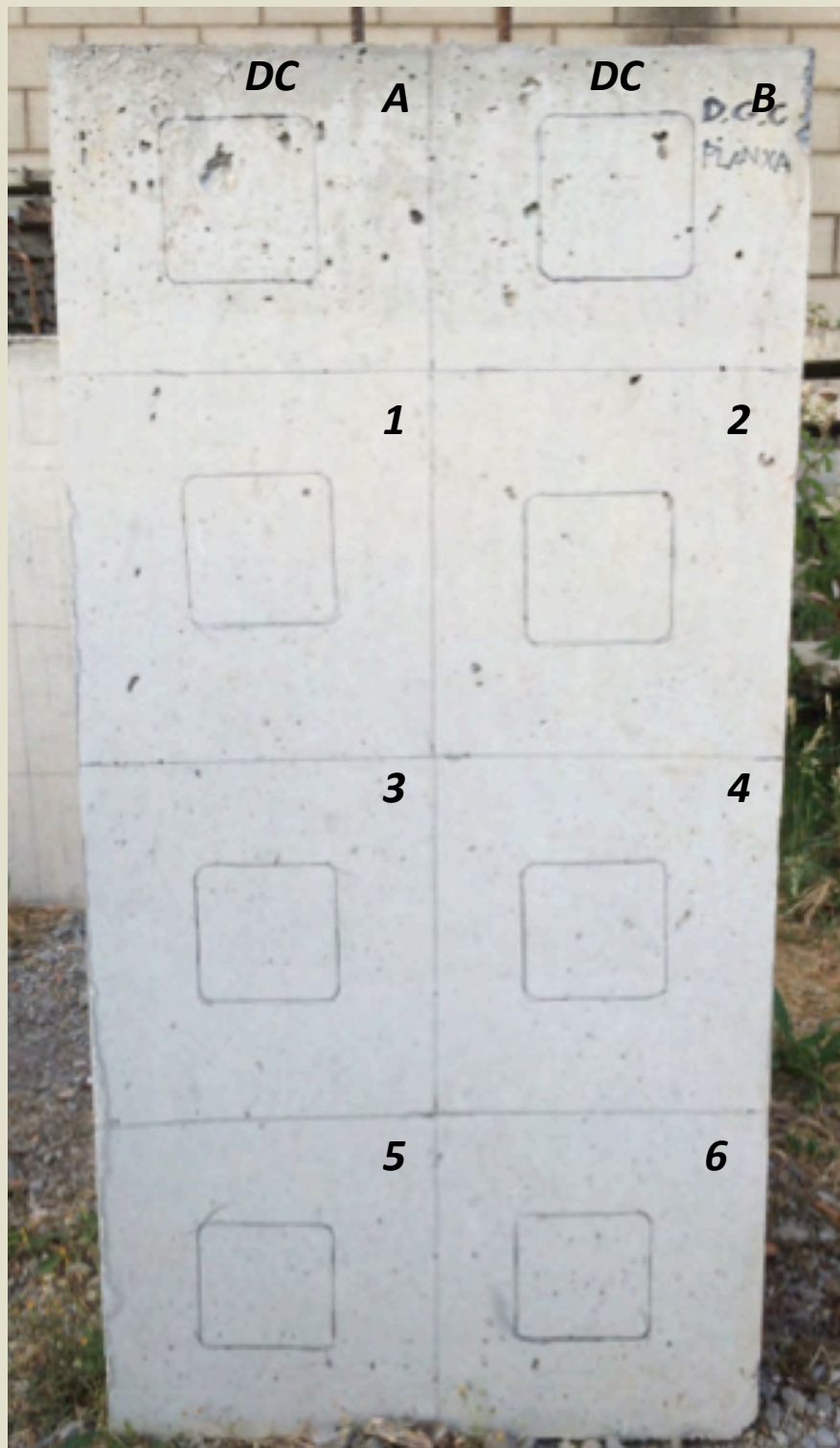
D'altra banda, s'han elaborat unes taules resum dels resultats de les diferents taules. Aquestes taules queden adjuntes en els punts següents del present estudi.

Per intentar fer més aclaridor el procés i la metodologia utilitzada, seguidament s'adjunta un (*exemple tipus*) de la proveta *MP1A3* del present estudi, amb el procés seguit, des del repartiment de les superfícies en funció d'on estava aplicat cada producte desencofrant, fins a la formació de les taules de resultats de la proveta.



Imatge 5.2.3.1: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura. (Part esquerra zona on hi havia el DT, part dreta zona on hi havia DC).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.3.2: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura. (A tota la superfície hi havia aplicat el desencofrant DC).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

1.3 Comptabilització coqueres part inferior

DESENCOFRANT D'OLI MINERAL PRODUCTE TENSOACTIU I DILUIT AMB AIGUA (DT)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
666,67	100	1	6	40	100%	0	0	100%
666,67	100	2	4	27	100%	1	3	50%
666,67	100	3	10	33	50%	0	0	100%
suma total				100	suma total		3	
tant%				5,00%	tant %		0,17%	
Cob. Mitjana				83,33%	Cob. Mitjana		16,67%	

1.4 Comptabilització coqueres part superior

DESENCOFRANT D'OLI MINERAL PRODUCTE TENSOACTIU I DILUIT AMB AIGUA (DT)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres 5-25mm	total forats 5-25mm	cobertura 5-25mm
500	100	A	12	60	100%	1	3	50%
suma total				60	suma total		3	
tant%				12,00%	tant%		0,50%	
Cob. Mitjana				100,00%	Cob. Mitjana		50,00%	

1.3 Comptabilització coqueres part inferior

DESENCOFRANT A BASE D'OLI MINERAL (DO)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
666,67	100	1	16	80	75%	0	0	100%
666,67	100	2	63	420	100%	0	0	100%
666,67	100	3	47	313	100%	0	0	100%
suma total				813		suma total	0	
tant%				40,67%		tant%	0,00%	
Cob. mitjana				91,67%		Cob. mitjana	100,00%	

1.4 Comptabilització coqueres part superior

DESENCOFRANT A BASE D'OLI MINERAL (DO)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
500	100	B	12	30	50%	2	3	25%
suma total				30		suma total	3	
tant%				6,00%		tant%	0,50%	
Cob. mitjana				50,00%		Cob. mitjana	25,00%	

1.3 Comptabilització coqueres part inferior

DESENCOFRANT A BASE DE DISSOLVENT I CERA NATURAL (DC)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
666,67	100	1	5	17	50%	0	0	100%
666,67	100	2	2	13	100%	0	0	100%
666,67	100	3	9	45	75%	0	0	100%
666,67	100	4	10	67	100%	0	0	100%
666,67	100	5	15	75	75%	0	0	100%
666,67	100	6	22	147	100%	0	0	100%
suma total				363	suma total			0
tant%				9,08%	tant %			0,00%
Cob. Mitjana				83,33%	Cob. Mitjana			100,00%

1.4 Comptabilització coqueres part superior

DESENCOFRANT A BASE DE DISSOLVENT I CERA NATURAL (DC)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
500	100	A	8	30	75%	2	8	75%
500	100	B	12	45	75%	2	8	75%
suma total				75	suma total			15
tant%				7,50%	tant%			1,50%
Cob. Mitjana				75,00%	Cob. Mitjana			75,00%

Tanmateix, per facilitar la interpretació dels resultats, s'han elaborat unes **taules resum** amb els valors obtinguts de les diferents provetes que formen l'assaig. Aquestes taules es mostren seguidament.

TAULES RESUM D'UNITATS DE COQUERES DE L'ASSAIG

1.3 Comptabilització coqueres part inferior

1.3.1 Amb consistència tova

Tipologia motlle	Tipologia desencofrant	Total coqueres de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coqueres de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coqueres
MP1A3	DT	100	83%	3	17%	103
	DO	813	92%	0	100%	813
	DC	363	83%	0	100%	363

Tipologia motlle	Tipologia desencofrant	Total coqueres de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coqueres de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coqueres
MF1A3	DT	131	58%	5	25%	136
	DO	366	67%	3	17%	369
	DC	131	46%	0	100%	131

Tipologia motlle	Tipologia desencofrant	Total coqueres de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coqueres de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coqueres
MT1A3	DT	0	100%	0	100%	0
	DO	23	33%	0	100%	23
	DC	369	100%	0	100%	369

En aquestes taules resum es mostren les parts inferiors de les provetes amb les diferents tipologies de desencofrants aplicats i els resultats obtinguts.

Si ens fixem en els resultats obtinguts de la proveta *MP1A3*, com a (*exemple tipus*), començant pels valors obtinguts de les coqueres 1-5mm, s'observa clarament uns resultats inferiors del DT amb un total de 100uts, respecte els altres desencofrants, amb un augment del DC, fins a 363 unitats i una desviació important fins a 813 uts del desencofrant DO. Pel que fa a les cobertures, s'observen en els 3 casos unes cobertures generalitzades, detectant el problema pràcticament a la totalitat de la superfície, amb valors del 83% en els productes DT i DC i del 92% en el producte DO. Respecte a les coqueres grans de 5-25mm, s'han obtingut un total de 3 uts en el desencofrant DT, amb una cobertura molt localitzada, mostrant un problema puntual, enfront els bons resultats obtinguts dels DO i DC que no se n'han detectat en tota la superfície, per tan representat aquests bons resultats en el total de la superfície (100%).

1.3.2 Amb consistència fluida

Tipologia motlle	Tipologia desencofrant	Total coques de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coques de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coques
MP2A3	DT	167	100%	3	17%	170
	DO	513	100%	0	100%	513
	DC	313	92%	2	4%	315

Tipologia motlle	Tipologia desencofrant	Total coques de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coques de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coques
MF2A3	DT	120	83%	3	17%	123
	DO	758	100%	0	100%	758
	DC	224	79%	0	100%	224

Tipologia motlle	Tipologia desencofrant	Total coques de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coques de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coques
MT2A3	DT	246	100%	3	17%	249
	DO	193	100%	1	8%	195
	DC	176	83%	0	100%	176

1.4 Comptabilització coqueres part superior

1.4.1 Amb consistència tova

Tipologia motlle	Tipologia desencofrant	Total coqueres de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coqueres de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coqueres
MP1A3	DT	60	100%	3	50%	63
	DO	30	50%	3	25%	33
	DC	75	75%	15	75%	90

Tipologia motlle	Tipologia desencofrant	Total coqueres de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coqueres de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coqueres
MF1A3	DT	13	25%	1	25%	15
	DO	52	75%	8	75%	60
	DC	0	100%	1	13%	1

Tipologia motlle	Tipologia desencofrant	Total coqueres de 1-5mm	cobertura 1-5mm	Total coqueres de 5-25mm	cobertura 5-25mm	Total de coqueres
MT1A3	DT	0	100%	0	100%	0
	DO	8	75%	0	100%	8
	DC	291	100%	16	50%	307

1.4.2 Amb consistència fluïda

<i>Tipologia motlle</i>	<i>Tipologia desencofrant</i>	<i>Total coques de 1-5mm</i>	<i>cobertura 1-5mm</i>	<i>Total coques de 5-25mm</i>	<i>cobertura 5-25mm</i>	<i>Total de coques</i>
MP2A3	DT	75	100%	4	75%	79
	DO	80	100%	1	25%	81
	DC	145	88%	5	50%	150

<i>Tipologia motlle</i>	<i>Tipologia desencofrant</i>	<i>Total coques de 1-5mm</i>	<i>cobertura 1-5mm</i>	<i>Total coques de 5-25mm</i>	<i>cobertura 5-25mm</i>	<i>Total de coques</i>
MF2A3	DT	76	75%	12	75%	88
	DO	43	100%	3	50%	45
	DC	63	88%	1	13%	64

<i>Tipologia motlle</i>	<i>Tipologia desencofrant</i>	<i>Total coques de 1-5mm</i>	<i>cobertura 1-5mm</i>	<i>Total coques de 5-25mm</i>	<i>cobertura 5-25mm</i>	<i>Total de coques</i>
MT2A3	DT	78	100%	3	25%	81
	DO	62	100%	3	25%	65
	DC	130	88%	4	25%	134

2.1 L'encofrat

A partir del procés de desencofrat de la proveta restant, *la mixta*, la que faria 7 de les provetes comentades a l'inici de l'assaig i la única on no s'ha aplicat un producte desencofrant, s'ha observat alguna variació respecte l'acabat del formigó i del comportament de l'encofrat. Per aquests motius, i pel significat que pot tenir en el treball s'ha pensat i decidit que seria encertat comentar-ho i valorar-ho seguidament.

1.1.1 Amb consistència tova

Valorant els resultats obtinguts de la proveta, amb el formigó utilitzat a l'inici de l'assaig, on no s'ha aplicat cap modificació de les seves propietats, i obtenint un assentament de con d'Abrams de 5cm, per tan amb una consistència que es pot considerar tova, podem valorar els resultats de la següent manera:

Començant per la cara d'encofrat de *tauler fendòlic*, s'observa poca adherència de ciment a la part altra de l'encofrat, variant amb un increment més destacat a la part central i baixa. D'altra banda, a la part superior del motlle, s'hi visualitzen zones puntuals d'adherència de ciment coincidint amb les coqueres aparegudes en l'acabat superficial del formigó després del desencofrat. *Veure annex (Assaig 3-subpunt 2.1 Encofrat)*.

Respecte a la cara d'encofrat de *tauler de fusta d'abet*, s'ha observat una adherència de ciment a tota la superfície de l'encofrat, de forma uniforme, excepte a la part superior on s'ha mostrat variable amb més i menys intensitat. *Veure annex (Assaig 3-subpunt 2.1 Encofrat)*.

2.2 Les coqueres superficials

A conseqüència del que s'ha descrit anteriorment respecte a l'encofrat, s'han obtingut uns acabats diferenciats a les dues cares de la proveta. Aquestes variacions, es manifesten mitjançant coqueres i variacions de tonalitat.

2.2.1 Amb consistència tova

Els resultats obtinguts a la cara on estava encofrat amb *tauler fenòlic*, pel que fa a les coqueres superficials, s'ha observat que pràcticament no es mostren coqueres a la part central i baixa de la proveta, localitzant-ne alguna de puntual i aïllada i amb una quantitat més important a la part superior, aproximadament als 20cm superficials, on es mostren disperses i de tamany més gran, compreses entre els 5 i 25mm de tamany. La tonalitat general és clara i uniforme. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 2.2 Les coqueres superficials).*

Si ens centrem en la cara on hi havia l'encofrat de tauler de fusta d'abet, centrant-se en les coqueres, s'ha visualitzat un acabat de qualitat, on pràcticament no es mostren coqueres, excepte la part superior de la proveta, on s'hi concentren una part important. *Veure annex 1 (Assaig 3-subpunt 2.2 Les coqueres superficials).*

2.3 Comptabilització de les coqueres

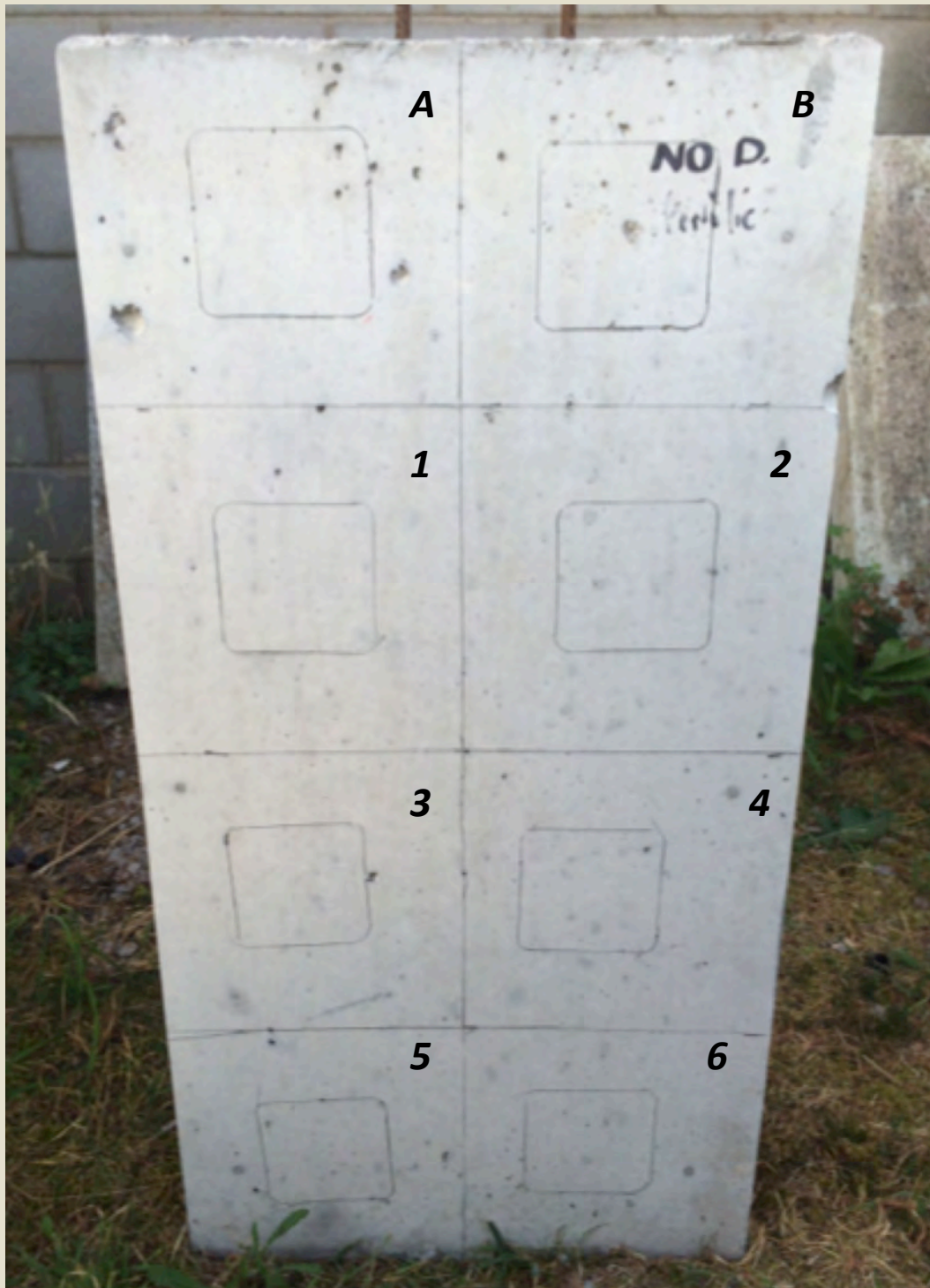
Per realitzar aquesta part, s'ha seguit el procés descrit en el *punt (6. Comptabilització de les coqueres) del capítol 4 metodologia de l'estudi* del present treball.

Una vegada fet aquest procés, es comptabilitzaran i s'anotaran les coqueres en funció de la seva dimensió i en funció en aquest cas de de la tipologia d'encofrat, ja que no s'ha aplicat cap agent desencofrant.

Aquestes dades, s'han reflectit en unes taules, per a cada tipologia d'encofrat. Queden adjuntes a *Annex 1 (Assaig 3-subpunt 1.3 Comptabilització de les coqueres).*

D'altra banda, s'han elaborat unes taules resum dels resultats de les diferents taules. Aquestes taules queden adjuntes en els punts següents del present estudi.

Per intentar fer més aclaridor el procés i la metodologia utilitzada, seguidament s'adjunta l'*(exemple tipus)* de la proveta *MM1A3* del present estudi, amb el procés seguit, des del repartiment de les superfícies en funció de cada cara d'encofrat, fins a la formació de les taules de resultats de la proveta.



Imatge 5.2.3.3: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura aplicat al tauler mixta. (Cara tauler contraxapat fenòlic).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.3.4: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura aplicat al tauler mixta. (Cara tauler fusta d'abet).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

2.3 Comptabilització coqueres part inferior

SENSE PRODUCTE DESENCOFRANT (CARA TAULER)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	forats 1-5mm	total forats 1-5mm	Cobertura 1-5mm	forats de 5-25mm	total forats 5-25mm	Cobertura 5-25mm
585	100	1	21	123	100%	0	0	100%
585	100	2	19	111	100%	0	0	100%
585	100	3	10	44	75%	0	0	100%
585	100	4	8	23	50%	0	0	100%
585	100	5	9	26	50%	0	0	100%
585	100	6	9	26	50%	0	0	100%
suma total				278		suma total		0
tant%				7,92%		tant %		0,00%
Cob. Mitjana				70,83%		Cob. Mitjana		100,00%

2.4 Comptabilització coqueres part superior

SENSE PRODUCTE DESENCOFRANT (CARA TAULER)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	forats 1-5mm	total forat 1-5mm	Cobertura 1-5mm	forats de 5-25mm	total forats 5-25mm	Cobertura 5-25mm
520	100	A	38	148	75%	3	8	50%
520	100	B	42	164	75%	3	12	75%
suma total				312		suma total		20
tant%				30,00%		tant%		1,88%
Cob. Mitjana				75,00%		Cob. Mitjana		62,50%

2.3 Comptabilització coqueres part inferior

SENSE PRODUCTE DESENCOFRANT (CARA FENÒLIC)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	forats 1-5mm	total forats 1-5mm	Cobertura 1-5mm	forats de 5-25mm	total forats 5-25mm	Cobertura 5-25mm
585	100	1	3	18	100%	0	0	100%
585	100	2	7	41	100%	0	0	100%
585	100	3	5	29	100%	0	0	100%
585	100	4	7	41	100%	0	0	100%
585	100	5	13	57	75%	0	0	100%
585	100	6	6	26	75%	0	0	100%
suma total				212		suma total		0
tant%				6,04%		tant %		0,00%
Cob. Mitjana				91,67%		Cob. Mitjana		100,00%

2.4 Comptabilització coqueres part superior

SENSE PRODUCTE DESENCOFRANT (CARA FENÒLIC)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	forats 1-5mm	total forat 1-5mm	Cobertura 1-5mm	forats de 5-25mm	total forats 5-25mm	Cobertura 5-25mm
520	100	A	7	18	50%	1	4	75%
520	100	B	17	44	50%	1	1	25%
suma total				62		suma total		5
tant%				6,00%		tant%		0,50%
Cob. Mitjana				50,00%		Cob. Mitjana		50,00%

Tanmateix, per facilitar la interpretació dels resultats, s'han elaborat unes **taules resum** amb els valors obtinguts de les diferents provetes que formen l'assaig. Aquestes taules es mostren seguidament

TAULES RESUM D'UNITATS DE COQUERES

2.3 Comptabilització coqueres part inferior

2.3.1 Amb consistència tova

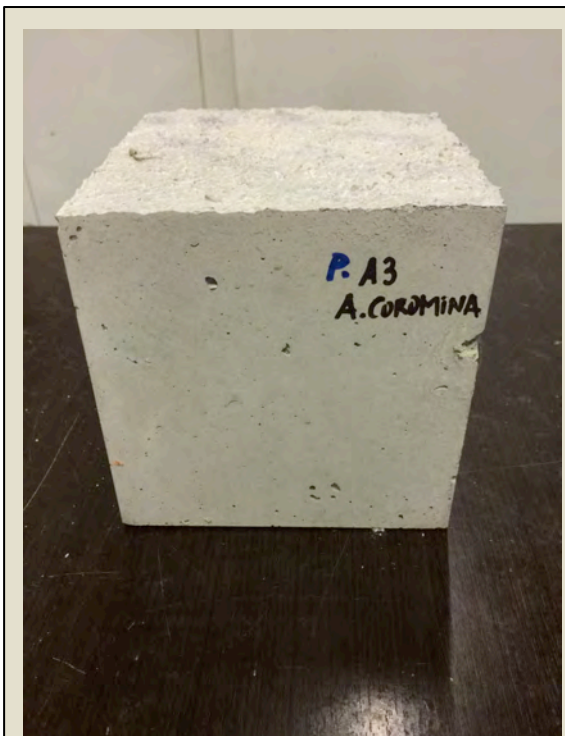
Tipologia motlle	Tipologia d'encofrat	Total forats de 1-5mm	Cobertura 1-5mm	Total forats de 5-25mm	Cobertura 5-25mm	Total de forats
MM1A3	tauler d'avet	278	71%	0	100%	278
	contraxapat fenòlic	212	92%	0	100%	212

2.4 Comptabilització coqueres part superior

2.4.1 Amb consistència tova

Tipologia motlle	Tipologia d'encofrat	Total forats de 1-5mm	Cobertura 1-5mm	Total forats de 5-25mm	Cobertura 5-25mm	Total de forats
MM1A3	tauler d'avet	312	75%	20	63%	332
	contraxapat fenòlic	62	50%	5	50%	68

4. Assaig de ruptura per compressió segons UNE-EN 12390-3:2009:



Imatge 5.2.3.5: Provena Assaig 3 (PA3).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



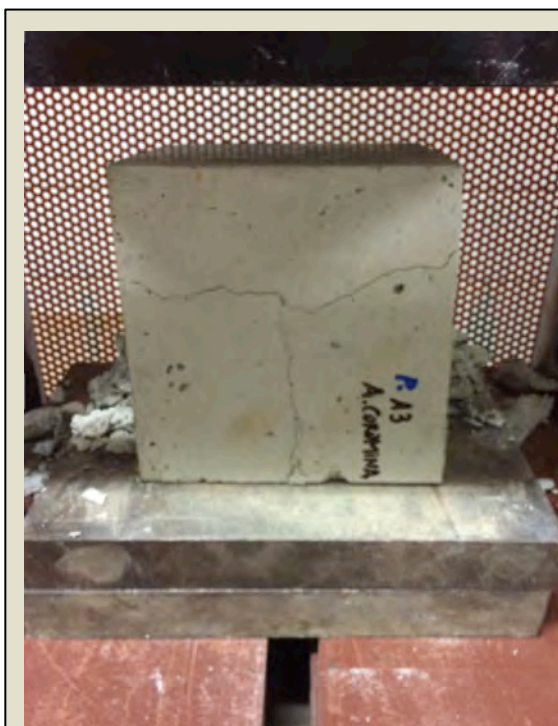
Imatge 5.2.3.6: Provena col·locada a la premsa.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.3.7: Programa informàtic utilitzat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.3.8: Trencament de la proveta ACPN.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

```

176,12301;+053,24;+003,14;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
176,30301;+053,30;+003,15;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
176,48301;+053,34;+003,15;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
176,66301;+053,40;+003,15;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
176,84301;+053,45;+003,15;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
177,02201;+053,49;+003,16;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
177,20201;+053,55;+003,16;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
177,38201;+053,59;+003,17;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
177,56201;+053,64;+003,20;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
177,74201;+053,69;+003,21;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
177,92201;+053,74;+003,23;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
178,10201;+053,77;+003,24;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
178,28201;+053,80;+003,25;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
178,46201;+053,80;+003,26;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
178,64201;+053,78;+003,28;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
178,82101;+053,72;+003,32;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
179,00101;+053,46;+003,38;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
179,18101;+051,91;+003,46;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
179,36101;+046,92;+003,59;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
179,54101;+040,57;+003,73;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
179,72101;+035,72;+003,86;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
179,90101;+032,70;+004,00;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
180,08101;+030,82;+004,12;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
180,26101;+029,64;+004,24;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
180,44101;+028,80;+004,36;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
180,62001;+028,15;+004,49;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
180,80001;+027,60;+004,61;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;
180,98001;+027,22;+004,72;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2006;

```

Imatge 5.2.3.9: Arxiu .TXT amb la força màxima en tones que s'ha arribat a l'assaig (53,80 T).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

Càlcul

Per la realització del procés de càlcul, se seguiran els passos descrits en el *punt 8 Assaig de ruptura per compressió del capítol 5 metodologia de l'estudi* del present treball.

El primer pas a realitzar en el procés de càlcul, serà passar el valor de la força màxima obtingut en tones (t) a Newtons (N).

$$53,80 \text{ t} \Rightarrow 53800 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} \Rightarrow 9,8 \text{ N}$$

$$53800 \text{ kg} \Rightarrow \mathbf{527240 \text{ N}}$$

Seguidament, relacionem la força obtinguda en funció de la superfície de la proveta, que en tots els casos el fet de ser una proveta cúbica de 15cm d'aresta la superfície en mil·límetres serà de $150 \times 150 = 22500 \text{ mm}^2$.

Per tan, aplicant aquest operació s'obtindrà el següent resultat:

$$527240 \text{ N} / 22500 \text{ mm}^2 = \mathbf{23,43 \text{ N/mm}^2}$$

El resultat obtingut, correspon a la resistència a compressió obtinguda de l'assaig.

Aquesta resistència, seguidament s'ha de transformar en una resistència normalitzada que s'obtindrà a partir multiplicant el valor anterior de $23,43 \text{ N/mm}^2$ pel coeficient de conversió de la *taula 86.3.2.a* de la instrucció EHE-08. Per tan, el valor final de resistència a compressió normalitzat s'obtindrà de la següent operació:

$$\text{Coef. conversió} = \mathbf{0,90}$$

$$23,43 \text{ N/mm}^2 \times 0,90 = \mathbf{21,09 \text{ N/mm}^2}$$

Valorant el resultat, en aquest cas es pot observar que la resistència a compressió obtinguda no assoleix els 25 N/mm^2 que com a tipus de formigó utilitzat hauria d'assolir, aquest fet segons el Sr. Pere Bellvehí pot ser degut al curat del formigó, ja que la l'humitat de la cambra humida del laboratori de la UdG està al voltant del 65%, quant realment per tenir un curat amb unes garanties òptimes hauria d'estar al 95%. Per tan, el fet d'obtenir una resistència amb una desviació relativament petita de $23,43 \text{ N/mm}^2$ abans d'aplicar el Coef. De conversió, es pot entendre que és degut al procés de curat.

5.2.4 CONCLUSIONS

En aquest assaig 3, les conclusions tretes són les següents:

Comportament de l'encofrat amb producte desencofrant

Amb consistència tova

- *A partir dels resultats obtinguts, es pot afirmar que els encofrats d'acer i de fenòlic on s'hi apliquen productes desencofrants d'aigua amb base oli i agents tenso-actius DT, respecte els desencofrants d'olis minerals DO i els de cera DC, hi ha una adherència molt més important de fins de ciment.*
- *Per encofrat d'acer i de fenòlic, sembla evident que el millor comportament respecte l'adherència del ciment, l'ofereix el desencofrat amb base olis DO.*
- *També es pot concloure, que els encofrats de tauler de fusta d'abet on s'hi apliquen productes de cera DC, respecte els desencofrants d'olis minerals DO i els d'agents tenso-actius DT l'adherència de fins de ciment s'incrementa considerablement.*
- *Pel que fa als productes DT i DO, s'ha comprovat que per encofrat en fusta, donen uns acabats semblants i realment satisfactoris, oferint una superfície inalterable i neta d'adherència de ciment.*

Amb consistència fluïda

- *Respecte els resultats obtinguts en consistència fluïda, es pot concloure que els encofrats d'acer i de fenòlic on s'hi apliquen productes desencofrants d'aigua amb base oli i agents tenso-actius DT, respecte els desencofrants d'olis minerals DO i els de cera DC, hi ha una adherència molt més important de fins de ciment. Tanmateix, tot i que en menor mesura i a diferència del que s'ha vist en consistència tova, passa amb l'encofrat de tauler de fusta d'abet.*

- Per encofrat d'acer i de fenòlic, sembla evident que el millor comportament respecte l'adherència del ciment, l'ofereix el desencofrat amb base olis DO.
- Amb encofrat de tauler d'abet, es pot afirmar, que quant s'apliquen productes DO i DC s'obtenen uns resultats semblants i satisfactoris, oferint una superfície inalterable i neta d'adherència de ciment. No obstant, aquest fet varia on s'hi apliquen productes DT, on s'hi detecta una adherència més important.

Comportament de l'encofrat sense producte desencofrant

Amb consistència tova

- Valorant els resultats, es pot deduir que quant s'utilitzen encofrats fenòlics i no s'hi aplica cap producte desencofrant, hi ha poca adherència de fins de ciment a l'encofrat.
- Si es centra aquest fet a l'encofrat de tauler de fusta d'abet, es pot afirmar que aquesta adherència de ciment s'incrementa mostrant una superfície alterada i variable.

Canvi potència i nivell freqüència vibrador

Un dels canvis fets en aquest assaig respecte l'assaig 2, ha estat canviar el model de vibrador, passant d'un model inicial amb una potència de 1,5 KW i una freqüència de 50/60 Hz, a un vibrador d'una potència 1,5KW i una freqüència de 200 Hz.

1.3 Datos Técnicos

Motores

		M1000 (Verde)		M2000 (Amarillo)		M3000 (Rouge)	
Voltaje (AC/DC)	V	115	230	115	230	115	230
Corriente (Máxima)	A	9	4,5	15	6,5	20	10
Energía	Hp (kW)	1,3 (1,0)	1,3 (1,0)	2,3 (1,7)	2,0 (1,5)	3,1 (2,3)	3,1 (2,3)
Velocidad (sin carga)	rpm	15500		17500		16500	
Peso	lbs. (kg)	12 (5,4)		13 (5,9)		18 (8,1)	
Motor	Tipo	Motor eléctrico universal					
Frecuencia	Hz	50/60					
Fase		1					



Imatge 5.2.4.1: Vibrador utilitzat Assaig 2.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.4.2: Dades tècniques vibrador utilitzat assaig 3.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.2.4.3: Vibrador utilitzat Assaig 3.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

Aquest fet, s'ha produït pel fet de que en el moment de fer aquest l'assaig 3 , no es disposava del vibrador utilitzat en l'assaig 2 (veure imatge: 5.2.4.1) i es va optar per utilitzar l'altre (veure imatge: 5.2.4.3). El fet de que la diferència de coqueres superficials de més gran tamany on s'observa una aglomeració d'àrid gran s'hagi reduït considerablement, fa pensar que el canvi de vibrador hagi influït.

Consultant bibliografia del llibre [1] Calavera J. i altres (2000) *Aspectos visuales del hormigón*. Madrid: Infoprint S.L. comenta el següent: [...] *La calidad del vibrador es especialmente importante en el hormigón visto. Recuérdese que la eficacia de un vibrador crece linealmente con la potencia y lo hace con el cuadrado de la frecuencia. 0,75C.V y 7000 r.p.m es el mínimo admisible en los casos ordinarios. [...].*

5.3 ESTUDI DE L'INCIDÈNCIA DEL NIVELL DE FREQUÈNCIA DEL VIBRADOR EN L'ACABAT SUPERFICIAL

5.3.1 INTRODUCCIÓ

L'Objectiu d'aquest assaig 4, és de determinar l'incidència i repercussió del nivell de freqüència del vibrador en l'acabat final de les provetes de l'estudi.

S'intentarà partir del descrit en el *capítol 4 metodologia de l'estudi*, amb alguna petita modificació no significativa podent comparar així els resultats i conclusions variants que hi puguin haver.

Els *elements* objecte d'aquest estudi són els següents:

- *Variació tipologia d'encofrat*
- *Variació nivell freqüència vibrador*

Els *condicionants establerts* objecte d'aquest estudi han estat els següents:

- *Dosificació Formigó*
- *Subministrament del formigó*
- *Armat*
- *Recobriments nominal*
- *Elements intermitjos*
- *Productes desencofrants*
- *Abocat del formigó*
- *Vibrat i compactat*
- *Desencofrat*

Condicionants establerts

Començant per parlar dels condicionants establerts, en primer lloc, la *dosificació del formigó*, s'ha mantingut la mateixa que a l'assaig 1, 2 i 3, facilitada per la planta de formigons de PROMSA-HORPISA d'Olot descrita a l'inici del present treball.

Un altra dels condicionants establerts en aquest *assaig 4* que no varia respecte *l'assaig 2 i 3*, és el *subministrament del formigó*, que es continuarà subministrant de la pròpia planta de formigons de PROMSA-HORPISA d'Olot mitjançant camió formigonera.

Un altra condicionant establert i realment important, ha estat tenir en compte la *col·locació d'armat*. En aquest cas, es farà el mateix que a *l'assaig 2*, l'armat no s'hi col·locaran elements separadors intermitjos.

El recobriments nominal, és un altre dels condicionants que s'han mantingut respecte el descrit al *capítol 4 metodologia de l'estudi*, ja que en aquest cas, com en *l'assaig 3* s'ha decidit mantenir el mateix recobriments a banda i banda de l'encofrat, amb un recobriments de 40mm.

Respecte la utilització de productes desencofrants, en aquest cas, s'han valorat els resultats obtinguts a *l'assaig 2*, amb la qualitat final del formigó enfront l'estudi de les coqueres. A partir de la valoració d'aquest resultats s'ha decidit fer-ho de la següent manera:

- Motlles de planxa o acer i tauler de fusta d'abet: *desencofrant d'oli mineral amb aigua i amb agent tenso-actiu (DT)*.
- Motlles de tauler fenòlic: *desencofrant pur a base de dissolvent i cera (DC)*.

L'abocat del formigó, és un altre dels condicionants establerts en aquest assaig, que s'ha mantingut el mateix que a *l'assaig 2*, l'abocat amb cubilot.

El *vibrat* del formigó, aquest condicionant, serà de la mateixa manera que en els assajos anteriors, un vibrat interior mitjançant vibrador d'agulla i serà utilitzat per la mateixa persona.

El procés de desencofrat, aquest últim condicionant a tenir en compte com a últim procés a realitzar, també es mantindran els mateixos passos que en els assajos anteriors, fixant un termini d'entre 1 i 5 dies.

Elements objecte d'estudi

Variació tipologia encofrat

En aquest assaig, pel que fa a la *variació de la tipologia d'encofrat*, s'ha tingut en compte l'utilitzada als assajos anteriors i descrita al *capítol 4 metodologia de l'estudi*, que com a materials teníem els següents, recordem-los: l'acer, el contraxapat de fenòlic i el tauler tricapa de fusta d'abet.

Per la formació dels motlles, s'han reutilitzat també els dels *assaigs o estudis* anteriors, descartant el motlle mixta en aquest cas, per tan partint inicialment d'un total de 6 provetes.

Variació nivell freqüència vibrador

La variació més significativa i que representa el "*perquè*" d'aquest assaig, és el fet de variar en el procés de vibrat el nivell de freqüència del vibrador.

Aquesta decisió, bé donada després de valorar els resultats obtinguts dels estudis anteriors, el 2 i el 3. Aquests resultats, variaven significativament pel que fa al nombre de coqueres, i una de les variacions respecte els dos estudis era la variació precisament del vibrador i conseqüentment la variació del nivell de freqüència.

A partir de les conclusions finals exposades sobre aquest tema a l'*assaig 3*, s'ha decidit valorar aquest aspecte començant en primer lloc per unes consultes bibliogràfiques que comenten el següent:

Consultant bibliografia del llibre [1] Calavera J. i altres (2000) *Aspectos visuales del hormigón*. (p.47) Madrid: INTEMAC comenta el següent: [...] *La calidad del vibrador es especialmente importante en el hormigón visto. Recuérdese que la eficacia de un vibrador crece linealmente con la potencia y lo hace con el cuadrado de la frecuencia. 0,75C.V y 7000 r.p.m es el mínimo admisible en los casos ordinarios. [...]*.

Tanmateix, el llibre [4] Trüb U. (1977) *Superficies de Hormigón visto*. (p.121) Barcelona: Romargraf, SA. comenta el següent: [...] *Los vibradores potentes, de pequeña frecuencia y gran amplitud, son particularmente peligrosos en lo que conciere a este tipo de defectos superficiales [...]*.

D'altra banda, l'informe N°5 [9] del CIB W-29 (1973) *Tolerancias sobre los defectos del aspecto del hormigón*, comenta el següent: [...] *La vibración por medio de agujas es preferible a la vibración externa en el encofrado, pero la frecuencia óptima de la vibración depende de varios factores y es preferible hacer ensayos en las condiciones reales de la obra para determinar la frecuencia más apropiada [...].*

Fa pensar doncs, que la variació del nivell de freqüència pot influir considerablement en l'aspecte final del formigó vist, per això s'ha cregut necessari valorar aquest canvi utilitzant-lo en el present assaig fent servir les dues tipologies de vibradors utilitzats fins ara i descrits a les conclusions de l'assaig 3. Recordem-los:

Vibrador utilitzat a l'assaig 2

Vibrador de la casa *wacker neuson* de potència 1,5 KW i una freqüència de 50/60 Hz.

1.3 Datos Técnicos

Motores

		M1000 (Verde)		M2000 (Amarillo)		M3000 (Rouge)	
Voltaje (AC/DC)	V	115	230	115	230	115	230
Corriente (Máxima)	A	9	4,5	15	6,5	20	10
Energía	Hp (kW)	1,3 (1,0)	1,3 (1,0)	2,3 (1,7)	2,0 (1,5)	3,1 (2,3)	3,1 (2,3)
Velocidad (sin carga)	rpm	15500		17500		16500	
Peso	lbs. (kg)	12 (5,4)		13 (5,9)		18 (8,1)	
Motor	Tipo	Motor eléctrico universal					
Frecuencia	Hz	50/60					
Fase		1					



Imatge 5.3.1.1: Vibrador utilitzat Assaig 2.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

Vibrador utilitzat a l'assaig 3

Vibrador de la casa hervisa de potència 1,5 KW i una freqüència de 200 Hz.



Freqüència: 50Hz
 Potència: 1,5Kw

Freqüència: 200Hz

Imatge 5.3.1.2: Dades tècniques vibrador utilitzat assaig 3.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.1.3: Vibrador utilitzat Assaig 3.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

El formigó demanat a planta, variarà respecte l'assaig 2 i 3, ja que en aquest cas, el fet d'estudiar la incidència del nivell de freqüència, s'ha cregut oportú demanar un formigó més treballable, amb una consistència tova, amb un assentament entre els 6-7 cm.

A partir d'establir aquest condicionant a la planta, el procediment utilitzat serà el següent:

En el procés de formigonat, s'ompliran 3 tipologies de provetes i es vibraran amb un dels vibradors descrits anteriorment (*el de baixa freqüència*). Seguidament, es repetirà el procés a les 3 provetes restants i es vibraran amb l'altra tipologia de vibrador, (*el d'alta freqüència*).

Aquest procediment, comportarà poder valorar aquest factor en funció de les 3 tipologies d'encofrats utilitzats en el treball.

Una de les variacions respecte el descrit al *capítol 5 metodologia de l'estudi*, ha estat l'assaig del Con d'Abrams segons la *UNE-EN 12350-2*, ja que en aquest cas, el fet de demanar una consistència més treballable, només es farà un con a l'inici de l'abocat.

Tanmateix, per la fabricació i conservació de provetes, es mantindrà el criteri emprat en l'assaig 3, fabricant una proveta per la ruptura a compressió a 28 dies. S'ha cregut oportú fer-ho així, per l'objectiu que va destinat aquest assaig, que obtenint la informació de la resistència a 28 dies és suficient pel propi treball, i d'aquesta manera estalviem en costos i temps.

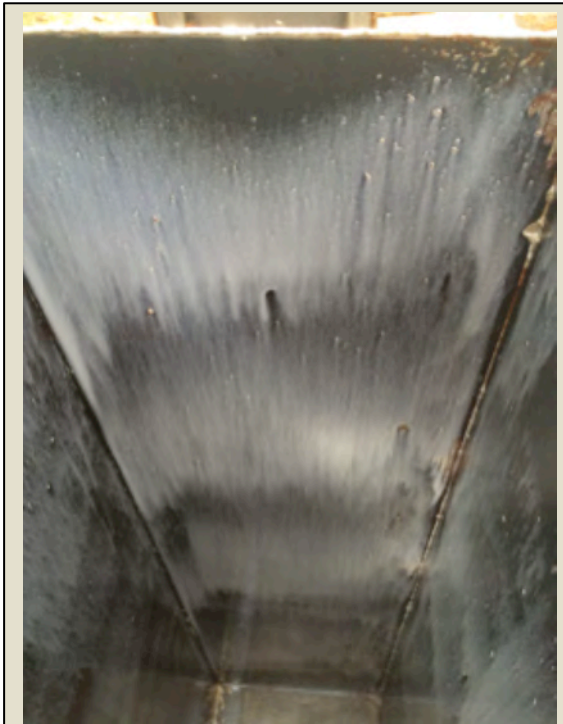
La nomenclatura utilitzada d'identificació de les **6 provetes o motlles** serà la següent: **MP1A4, MP2A4, MF1A4, MF2A4, MT1A4 i MT2A4.**

- **M:** Motlle
- **P:** Planxa
- **F:** Fenòlic
- **T:** Tauler
- **1:** Alta freqüència
- **2:** Baixa freqüència
- **A4:** Assaig 4

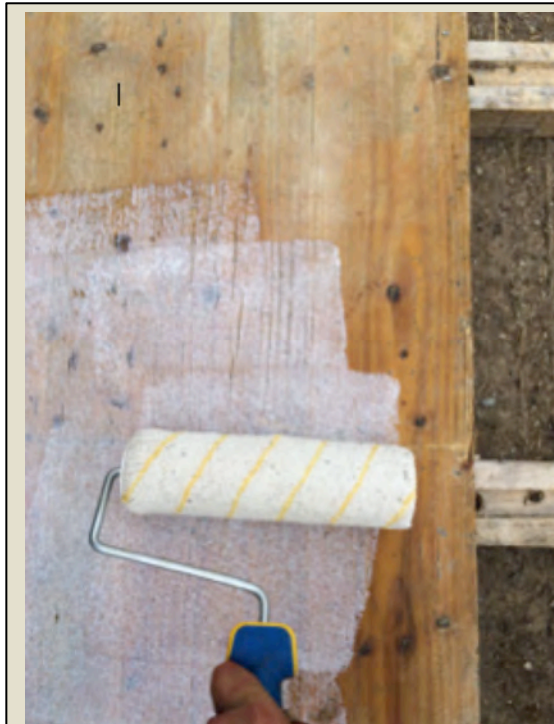
Per les provetes s'ha optat pel següent: **ACPN.**

- **AC:** Assaig compressió
- **PN:** Probeta i número identificació

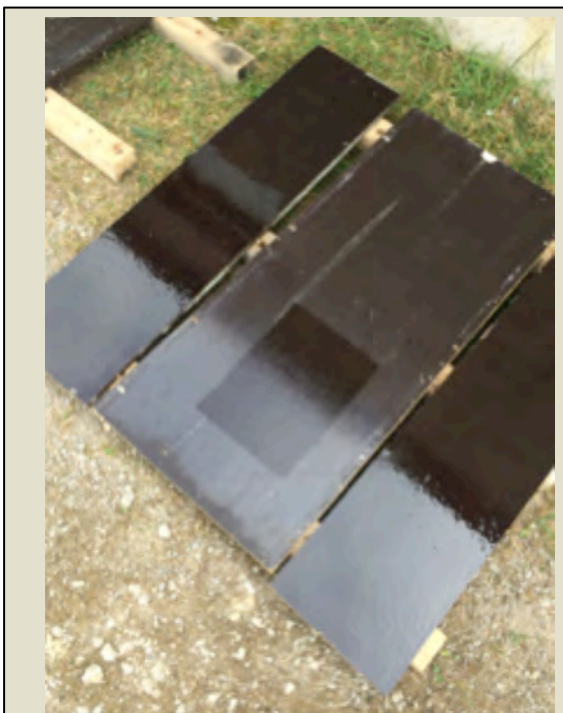
5.3.2 PROCEDIMENT



Imatge 5.3.2.1: Untat amb oli desencofrant (DT) motlle de planxa.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.2.2: Untat amb oli desencofrant (DT) motlle de tauler de fusta.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.2.3: Untat amb oli desencofrant (DC) motlle tauler fenòlic.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.2.4: Aplicació desencofrant amb rodet.
Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.2.5: Provetes apunt per formigonar i tapades per protegir el producte desencofrant.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.2.6: vibrat baixa freqüència.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.2.7: Vibrat alta freqüència.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.2.8: Assaig (1) con d'Abrams. Assentament de 10 cm. Consistència fluïda.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.2.9: Assaig (1) con d'Abrams. Assentament de 10 cm. Consistència fluïda.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

En el moment del formigonat, s'ha vist que el formigó subministrat no era de les característiques demanades, ja que s'ha demanat amb un assentament de con d'Abrams d'aproximadament 6-7 cm, assegurant d'aquesta manera un correcte formigonat i una treballabilitat adequada. El formigó, amb un con inicial de 5cm on l'abocat es feia realment difícil i on cada vegada empitjorava per l'efecte de la temperatura ambient, s'ha decidit afegir aigua, per garantir unes bones condicions de treball i de resultats de l'assaig. Per aquest motiu, l'assentament ha estat de 10 cm.



Imatge 5.3.2.10: Fabricació de la proveta.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.2.11: Proveta tapada i a l'ombra.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.2.12: Procés de desencofrat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.2.13: Procés de desencofrat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

5.3.3 RESULTATS

Com a resultats finals d'aquest *assaig 4*, els podem desglossar en els següents punts:

5. Incidència del nivell de freqüència a:

1.7 Les coqueres superficials

1.7.1 Amb consistència fluïda

1.8 Comptabilització de les coqueres

1.8.1 Comptabilització coqueres part inferior

1.8.2 Comptabilització coqueres part superior

2. Assaig resistència a compressió del formigó segons *UNE EN 12390-3:2009*:

1.1 Les coqueres superficials

A partir del procés de desencofrat de les 6 provetes, realitzat 2 dies després del formigonat, s'ha observat a primer cop d'ull una variació de la qualitat de l'acabat final de les diferents provetes, amb una clara diferència amb les que s'han vibrat amb un nivell de freqüència més alt respecte les vibrades amb un de més baix.

Per aquesta clara diferenciació, i per ser objecte d'estudi d'aquest assaig 4, s'ha cregut oportú valorar com a resultats de l'assaig.

1.1.1 Amb consistència fluïda

Encofrat metàl·lic

En primer lloc, començant per la proveta *MP1A4*, on el vibrat realitzat ha estat mitjançant el vibrador d'alta freqüència de *200 Hz*, es mostra un acabat de les dues cares (*A i B*), amb una quantitat important de coqueres incrementades especialment a la part superior de la proveta. Respecte a les coqueres petites, de (*1-5 mm*), es mostren repartides uniformement amb una cobertura general a les dues cares. Pel que fa a les coqueres grans (*5-25 mm*), es troben localitzades en punts concrets i situades principalment a la part superior de la proveta de manera localitzada.

Comparant els resultats anteriors amb els obtinguts de la proveta *MP2A4*, on en aquest cas s'ha vibrat amb l'altra vibrador, on el nivell de freqüència és inferior, de *50/60 Hz*, es pot visualitzar que en aquest cas hi ha hagut un increment important de coqueres respecte la proveta *MP1A4*. En aquest cas, les coqueres petites es mostren especialment incrementades a la part central i superior amb una cobertura més localitzada a la cara (*A*) i més general a la cara (*B*). Les coqueres grans, es troben visibles a la part central i superior de forma general.

Encofrat fenòlic

Pel que fa a la proveta de tauler fenòlic, la *MF1A4*, amb el vibrat d'alta freqüència, s'han obtingut acabats de qualitat especialment a la cara (*A*). Parlant de les coqueres petites, es localitzen a la part superior i inferior amb una cobertura mitjana pel que fa a la cara (*A*) de la proveta i de forma més repartida pel que fa la cara (*B*). En aquest cas, les coqueres grans, a la cara (*A*) no se n'han

localitzat i a la cara (B) les poques que s'observen es troben a la part superior de la proveta amb una cobertura molt puntualitzada.

Valorant els resultats de la proveta *MF2A4*, on el vibrat ha estat de baixa freqüència, s'han obtingut uns valors de coqueres superiors respecte la proveta *MF1A4*, especialment a la cara (B). Amb les coqueres petites, s'ha obtingut un repartiment uniforme a tota la superfície pel que fa a la cara (A) i de manera localitzada i important als 20cm superiors de la cara (B), a la resta de la superfície es mostren repartides uniformement i amb una cobertura completa. En aquest cas, les coqueres grans, es detecten de forma especialment important a la part superior de manera puntual i a la part central amb una cobertura general.

Encofrat tauler

Finalment, si centrem la valoració a la proveta *MT1A4*, amb un vibrat d'alta freqüència, s'han obtinguts uns resultats realment satisfactoris on pràcticament no s'observen coqueres. Pel que fa a les coqueres petites, es troben de forma repartida i pràcticament inapreciables a la part central i baixa, i de manera incrementada a la part superior de la proveta de forma generalitzada. No obstant, a la cara (B) si detecta un increment respecte a la cara (A) amb una localització general i una cobertura completa. Les coqueres grans en aquest cas, les poques que s'observen es troben a la part superior i a la zona A de forma localitzada pel que fa a la cara (A) i respecte a la cara (B) no se n'observen.

Respecte el que s'ha obtingut a la proveta *MT2A4*, amb un vibrat de baixa freqüència, pel que fa a la cara (A), s'ha obtingut un acabat de més qualitat respecte la cara (B). Pel que fa a les coqueres petites, a la cara (A) es mostren de manera repartida a la part central i baixa amb una quantitat reduïda excepte la part superior on s'observa un increment considerable. A la cara (B), s'observa un increment de coqueres amb un repartiment generalitzat. De les coqueres grans, s'observen situades a la part superior de la proveta de forma localitzada pel que fa a la cara (A), i pel que fa a la cara (B), també es mostren a la part superior però de forma incrementada i generalitzada.

(Veure annex 4).

1.2 Comptabilització de les coqueres

Per realitzar aquesta part, s'ha seguit el procés descrit en el *punt (6. Comptabilització de les coqueres) del capítol 4 metodologia de l'estudi* del present treball.

Una vegada fet aquest procés, es comptabilitzaran i s'anotaran les coqueres en funció de la seva dimensió i en funció del nivell de freqüència que s'ha vibrat.

Aquestes dades, s'han reflectit en unes taules, en funció de cada tipologia de d'encofrat i del nivell de freqüència vibrat. Queden adjuntes a *l'annex 4* que es troba a la part final del treball.

D'altra banda, s'han elaborat unes taules resum dels resultats de les diferents taules. Aquestes taules queden adjuntes en els punts següents del present estudi.

Per intentar fer més aclaridor el procés i la metodologia utilitzada, seguidament s'adjunta un (*exemple tipus*) de la proveta *MF1A4* vibrada amb un nivell alt de freqüència i la proveta *MF2A4* vibrada amb un nivell baix de freqüència, amb el procés seguit, des del repartiment de les superfícies en funció del nivell de freqüència, fins a la formació de les taules de resultats de la proveta. *Veure annex 1- Assaig 4*).



Imatge 5.3.3.1: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura. Proveta MF1A4 (cara A). Vibrat alta freqüència.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.3.2: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura. Proveta MF1A4 (cara B). Vibrat alta freqüència.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

1.2.1 Comptabilització coqueres part inferior

VIBRADOR ALTA FREQUÈNCIA 200Hz (CARA A)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
665	100	1	2	7	50%	0	0	100%
665	100	2	2	7	50%	0	0	100%
665	100	3	0	0	50%	0	0	100%
665	100	4	0	0	50%	0	0	100%
665	100	5	8	53	100%	0	0	100%
665	100	6	8	53	100%	0	0	100%
suma total				120	suma total			0
tant%				3,00%	tant %			0,00%
Cob. Mitjana				50,00%	Cob. Mitjana			100,00%

1.2.2 Comptabilització coqueres part superior

VIBRADOR ALTA FREQUÈNCIA 200Hz (CARA A)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
532	100	A	5	13	50%	0	0	100%
532	100	B	5	20	75%	1	4	75%
suma total				33	suma total			4
tant%				3,00%	tant%			0,00%
Cob. Mitjana				62,50%	Cob. Mitjana			37,50%

1.2.1 Comptabilització coqueres part inferior

VIBRADOR ALTA FREQÜÈNCIA 200Hz (CARA B)									
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm	
665	100	1	14	47	50%	1	3	50%	
665	100	2	5	25	75%	1	3	50%	
665	100	3	3	20	100%	1	2	25%	
665	100	4	4	27	100%	1	2	25%	
665	100	5	5	33	100%	0	0	100%	
665	100	6	12	80	100%	0	0	100%	
suma total				231	suma total			10	
tant%				5,79%	tant %			0%	
Cob. Mitjana				87,50%	Cob. Mitjana			25,00%	

1.2.2 Comptabilització coqueres part superior

VIBRADOR ALTA FREQÜÈNCIA 200Hz (CARA B)									
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm	
532	100	A	24	32	25%	4	5	25%	
532	100	B	38	152	75%	4	16	75%	
suma total				184	suma total			21	
tant%				17%	tant%			2%	
Cob. Mitjana				50,00%	Cob. Mitjana			50,00%	



Imatge 5.3.3.3: Visualització general del mètode estadístic de densitat i cobertura. Provena MF2A4 (cara A). Vibrat baixa freqüència.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



1.2.1 Comptabilització coqueres part inferior

VIBRADOR BAIXA FREQÜÈNCIA 50/60Hz (CARA A)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
665	100	1	5	33	100%	0	0	100%
665	100	2	15	100	100%	0	0	100%
665	100	3	4	27	100%	1	3	50%
665	100	4	6	40	100%	1	5	75%
665	100	5	4	27	100%	0	0	100%
665	100	6	7	35	75%	0	0	100%
suma total				261		suma total	8	
tant%				6,54%		tant %	0,21%	
Cob. Mitjana				95,83%		Cob. Mitjana	20,83%	

1.2.2 Comptabilització coqueres part superior

VIBRADOR BAIXA FREQÜÈNCIA 50/60Hz (CARA A)								
àrea total (cm2)	àrea quadrats (cm2)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
532	100	A	42	168	75%	2	8	75%
532	100	B	74	394	100%	3	12	75%
suma total				561		suma total	20	
tant%				53%		tant%	1,88%	
Cob. Mitjana				87,50%		Cob. Mitjana	75,00%	

1.2.1 Comptabilització coqueres part inferior

VIBRADOR BAIXA FREQÜÈNCIA 50/60Hz (CARA B)								
àrea total (cm ²)	àrea quadrats (cm ²)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
665	100	1	6	30	75%	1	3	50%
665	100	2	11	73	100%	3	15	75%
665	100	3	3	15	75%	0	0	100%
665	100	4	5	8	25%	0	0	100%
665	100	5	4	20	75%	0	0	100%
665	100	6	3	10	50%	0	0	100%
suma total				156		suma total	18	
tant%				3,92%		tant %	0,46%	
Cob. Mitjana				66,67%		Cob. Mitjana	20,83%	

1.2.2 Comptabilització coqueres part superior

VIBRADOR BAIXA FREQÜÈNCIA 50/60Hz (CARA B)								
àrea total (cm ²)	àrea quadrats (cm ²)	nº quadrat	coqueres 1-5mm	total coqueres 1-5mm	cobertura 1-5mm	coqueres de 5-25mm	total coqueres 5-25mm	cobertura 5-25mm
532	100	A	60	319	100%	1	4	75%
532	100	B	50	266	100%	3	12	75%
suma total				585		suma total	16	
tant%				55%		tant%	2%	
Cob. Mitjana				100,00%		Cob. Mitjana	75,00%	

Tanmateix, per facilitar la interpretació dels resultats, s'han elaborat unes (taules resum) amb els valors obtinguts anteriorment. Aquestes taules es mostren seguidament.

TAULES RESUM D'UNITATS DE COQUES

1.2.1 Comptabilització coques part inferior

VIBRADOR ALTA FREQUÈNCIA 200Hz					
Tipologia motlle	Total coques de 1-5mm	Cobertura 1-5mm	Total coques de 5-25mm	Cobertura 5-25mm	Total de coques
MF1A4	175	69%	5	63%	180
VIBRADOR BAIXA FREQUÈNCIA 50/60Hz					
Tipologia motlle	Total coques de 1-5mm	Cobertura 1-5mm	Total coques de 5-25mm	Cobertura 5-25mm	Total de coques
MF2A4	209	81%	13	21%	222

En aquesta taula resum on es mostren les parts inferiors de les dues provetes de (*l'exemple tipus*) amb els diferents nivells de freqüència de vibrat, es pot observar clarament com en la proveta *MF1A4*, els valors obtinguts han estat inferiors respecte la proveta *MF2A4*.

Es pot observar com per exemple, com en la proveta *MF1A4* amb un vibrat de nivell de freqüència alta, del total de provetes petites, de 1-5 mm se n'obtenen 175 unitats, en canvi, amb la proveta *MF2A4*, amb un vibrat de nivell de freqüència inferior se n'han obtingut 209.

A més, si analitzem el que ha passat amb les coques grans, de 5-25 mm, es pot veure que amb la proveta *MF1A4*, s'ha obtingut una quantitat reduïda amb un total de 5 unitats, inferior a les 13 unitats localitzades de la proveta *MF2A4*.

Valorant les diferents cobertures, es pot observar que amb les coques petites, amb un nivell alt de freqüència hi ha una cobertura del 69% inferior que amb un nivell més baix que és més general amb un 81%. No obstant, aquest fet canvia en les coques grans, on es pot observar que amb un nivell de freqüència alt la cobertura és molt superior amb un 63% que amb un nivell de freqüència baix, on és puntual i localitzada amb un 21% com és el cas.

1.2.2 Comptabilització coqueries part superior

VIBRADOR ALTA FREQÜÈNCIA 200Hz					
Tipologia motlle	Total coqueries de 1-5mm	Cobertura 1-5mm	Total coqueries de 5-25mm	Cobertura 5-25mm	Total de coqueries
MF1A4	108	56%	13	44%	121
VIBRADOR BAIXA FREQÜÈNCIA 50/60Hz					
Tipologia motlle	Total coqueries de 1-5mm	Cobertura 1-5mm	Total coqueries de 5-25mm	Cobertura 5-25mm	Total de coqueries
MF2A4	573	94%	18	75%	591

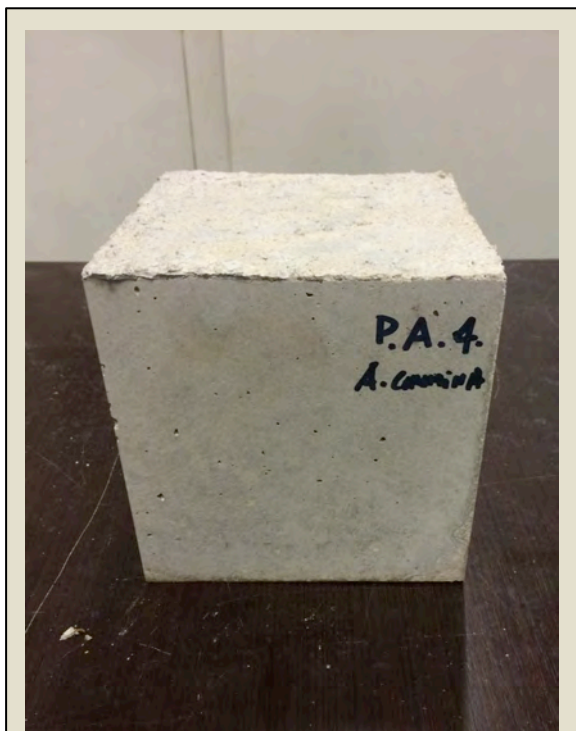
En aquesta taula resum on es mostren les parts superiors de les dues provetes de (*l'exemple tipus*) amb els diferents nivells de freqüència de vibrat, es pot observar clarament com en la proveta *MF1A4*, els valors obtinguts han estat inferiors respecte la proveta *MF2A4*.

Per exemple, es pot observar com en la proveta *MF1A4* amb un vibrat de nivell de freqüència més alta, del total de provetes petites, de 1-5 mm se n'obtenen 108 unitats, en canvi, amb la proveta *MF2A4*, amb un vibrat de nivell de freqüència inferior se n'han obtingut 573.

Tanmateix, si analitzem el que ha passat amb les coqueries grans, de 5-25 mm, es pot veure que amb la proveta *MF1A4*, s'ha obtingut un total de 13 unitats, inferior a les 18 unitats de la proveta *MF2A4*.

Valorant les diferents cobertures, es pot observar que amb les coqueries petites, amb un nivell alt de freqüència hi ha una cobertura del 56% inferior que amb un nivell més baix que és molt més general amb un 94%. Aquest fet, també es manté en les coqueries grans, on es pot observar que amb un nivell de freqüència alt la cobertura és inferior amb un 44%, i que amb un nivell de freqüència baix, és més general amb una cobertura del 75%.

2. Assaig de ruptura per compressió segons UNE-EN 12390-3:2009:



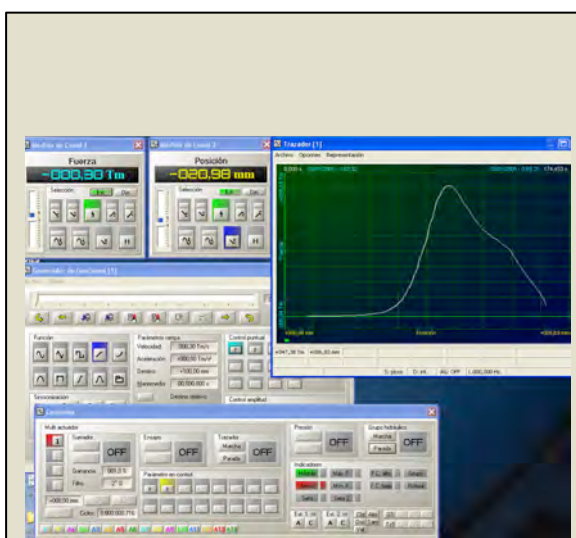
Imatge 5.3.3.5: Provetta Assaig 4 (PA4).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



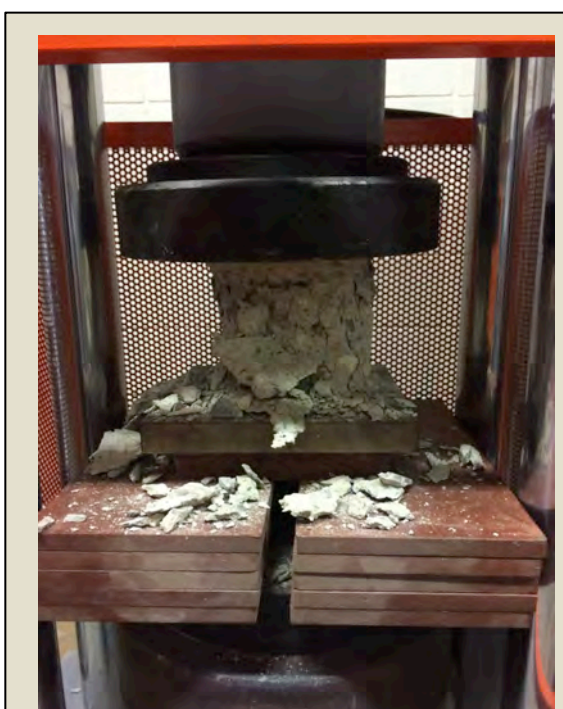
Imatge 5.3.3.6: Provetta col·locada a la premsa.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.3.7: Programa informàtic utilitzat.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia



Imatge 5.3.3.8: Trencament de la proveta ACP4.

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

```
167,98001;+050,82;+003,81;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
168,15001;+050,87;+003,81;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
168,32001;+050,92;+003,81;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
168,49101;+050,97;+003,81;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
168,66101;+051,01;+003,81;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
168,83101;+051,08;+003,82;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
169,00201;+051,12;+003,82;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
169,17201;+051,15;+003,83;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
169,34301;+051,19;+003,84;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
169,51301;+051,23;+003,85;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
169,68301;+051,27;+003,85;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
169,85401;+051,31;+003,86;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
170,02401;+051,36;+003,87;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
170,19401;+051,38;+003,88;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
170,36501;+051,40;+003,89;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
170,53501;+051,41;+003,89;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
170,70501;+051,41;+003,91;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
170,87601;+051,33;+003,94;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
171,04601;+051,10;+003,98;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
171,21701;+050,11;+004,04;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
171,38701;+047,60;+004,14;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
171,55701;+044,56;+004,25;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
171,72801;+041,69;+004,37;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
171,89801;+038,86;+004,48;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
172,06801;+036,24;+004,59;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
172,23901;+034,15;+004,69;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
172,40901;+032,60;+004,80;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
172,57901;+031,34;+004,90;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
172,75001;+030,09;+005,03;+,50000;+,50000;-50000;-50000;-50000;-50000;03/01/2
```

Imatge 5.3.3.9: Arxiu .TXT amb la força màxima en tones que s'ha arribat a l'assaig (51,41T).

Foto: Albert Coromina / Font: Pròpia

Càlcul

Per la realització del procés de càlcul, se seguiran els passos descrits en el *punt 8 Assaig de ruptura per compressió del capítol 5 metodologia de l'estudi* del present treball.

El primer pas a realitzar en el procés de càlcul, serà passar el valor de la força màxima obtingut en tones (t) a Newtons (N).

$$51,41 \text{ t} \Rightarrow 51410 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} \Rightarrow 9,8 \text{ N}$$

$$51410 \text{ kg} \Rightarrow 503818 \text{ N}$$

Seguidament, relacionem la força obtinguda en funció de la superfície de la proveta, que en tots els casos el fet de ser una proveta cúbica de 15cm d'aresta la superfície en mil·límetres serà de $150 \times 150 = 22500 \text{ mm}^2$.

Per tan, aplicant aquest operació s'obtindrà el següent resultat:

$$503818 \text{ N} / 22500 \text{ mm}^2 = 22,39 \text{ N/mm}^2$$

El resultat obtingut, correspon a la resistència a compressió obtinguda de l'assaig.

Aquesta resistència, seguidament s'ha de transformar en una resistència normalitzada que s'obtindrà a partir de multiplicar el valor anterior de $23,43 \text{ N/mm}^2$ pel coeficient de conversió de la *taula 86.3.2.a* de la instrucció EHE-08. Per tan, el valor final de resistència a compressió normalitzat s'obtindrà de la següent operació:

$$\text{Coef. conversió} = 0,90$$

$$22,39 \text{ N/mm}^2 \times 0,90 = 20,15 \text{ N/mm}^2$$

Valorant el resultat, en aquest cas es pot observar que la resistència a compressió obtinguda no assoleix els 25 N/mm^2 que com a tipus de formigó utilitzat hauria d'assolir, aquest fet segons el Sr. Pere Bellvehí pot ser degut al curat del formigó, ja que l'humitat de la cambra humida del laboratori de la UdG està al voltant del 65%, quant realment per tenir un curat amb unes garanties òptimes hauria d'estar al 95%. Per tan, el fet d'obtenir una resistència amb una desviació relativament petita de $22,39 \text{ N/mm}^2$ abans d'aplicar el Coef. De conversió, es pot entendre que és degut al procés de curat.

5.3.4 CONCLUSIONS

En aquest assaig 4, les conclusions tretes són les següents:

- *A partir dels resultats obtinguts, es pot afirmar que el nivell de freqüència del vibrador té una repercussió directe en l'acabat final del formigó.*
- *Que amb nivells de freqüència més elevats s'obtenen menys quantitat de coques petites i menys quantitat de coques grans amb les 3 tipologies d'encofrats.*

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coques de formigó armat vist

Document: [Escriure el document](#)

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades

Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

6. ANÀLISI DE RESULTATS

Mitjançant els resultats obtinguts de la campanya experimental a partir dels factors que formen l'estudi i de l'aplicació del mètode estadístic de densitat i cobertura, s'han elaborat un conjunt de gràfics on mitjançant unes combinacions establertes pels diferents factors, s'ha intentat obtenir els millors resultats per analitzar-los i concloure'ls degudament. Aquests gràfics, també s'han diferenciat per la part superior i inferior de cada proveta tal com s'ha fet en l'aplicació del mètode estadístic de densitat i cobertura, que si ho recordem, entenem la part superior com els 20 cm superficials de cada proveta i la part inferior la superfície restant.

Seguidament, doncs, s'analitzen aquests resultats a partir dels gràfics formats. Aquests gràfics, es troben de forma ampliada a *l'annex 2* del present treball.

Factors analitzats

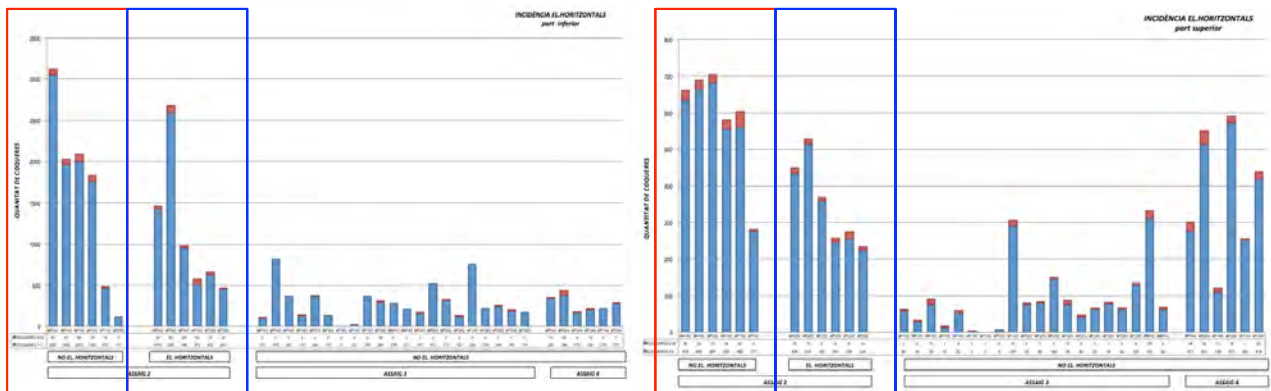
- *Elements horitzontals*
- *Recobriments nominal*
- *Encofrat*
- *Consistència*
- *Producte desencofrant*
- *Nivell freqüència vibrador*

Elements horitzontals

Començant per analitzar el primer factor utilitzat en *l'assaig 2* on si ho recordem, en 3 de les provetes s'hi varen col·locar elements horitzontals a l'interior de les dues malles que formaven l'armat i a les 3 restants no s'hi varen col·locar, i començant per analitzar els resultats del gràfic de les *coqueres part inferior*, s'observa que a *l'assaig 2* del gràfic, on es van analitzar amb i sense elements horitzontals, es mostren uns resultats semblants però tot i així es mostren més coqueres a la zona on no hi havien elements horitzontals, tan amb coqueres grans com en coqueres petites. Tanmateix, en *l'assaig 3* i *4*, on no s'han col·locat elements horitzontals, s'han obtingut uns resultats realment més satisfactoris, amb la diferència principal, en aquest cas, del nivell de freqüència del vibrador que es va vibrar amb alta freqüència, a diferència de *l'assaig 2* que es va fer amb baixa.

Respecte al gràfic de les *coques part superior*, es manté la diferència descrita anteriorment, on allà on no hi havien elements horitzontals, s'hi detecta una diferència incrementada de coques respecte a les provetes on si que n'hi havia. Respecte als altres assajos realitzats, sense la presència d'elements horitzontals, el nombre de coques ha augmentat en provetes concretes tan amb coques grans com petites.

Seguidament es mostren els gràfics de coques comentats anteriorment i adjunts a l'annex 2 del treball, on es visualitzen de forma general els resultats analitzats. En el requadre vermell, es mostren els resultats de l'assaig 2 sense elements horitzontals, i en blau, amb elements horitzontals. (veure assaig 2).

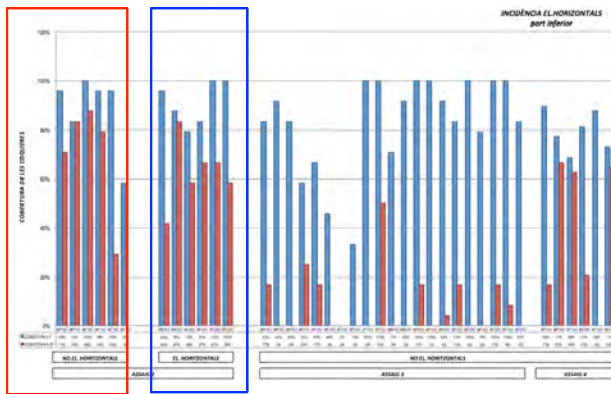


Coques part inferior

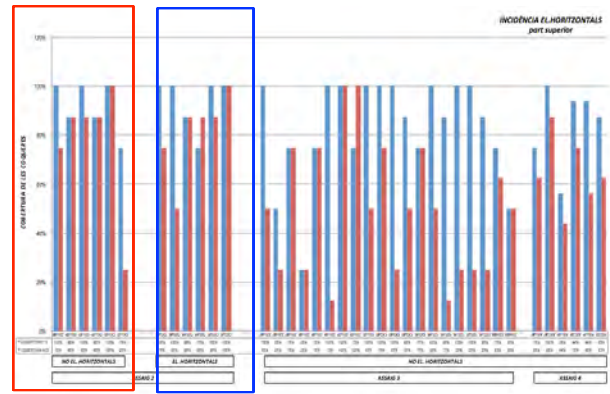
Coques part superior

Analizant-ho a partir de la cobertura, es poden observar uns resultats molt similars tan pel que fa a coques petites com grans, i amb una cobertura important pel que fa a l'assaig 2. Tanmateix, trobem el mateix cas en el gràfic de la *part superior* tot i que els resultats en general s'incrementen en nombre de coques.

Seguidament es mostren els gràfics de cobertura, adjunts a l'annex 2 del treball on es visualitzen de forma general els resultats analitzats i en el requadre vermell els resultats de l'assaig 2 sense elements horitzontals i en blau amb elements horitzontals. (veure assaig 2).

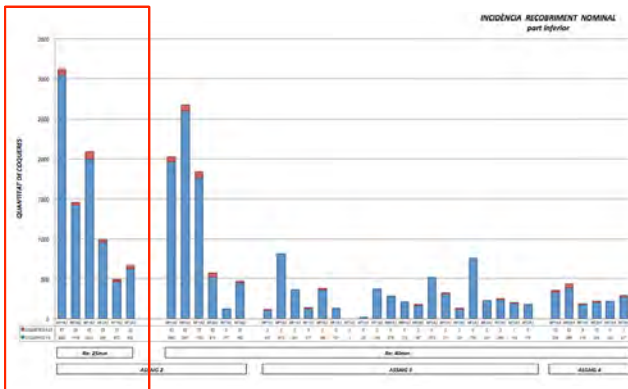


Cobertura part inferior

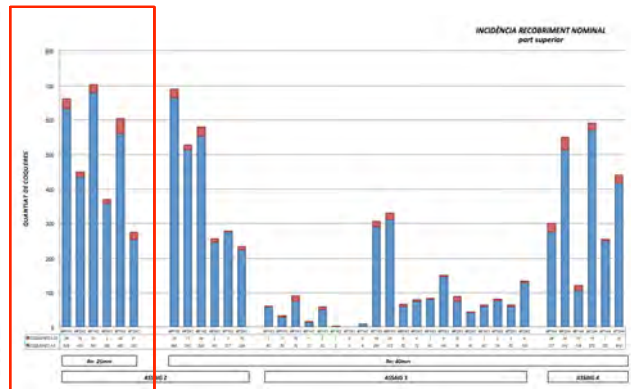


Cobertura part superior

Recobriment nominal



Coques part inferior



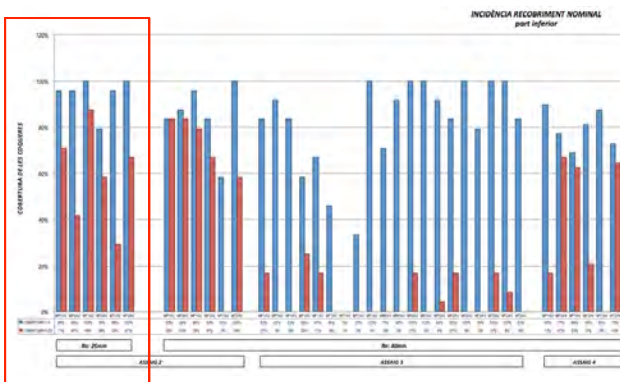
Coques part superior

El següent factor analitzat, el recobriment nominal, on si ho recordem les separacions són de 25mm i de 40mm, s'han obtingut un valors superiors en nombre de coques petites i grans en el recobriment de 25mm respecte el recobriment de 40mm.

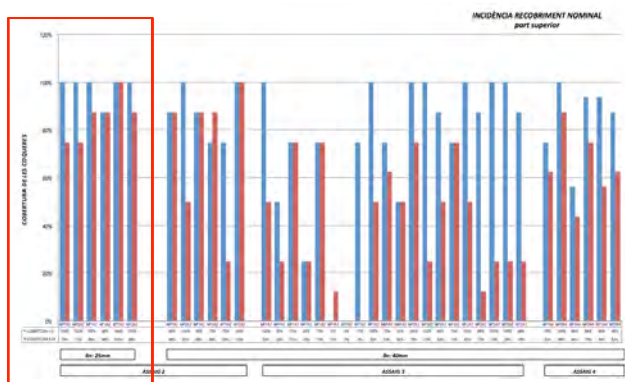
Si s'observa la zona marcada en *vermell* de les gràfiques adjuntes a la part superior, que correspon al recobriment de 25mm de l'assaig 2 on es va analitzar aquest factor, s'aprecia aquest fet diferenciador respecte el valors de la part de la dreta que corresponen al recobriment superior de 40mm de l'assaig 2 i dels següents assajos on es va seguir utilitzant.

Si s'analitza a partir de la cobertura, pel que fa al recobriment de 25 mm, s'ha obtingut una cobertura molt general amb valors al voltant del 100% pel que fa a les coques petites i en valors més localitzats pel que fa a les coques grans. Pel que fa al recobriment de 40mm, es mostren

uns resultats més variables, obtenint una cobertura general en el punts on hi ha coqueres petites i més localitzada on es troben les coqueres grans.



Cobertura part inferior

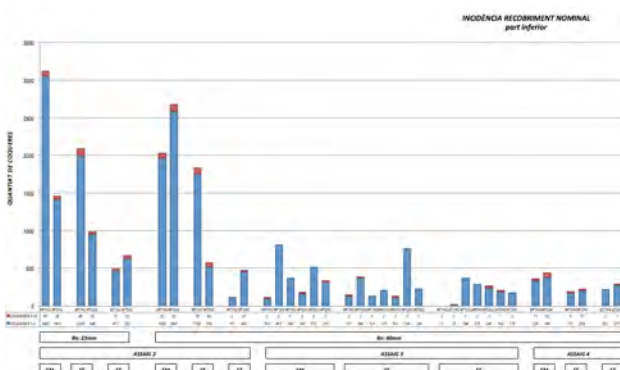


Cobertura part superior

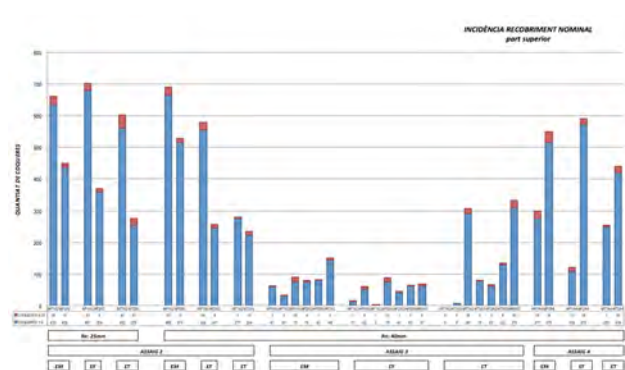
Encofrat

Tanmateix, si a més s'analitzen el resultats afegint *l'encofrat*, en general, tan en recobriments de 25 com de 40mm, s'aprecia una clara reducció de coqueres grans i petites en l'encofrat de tauler de fusta d'abet ET respecte els altres encofrats. Aquesta variació es mostra més clara a la part inferior que a la superior. A banda, l'encofrat fenòlic EF, també mostra una millora clara respecte l'encofrat metàl·lic EM en recobriments de 25mm, tan en coqueres grans com petites, i en recobriments de 40mm, també s'observa una millora respecte l'encofrat metàl·lic, però amb una diferència més ajustada.

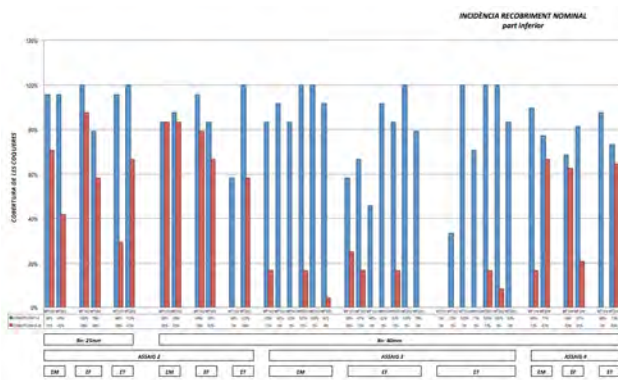
Respecte a la cobertura, en recobriments de 25mm, pel que fa a coqueres petites, en les 3 tipologies d'encofrats la cobertura és molt general, amb valors al voltant del 100%, i en coqueres grans, s'observa una cobertura més localitzada a la part inferior i més general a la part superior. En recobriments de 40mm, s'observa una cobertura general pel que fa a coqueres petites i més variable i localitzada en coqueres grans. (veure annex 2).



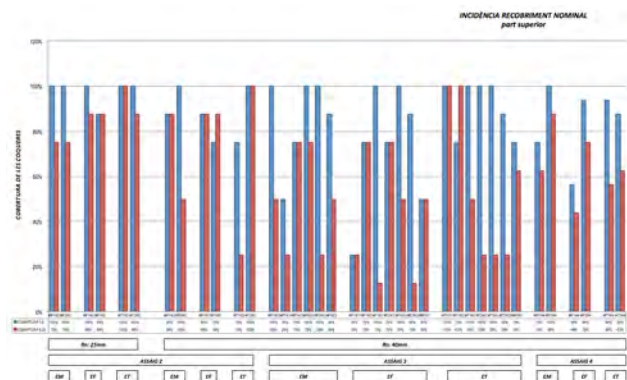
Coqueres part inferior



Coqueres part superior



Cobertura part inferior



Cobertura part superior

Consistència

Analitzant el resultat en funció de la consistència com a factor, en general, s'observen menys quantitat de coques amb consistència fluïda CF que amb tova CT, amb una clara diferència a la *part inferior* i menys important a la *part superior* de cada proveta. Aquesta diferència, és clarament destacable amb les coques grans.

També s'ha visualitzat, que a la *part inferior*, l'encofrat de tauler ET mostra una reducció important de coques respecte els altres encofrats quant la consistència és tova CT. No obstant, en consistència fluïda CF els valors es mostren més uniformes.

Parlant de la cobertura, es mostren uns valors generals pel que fa a les coques petites amb algunes zones més localitzades amb poca variació respecte a les dues consistències. No obstant, respecte a les coques grans, el fet de tenir-ne més amb consistència tova CT, la cobertura és més general, i més localitzada amb consistència fluïda CF.

Encofrat

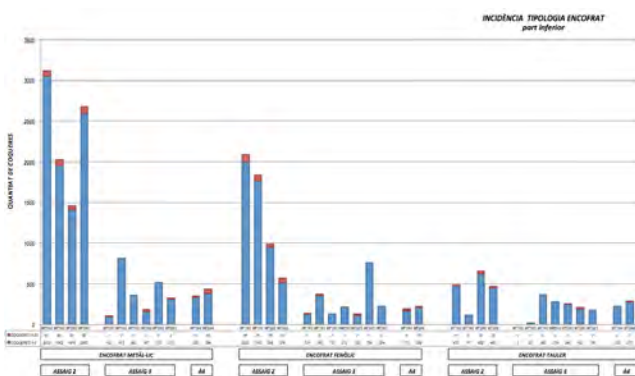
Continuant amb l'encofrat com a factor a analitzar que forma part de l'estudi, a primera vista, s'ha observat que a la *part inferior* de les provetes, es mostra un comportament diferenciador de l'encofrat de tauler ET enfront a la resta d'encofrats, amb una reducció important de coques i una uniformitat relativament mantinguda en nombre. Tanmateix, també s'ha observat una millora de l'encofrat fenòlic EF respecte l'encofrat metàl·lic o de planxa EM.

Pel que fa a la *part superior*, s'ha obtingut un augment generalitzat de coques petites i grans amb un especial increment a l'encofrat de tauler ET.

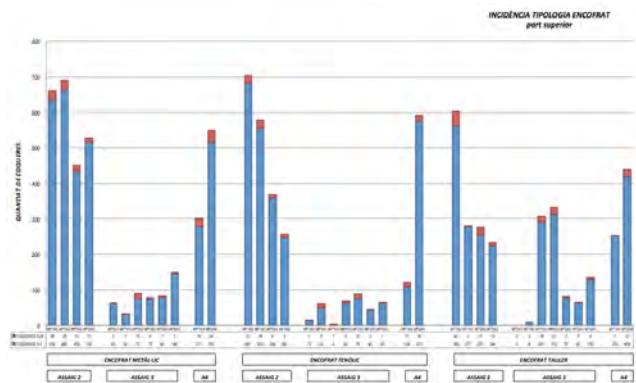
Respecte a la cobertura, fixant l'objectiu a la *part inferior* en primer lloc, es pot deduir una cobertura general a l'encofrat metàl·lic EM i una cobertura més irregular pel que fa als encofrats de fenòlic EF i de tauler ET referent a les coques petites. D'altra banda, respecte a les coques grans, s'observen cobertures generals en l'encofrat metàl·lic EM i fenòlic EF amb variacions importants i amb una cobertura més localitzada en les provetes d'encofrat de tauler ET.

A la *part superior*, s'observa una cobertura més general de coques grans, i més variable respecte a les coques petites.

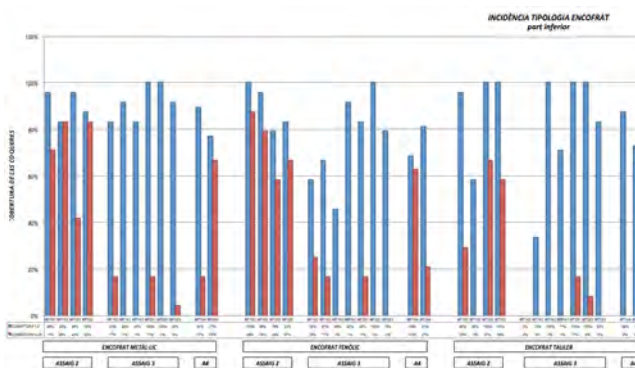
Seguidament, es mostren els gràfics comentats i adjunts a l'annex 2.



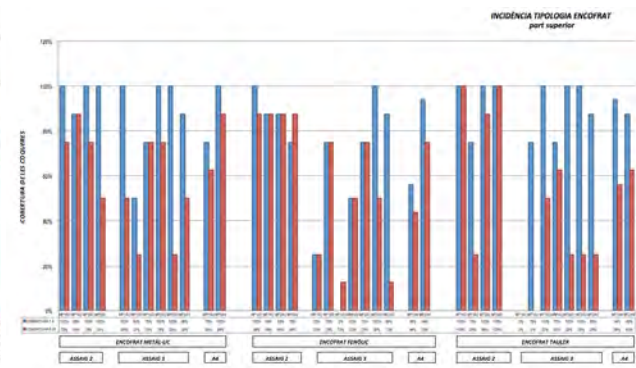
Coques part inferior



Coques part superior



Cobertura part inferior



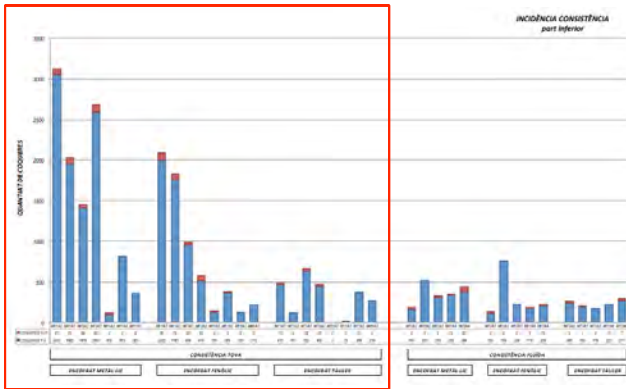
Cobertura part superior

Consistència

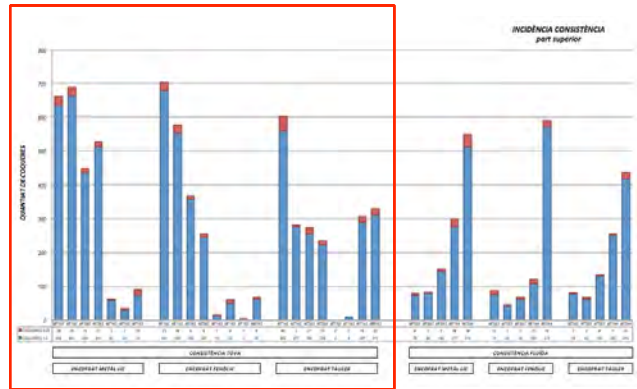
Seguint amb el 4rt factor analitzat, en aquest cas la consistència, analitzant en primer lloc la *part inferior*, s'observa una clara diferència en nombre de coques petites i grans, obtingudes amb consistència tova CT respecte les obtingudes amb fluïda CF, amb una quantitat inferior pel que fa a la consistència fluïda CF.

Seguint l'anàlisi a la *part superior*, tanmateix, també s'han obtingut uns resultats diferenciats respecte les dues consistències, però amb menor diferència, amb un augment de coques petites i grans a la consistència fluïda CF.

Observant els gràfics següents, adjunts també a l'*annex 2*, es pot visualitzar aquesta diferència. (La zona marcada en vermell localitza la consistència tova CT).



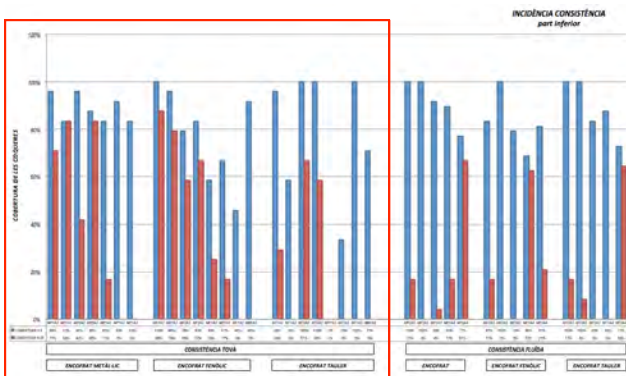
Coques part inferior



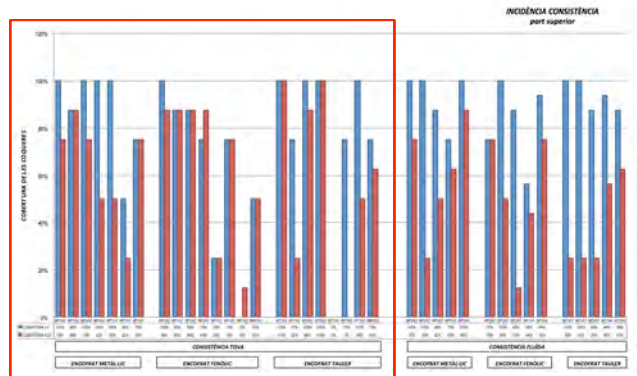
Coques part superior

Respecte a la cobertura de les coques, a la *part inferior*, s'han obtingut uns valors que pel que fa a les coques petites són molt generals, amb algunes zones més localitzades amb consistència tova CT. Les coques grans, amb consistència tova CT, es mostra una cobertura més general, i amb fluïda, en els llocs on se'n detecten es mostren com un problema més localitzat.

A la *part superior*, es mostra una variabilitat general, amb zones més localitzades i zones on la cobertura és total o pràcticament total.



Cobertura part inferior



Cobertura part superior

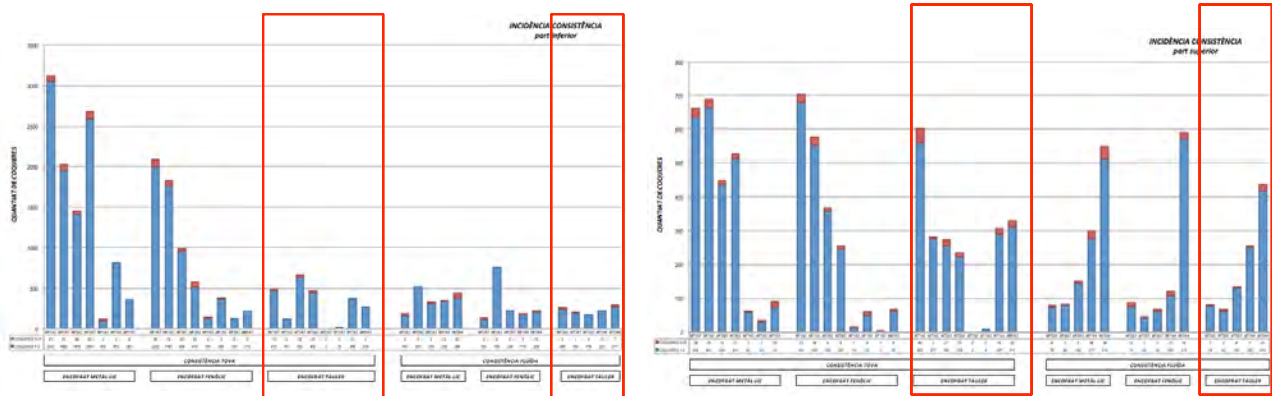
Encofrat

Si ho analitzem també en funció de l'encofrat, es pot apreciar molt clarament, que a les *coques part inferior*, amb consistència tova CT, hi ha una millora amb encofrat de tauler ET, respecte a l'encofrat fenòlic EF, i amb més importància respecte el metàl·lic EM, tan amb coques petites com en coques grans. També s'observa una clara millora de l'encofrat fenòlic EF respecte l'encofrat metàl·lic EM principalment en coques petites, i amb un comportament molt similar amb coques grans.

No obstant, amb consistència fluïda CF, els valors en les 3 tipologies d'encofrats, són molt més igualats, amb uns valors molt semblants de coques petites i grans amb encofrats de fenòlic EF i de tauler ET, i amb uns valors més importants en nombre de coques en encofrats metàl·lics EM.

Analitzant la *part superior*, en consistència tova CT, s'obté un augment de coques en l'encofrat de tauler ET, tan en coques petites com grans, i en canvi, una disminució de coques en els encofrats de fenòlic EF i metàl·lic EM. En consistència fluïda CF, en aquest cas, s'observa un increment general de coques en les 3 tipologies d'encofrats.

La zona marcada en vermell localitza l'encofrat de tauler ET (veure annex 2).



Coques part inferior

Coques part superior

Pel que fa a la cobertura, a la *part inferior*, s'observa una cobertura general pel que fa a les coques petites, tan en consistència tova CT com fluïda CF. Amb coques grans, es mostra una cobertura general amb consistència tova CT i més localitzada amb consistència fluïda CF amb les diferents tipologies d'encofrats.

A la *part superior*, en canvi, es visualitza una cobertura més general de coques.

Productes desencofrants

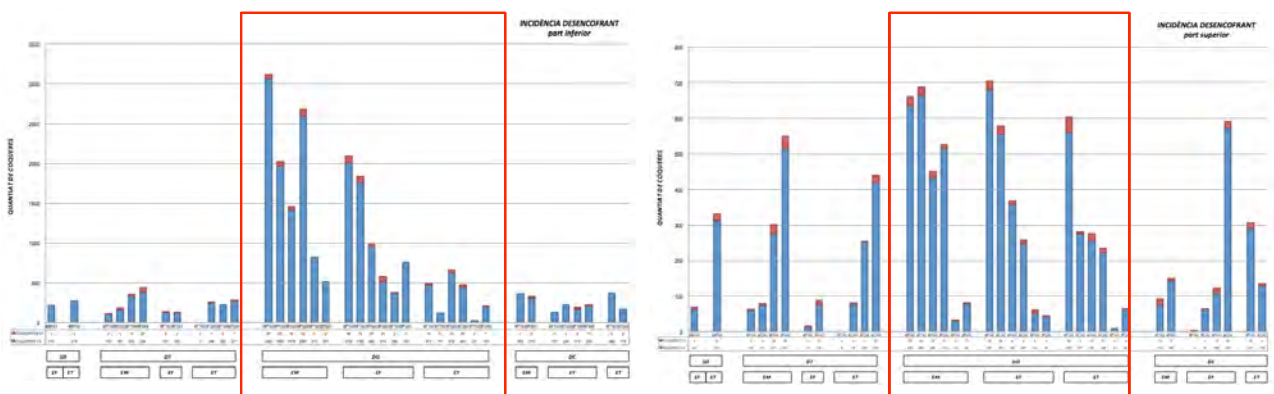
Com a 5è factor analitzat, trobem el producte desencofrant, que si ho recordem, se n'han analitzat de 3 tipologies diferents, (*desencofrant d'oli mineral DO, desencofrant d'oli mineral amb aigua i amb agent tenso actiu DT, i el desencofrant pur a base de dissolvent i cera DC*), i en un cas, on no s'ha aplicat cap producte desencofrant.

Començant per analitzar el gràfic de la *part inferior*, es pot observar clarament un augment de coques a la zona on ha actuat el desencofrant d'oli mineral DO, respecte on s'han aplicat els altres desencofrants, i en el cas on no se n'ha aplicat. Aquesta diferència es mostra tan amb l'augment de coques petites com en l'augment de coques grans.

Respecte els desencofrants DT i DC i on no se n'ha aplicat, els resultats a primera vista han estat molt semblants.

Referent a la *part superior*, s'observa un augment de coques petites i grans on hi havia aplicats els productes DT i DC i on no n'hi havien, tot i que es manté una diferència a la baixa respecte el desencofrant DO.

Seguidament s'adjunten les gràfiques amb la zona de color vermell on es localitza el producte desencofrant d'oli mineral DO amb una presència important de coques, respecte els altres productes desencofrants utilitzats (veure annex 2).

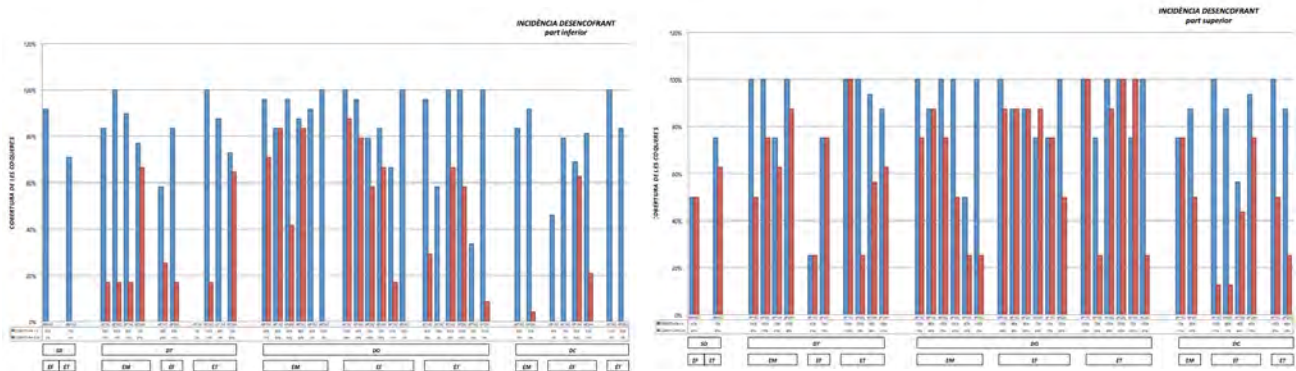


Coques part inferior

Coques part superior

Pel que fa a la cobertura, s'han obtingut uns valors molt generalitzats de coques petites, tan a la part inferior com superior. Respecte a les coques grans, es mostren molt generals a la zona del producte DO i molt més localitzades i puntuals on hi havien els desencofrants DT i DC.

Tanmateix, s'observa una clara millora en el gràfic de la *part inferior* on hi havia el DC, a més, hi ha una zona impecable on no hi havia aplicat cap producte desencofrant, ja que en aquest cas no s'hi han detectat coqueres grans.



Cobertura part inferior

Cobertura part superior

Encofrat

A banda, si hi afegim i ho analitzem també amb la tipologia d'encofrat, pensant amb el producte desencofrant i amb el comportament enfront a l'encofrat, es pot visualitzar en el *gràfic part inferior*, una clara millora de l'encofrat de tauler ET respecte l'encofrat fenòlic EF i metàl·lic EM, quant s'apliquen productes desencofrants d'oli mineral DO. D'altra banda, s'observa que amb productes desencofrants tenso-actius DT, l'encofrat que es comporta millor és el fenòlic EF, i amb desencofrants de cera DC, l'encofrat de fenòlic EF i de tauler ET tenen un comportament semblant, enfront l'encofrat de planxa o metàl·lic EM que mostra una diferència amb un increment de coqueres. Finalment, on no s'ha aplicat cap producte desencofrant, s'han obtingut uns resultats realment bons pel que fa a coqueres grans, tan amb l'encofrat de tauler ET com de fenòlic EF, amb una superfície neta de coqueres, i amb un increment controlat de coqueres petites d'uns valors realment satisfactoris.

Respecte a la *part superior*, s'observa un augment generalitzant de coqueres a les 3 tipologies d'encofrats, però mantenint una distància de qualitat respecte els encofrats on hi havia aplicat el desencofrant d'olis minerals DO.

Les cobertures, en aquest cas pensant en l'encofrat, analitzant en un primer moment el gràfic de la *part inferior*, s'observa una cobertura de coqueres petites molt generalitzada i present a la majoria de superfície, amb unes zones més localitzades que mostra l'encofrat fenòlic EF en presència dels desencofrants tenso actius DT i de cera DC. Les coqueres grans, s'observen molt generalitzades

en presència del desencofrant d'oli mineral DO, i molt més localitzades en els desencofrat DT i DC i inapreciables on no s'hi han aplicat productes desencofrants.

En el gràfic de la *part superior*, s'observen unes cobertures molt més generalitzades i complertes, amb una presència més localitzada de coqueries grans a la zona del DC i on no hi havia aplicat cap producte desencofrant.

(Visualitzar gràfics annex 2 del treball)

Consistència

Si també ho analitzem per la consistència, com una variable més, començant per analitzar els valors del gràfic de la *part inferior*, i començant pel desencofrant d'oli mineral, DO, s'han obtingut uns resultats variables en funció de la consistència. En l'encofrat metàl·lic EM, quant s'ha omplert amb consistència fluïda CF, els resultats han estat clarament millorats respecte a les provetes on s'han omplert amb consistència tova CT, obtenint una quantitat inferior de coqueries petites i sense detectar coqueries grans. Amb l'encofrat fenòlic EF, també hi ha hagut una millora respecte a les coqueries, però principalment amb coqueries grans, on s'han reduït per complet. Amb encofrat de tauler ET, els resultats també han estat realment bons.

Analitzant la consistència amb el desencofrant de cera DC, amb l'encofrat metàl·lic o de planxa EM, s'observen uns valors molt similars amb les dues consistències amb coqueries petites, però amb una reducció de coqueries grans amb consistència tova CT. Amb encofrat fenòlic EF, els resultats també han estat molt semblants, amb una certa tendència a la baixa amb consistència tova CT. I amb encofrat de tauler ET, s'observen uns resultats també molt similars, amb una certa millora de coqueries petites quant la consistència és fluïda CF.

Pel que fa al desencofrant tenso-actiu, DT, començant per l'encofrat metàl·lic EM, s'obté una millora en consistència tova CT respecte la fluïda CF tan amb coqueries grans com en petites. Amb encofrat fenòlic EF, els resultats són molt similar, no mostrant pràcticament variació, i amb l'encofrat de tauler ET, la diferència en aquest cas si que ha estat clara, amb uns valors amb consistència tova CT impecables i exempts de coqueries, al contrari que els valors obtinguts amb consistència fluïda CF, on a més, són molt similars en les 3 provetes analitzades

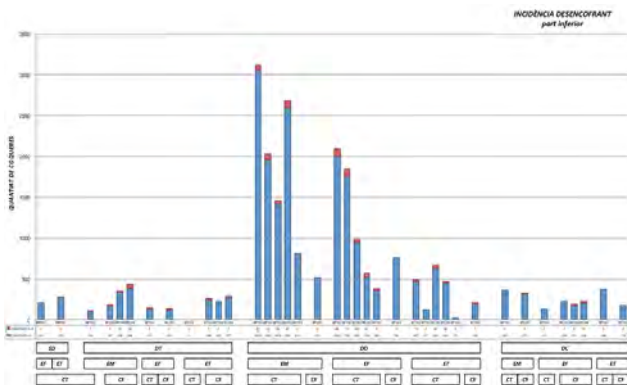
Respecte a la proveta mixta sense desencofrant, només s'ha utilitzat consistència tova CT, per tan la comparació en aquest cas no ha estat possible.

Si s'analitza el mateix en el gràfic de la *part superior*, iniciant l'anàlisi on hi havia aplicat el desencofrant DO, s'observa que amb consistència fluïda CF, ens les 3 tipologies d'encofrats hi ha hagut una millora clara de reducció de coques, tan en coques grans com petites respecte a la consistència tova CT.

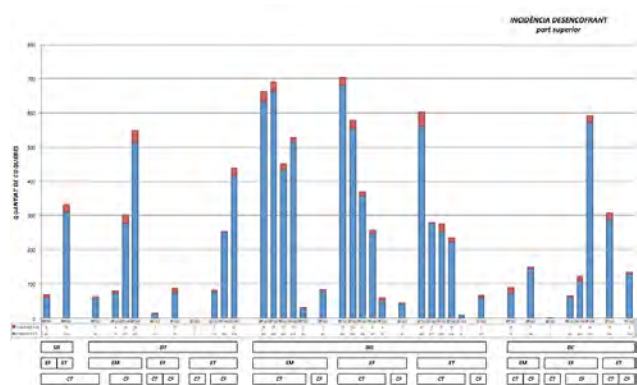
Seguint l'anàlisi amb el desencofrant DC, amb l'encofrat metàl·lic EM, s'observa una millora respecte a les coques petites amb consistència tova CT, però un augment de coques grans respecte la fluïda CF. Amb encofrat fenòlic EF, s'observa una clara millora amb consistència tova CT i amb encofrat de tauler ET, es mostren valors millorats en consistència fluïda CF tan en coques petites com grans.

Finalment, amb el desencofrant DT, els valors han estat realment millorats amb consistència tova CT amb les 3 tipologies d'encofrats, tan en nombre de coques petites com grans.

Seguidament es mostren els gràfics adjunts a l'annex 2 del treball amb la presència dels 3 factors analitzats (desencofrant, encofrat i consistència).



Coques part inferior



Coques part superior

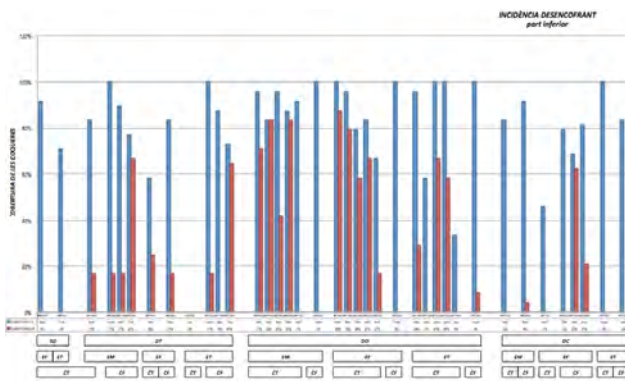
Si es centra l'anàlisi a partir de la cobertura, començant pel gràfic de la *part inferior*, es pot visualitzar una cobertura de coques petites molt general, ocupant gran part de la superfície, tan en consistència tova com fluïda CF.

No obstant, amb les coques grans, si en primer lloc s'analitza a partir del desencofrant DO, s'observa una cobertura molt general en consistència tova CT i una cobertura molt localitzada en les zones on hi ha coques grans de la consistència fluïda CF.

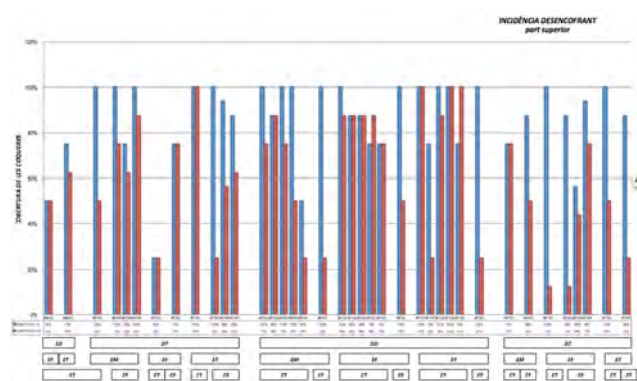
A la zona on hi havia el desencofrat DC, en l'encofrat metàl·lic EM, a la proveta on hi havien coques grans que tan sols era amb consistència fluida CF, s'han obtingut de forma molt localitzada. Amb encofrat fenòlic EF, detectades només a la CF amb uns valors mitjans del 40%. Pel que fa al desencofrant DT, amb encofrat metàl·lic i fenòlic EF, es mostra una cobertura en general localitzada, i amb encofrat de tauler ET, es mostra més variable amb una proveta on la cobertura es mostra localitzada, i amb l'altra proveta, amb una cobertura més general.

Respecte al gràfic de cobertura de la *part superior*, també es pot visualitzar en general una cobertura de coques petites molt general ocupant gran part de la superfície, tan en consistència tova CT com fluida CF. Respecte a les coques grans, en aquest cas també es mostren molt generals amb cobertures elevades amb algunes excepcions puntuals. Per exemple, amb encofrat metàl·lic on hi havia el desencofrant DO, amb CF, s'han mostrat localitzades. Amb desencofrant DC i encofrat fenòlic EF, en CF, també s'hi han mostrat, i en alguns casos de CT. Tanmateix, però, més general amb l'encofrat de tauler. Aquest fet, també passa quant el desencofrat és DT, amb l'encofrat fenòlic EF, quant la consistència és tova CT, i en aquest cas, tan amb coques grans com petites.

Seguidament es mostren els gràfics de cobertura adjunts a l'annex 2 del treball on es visualitzen de forma general els resultats analitzats.



Cobertura part inferior



Cobertura part superior

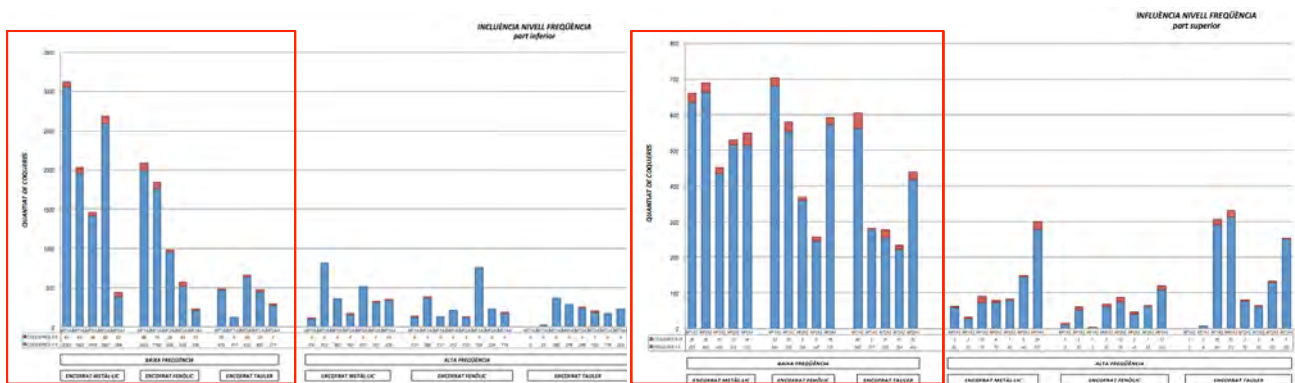
Nivells de freqüència

Representa l'últim factor analitzat en la campanya experimental, amb l'objectiu d'obtenir resultats determinants de la incidència de la baixa i l'alta freqüència del vibrador.

Analitzant de forma general els dos nivells de freqüència a les gràfiques on s'han representat, s'observa clarament una diferència en nombre de coques amb un nivell que un alta.

Quant s'utilitza un vibrador amb un nivell de baixa freqüència, s'obtenen més coques petites i més coques grans que amb un nivell d'alta freqüència.

La zona marcada en vermell dels gràfics següents, localitza el nivell de baixa freqüència amb un increment important de coques, respecte la zona d'alta freqüència corresponent a la part dreta del gràfic (veure annex 2).



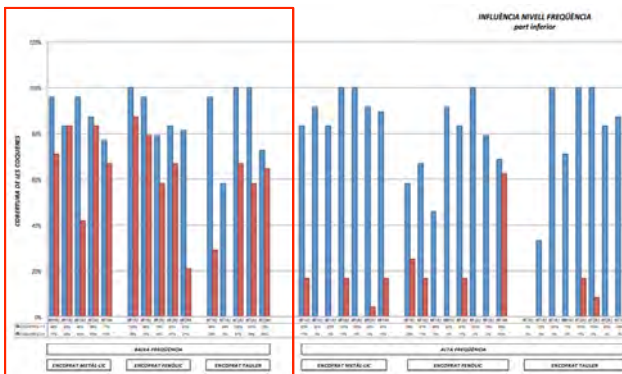
Coques part inferior

Coques part superior

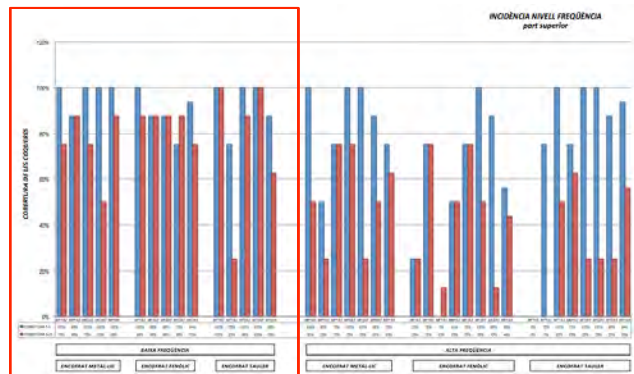
Valorant la cobertura, pel que fa referència al gràfic de la *part inferior*, s'obtenen uns resultats pel que fa a coques petites molts generals en les dues tipologies de freqüències. Això varia però, amb les coques grans, on amb un baix nivell de freqüència les coques es mostren molt generalitzades i presents a molta superfície, ocasionant un defecte important, a diferència del nivell més alt de freqüència on les coques es mostren com un defecte molt més puntual i localitzat.

Respecte a la cobertura del gràfic de la *part superior*, s'observa una cobertura de coques petites de forma general en els dos nivells de freqüència. En referència a les coques grans, es manté la diferència mostrada en el gràfic de la part inferior, però amb una diferència menys marcada, amb un augment del problema per part del nivell d'alta freqüència amb un defecte més generalitzat.

Seguidament es mostren els gràfics de cobertura comentats, on també es localitza el nivell de baixa freqüència amb un requadre vermell i el nivell d'alta freqüència a la part dreta del gràfic. (veure annex 2).



Cobertura part inferior



Cobertura part superior

Encofrat

Si també s'analitza tenint en compte l'encofrat, començant pel gràfic amb la *part inferior*, i pel nivell de baixa freqüència, s'observa una clara millora de l'encofrat de tauler ET, respecte els encofrats de fenòlic EF metàl·lic EM, amb un acabat amb moltes menys coqueres petites i grans.

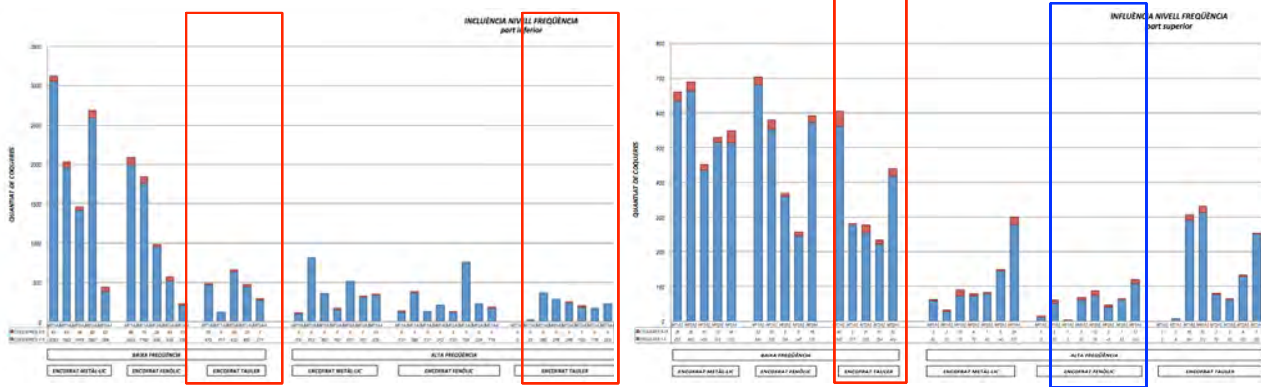
Tanmateix, també s'observa una millora en nombre de coqueres petites de l'encofrat fenòlic EF respecte l'encofrat metàl·lic EM, però no obstant l'encofrat metàl·lic EM presenta una millora en quant a coqueres grans.

En quant al resultat obtinguts en alta freqüència, s'observa una reducció general de coqueres en les 3 tipologies d'encofrats, amb uns resultats molt similars de coqueres petites i grans, amb una certa millora dels encofrats de tauler ET i de fenòlic EF enfront l'encofrat metàl·lic EM.

Si s'analitzen els resultats en el gràfic de la *part superior*, en el nivell de baixa freqüència, s'ha obtingut un increment de coqueres en les tres tipologies d'encofrats respecte la part inferior, però es manté la tendència, on el millor comportament el té l'encofrat de tauler ET, seguit del fenòlic EF i finalment el de planxa o metàl·lic EM.

Respecte els resultats en alta freqüència, també s'han obtingut uns valors superiors als analitzats a la *part inferior*, amb un canvi significatiu, ja que en aquest cas, l'encofrat fenòlic EF mostra menys coqueres petites i grans respecte l'encofrat de tauler ET i el metàl·lic EM. Respecte els encofrats ET i EM, s'obtenen menys coqueres petites en l'encofrat metàl·lic EM i més coqueres grans que les obtingudes a l'encofrat de tauler ET.

A continuació, es mostren els gràfics de les coques part inferior i part superior comentats, on s'observa en un requadre en vermell l'encofrat de tauler ET i en blau el de fenòlic EF, amb les diferents freqüències on s'han obtingut els millors resultats (veure annex 2)



Coques part inferior

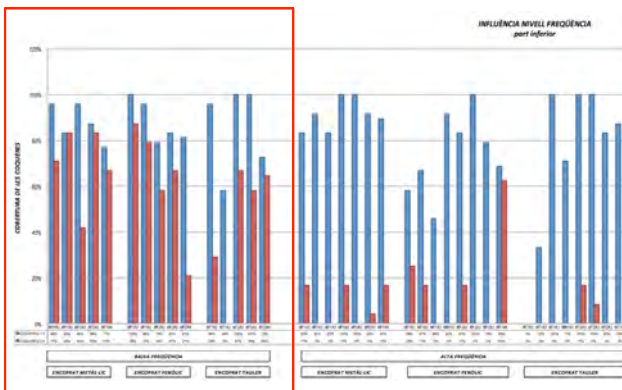
Coques part superior

Fent referència als resultats de les cobertures, iniciant l'anàlisi amb el gràfic de la *part inferior* i amb les coques petites, s'observa una cobertura irregular en les 3 tipologies d'encofrat i en les dues tipologies de freqüències, amb una presència del problema molt general ocupant i afectant gran part de la superfície, variant en zones més localitzades i puntualitzant més el problema en l'encofrat de tauler ET.

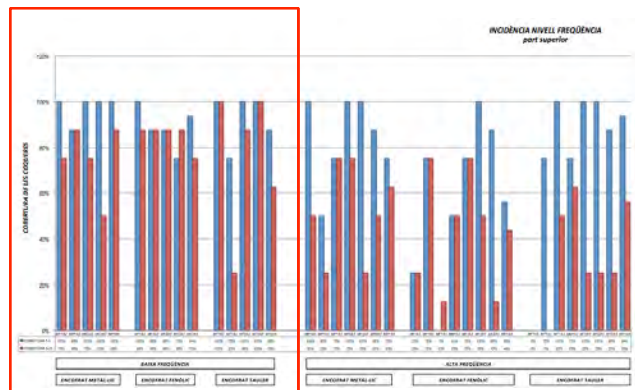
Pel que fa a la cobertura de les coques grans, en el nivell de baixa freqüència, s'obtenen uns valors de cobertura entre el 60-70% en encofrats fenòlics EF i metàl·lics EM, i més puntuals i localitzats en encofrats de tauler ET. En alta freqüència, en canvi, on es detecten, són problemes molt més puntuals i localitzats.

En quant a la cobertura del gràfic de la *part superior*, s'obtenen uns valors en les dues varietats de freqüència molt generals pel que fa a coques petites, amb coques molt repartides per les superfícies dels diferents encofrats, pel que fa a les coques grans, en el nivell de baixa freqüència, s'obtenen també valors molt generals i repartits en les 2 tipologies d'encofrats, i més localitzats i semblants en el nivell d'alta freqüència.

A continuació, es mostren els gràfics de les cobertures comentats, on s'observa en un requadre en vermell el nivell de baixa freqüència i a la dreta el d'alta freqüència. (veure annex 2).



Cobertura part inferior



Cobertura part superior

Consistència

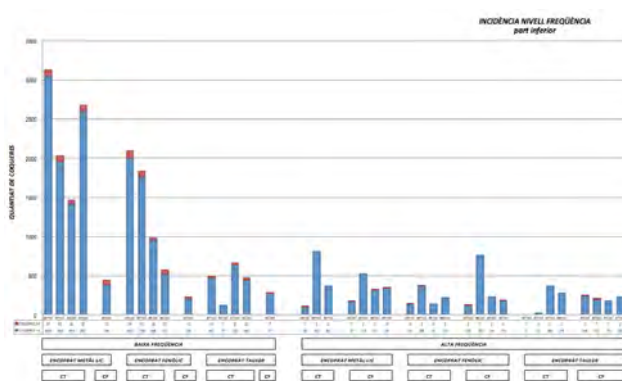
Si a més, ho analitzem introduint com a 3er factor la consistència, començant per la zona del nivell de baixa freqüència i amb el gràfic de les coques *part inferior*, es pot veure una diferència realment important en nombre de coques entre les dues consistències i amb les 3 tipologies d'encofrats, obtenint uns resultats molt més reduïts tan en nombre de coques petites com grans. Si en primer lloc, centrem l'anàlisi amb els encofrats de tauler ET i de fenòlic EF, es pot observar molt clarament, que amb consistència fluïda CF, els resultats han estat clarament més satisfactoris en nombre de coques petites i grans, amb una clara i més diferència en l'encofrat de fenòlic EF. D'altra banda, pel que fa a l'encofrat metàl·lic EM, s'observa una diferència molt clara en quant a coques petites, però en nombre de coques grans la diferència ha estat més ajustada, amb una mínima millora.

Valorant els resultats en alta freqüència, en general i a primer cop d'ull, es visualitzen uns resultats molt ajustats i semblants en les dues consistències. Començant per l'encofrat metàl·lic EM, s'observen uns resultats molt semblants amb les dues consistències tan en nombre de coques petites com grans. Respecte a l'encofrat de fenòlic EF, també s'observen uns resultats molt semblants pel que fa a les consistències i a les coques. Finalment, l'encofrat de tauler ET, s'observa una certa millora en consistència tova CT.

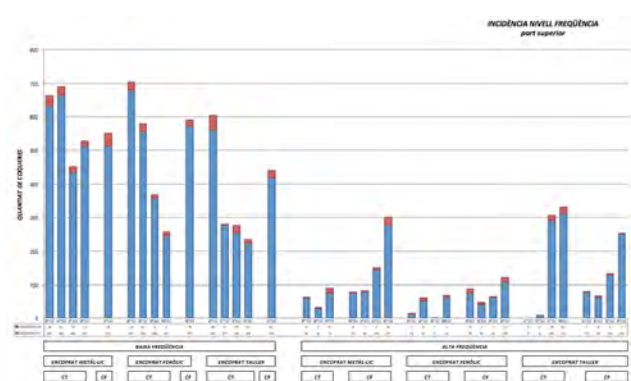
Pel que fa als resultats del gràfic de les coques *part superior*, començant pel nivell de baixa freqüència, s'observen uns resultats molt semblants pel que fa a les consistències, tan en nombre de coques grans com petites.

En alta freqüència, valorant en primer lloc l'encofrat metàl·lic EM, s'observa un increment de coques petites en consistència fluïda CF, i uns resultats similars en coques grans. En l'encofrat fenòlic EF, s'observa un increment de coques en consistència fluïda CF tan en coques grans com petites. En l'encofrat de tauler ET, l'anàlisi genera més confusió, pel fet de que amb consistència tova CT hi ha valors molt diferenciats, amb valors on pràcticament no mostren coques i en d'altres on la quantitat és important, però en general, els valors es podria dir que serien similars en les dues consistències.

Adjunts seguidament, es mostren els gràfics comentats amb el 3 factors analitzats, la freqüència, l'encofrat i la consistència. (veure annex 2).



Coques part inferior

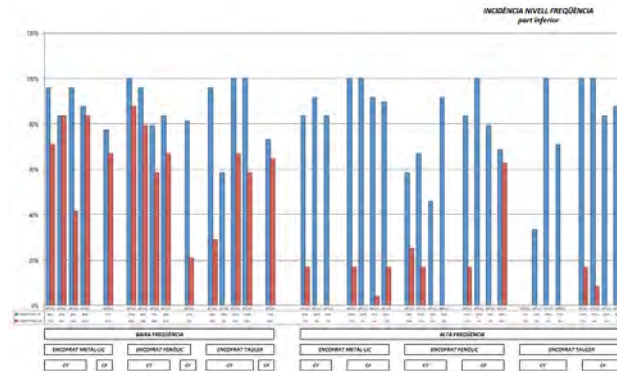


Coques part superior

Finalment, si s'analitza la cobertura, començant pel nivell de baixa freqüència, i pel gràfic de cobertura *part inferior*, s'observen uns defectes molt generalitzats tan de coques petites com de coques grans. En l'encofrat fenòlic EF, però, s'han observat uns defectes més puntuals de coques grans en consistència fluïda CF.

No obstant, en alta freqüència, s'observen uns resultats molt semblants en les dues consistències pel que fa a coques petites. Respecte a les coques grans, en els encofrats metàl·lics EM i fenòlics EF, s'han obtingut uns resultats molts semblants en les dues consistències, amb valors en general puntuals i localitzats. Finalment, en l'encofrat de tauler ET, s'observa una clara diferència en funció de la consistència, amb una nul·la presència de coques grans en consistència tova CT i amb una presència puntual del defecte en consistència fluïda CF.

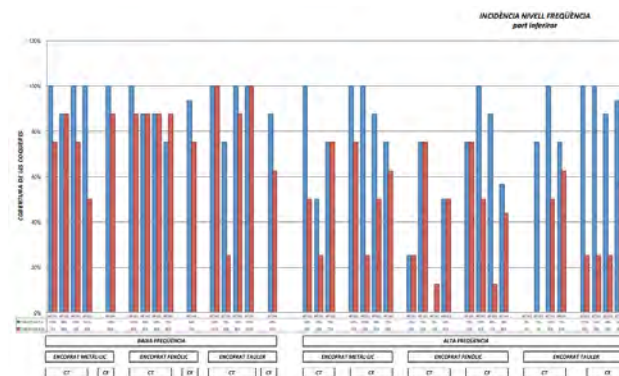
Gràfic cobertura part inferior, on s'observa el nivell de baixa freqüència a l'esquerra, amb un problema més general, i a la dreta el nivell d'alta freqüència amb un problema molt més puntual. (veure annex 2).



Cobertura part inferior

Seguint per la *part superior*, i amb el nivell de baixa freqüència, s'observen uns defectes molt generalitzats tan de coques petites com de coques grans en les dues consistències. No obstant, en alta freqüència, s'observen uns resultats molt variables, amb uns resultats de coques petites molt similars. Respecte a les coques grans, s'aprecia un problema més puntual. Amb l'encofrat de tauler ET, per exemple, amb consistència fluïda CF, es mostra un problema puntual i millorat respecte a la consistència tova CF, i amb els encofrats de fenòlic EF i metàl·lics EM els resultats són molt similars en les dues consistències.

Gràfic cobertura part inferior, on s'observa el nivell de baixa freqüència a l'esquerra amb un problema més general i a la dreta el nivell d'alta freqüència amb un problema més puntual. (veure annex 2).



Cobertura part superior

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coques de formigó armat vist

Document: [illegible]

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades
Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció
Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

7. CONCLUSIONS FINALS

A partir de les conclusions de la campanya experimental i de l'anàlisi final de resultats, ha permès establir uns criteris i opinions personals a fi d'obtenir les següents conclusions, estructurades a partir dels diferents factors que representen la llavor del treball.

Elements horitzontals

- *Respecte als elements intermitjos, segurament ha estat el factor més difícil de raonar i donar-hi unes conclusions prou clares pels resultats obtinguts. En general, però, sembla evident que amb elements de formigó de dimensions 1x50x25cm, la col·locació d'elements intermitjos beneficia l'acabat superficial amb la reducció de coqueres de petit i gran tamany respecte a la no col·locació d'aquests elements. Tot i així, seria interessant realitzar un procés experimental més extens d'aquesta part.*

Recobriments nominal

- *A partir dels resultats obtinguts i valorats, es pot afirmar que amb un recobriments nominal superior de com a mínim 15mm de diferència respecte l'inferior, quant aquest és d'un Rn de 25mm, s'obté una millora en l'acabat final amb una reducció de coqueres superficials tan d'un tamany petit com gran.*

Encofrat

- *Sembla evident, que amb encofrats de tauler s'obtenen acabats de més qualitat que amb encofrats fenòlics i metàl·lics.*
- *Tanmateix, amb l'encofrat fenòlic es pot confirmar que els acabats milloren respecte els encofrats metàl·lics.*
- *Respecte a la cobertura, es pot concloure, que amb les 3 tipologies d'encofrats s'obté una cobertura general de coqueres petites. No obstant, pel que fa a coqueres grans, amb encofrats de tauler el defecte és més puntual i localitzat que amb els encofrats de fenòlic i de planxa on aquest problema es mostra més generalitzat amb més superfície ocupada.*

Consistència

- *Amb els resultats obtinguts, es pot concloure, que amb una consistència fluïda, s'obtenen menys coqueres superficials obtenint un resultat d'acabat de més qualitat que amb consistència tova, on s'obtenen més coqueres superficials afectant amb major mesura l'acabat final.*
- *També sembla evident, que amb les dues consistències, les coqueres de menor tamany es mostren de forma generalitzada a tota la superfície, però, pel que fa a les coqueres grans, en consistència fluïda es mostren com un problema més puntual que amb consistència tova, on aquest problema s'incrementa amb una afectació més generalitzada.*

Producte desencofrant

- *Es pot afirmar que el producte desencofrant afecta a la qualitat de l'acabat superficial tan en l'augment de coqueres petites com de gran tamany.*
- *Es pot confirmar també, que els productes desencofrants a base d'olis minerals, afecten de manera més important en l'acabat final, tan amb nombre de coqueres petites com grans respecte els productes d'olis amb agents tenso actius i productes a base de dissolvents i ceres. A més, el resultat també millora quant no s'aplica cap producte.*
- *També sembla evident, que el comportament dels desencofrants DT i DC i quant no se n'apliquen els resultats són molt semblants.*
- *També es pot afirmar, que el producte desencofrant en general és permissiu i tolerant en l'adherència de fins de ciment a l'encofrat. Tanmateix, quant s'utilitzen productes d'olis minerals amb agents tenso actius l'adherència d'aquests fins de ciment s'incrementen respecte els agents d'olis mineral i de ceres i que amb encofrats de tauler aquesta adherència és menor respecte els encofrats de fenòlic i de planxa o metall.*

Nivell freqüència vibrador

- *Es pot confirmar, que el nivell de freqüència del vibrador afecta a l'acabat superficial, que amb un nivell de més altra freqüència, amb valors de 200Hz s'obtenen acabats clarament més favorables respecte nivells de freqüència més baixa de 50/60Hz.*
- *Tanmateix, també es pot afirmar, que un nivell de més baixa freqüència es generen problemes importants pel que fa a coqueres grans de 5-25 mm, obtenint un problema clarament més generalitzat a tota la superfície de la proveta. No obstant, això varia amb un nivell de més alta freqüència on aquest problema es manifesta de manera més puntual i localitzat.*

Combinacions de procediment d'execució en funció dels factors analitzats.

Segons els factors analitzats i els resultats obtinguts, s'han definit uns criteris d'execució per intentar obtenir un resultat final de més qualitat de l'acabat final del formigó vist.

- *En elements de formigó vist, en general, partint de la mateixa tipologia de formigó analitzada, HA-25 B/20/IIa, s'utilitzarà una consistència tova però amb un assentament de con d'Abrams entre 6-8 cm, es vibrarà amb un nivell alt de freqüència, i es tindrà en compte un recobriment superior a 25mm.*

D'altra banda, respecte a la tipologia d'encofrat a utilitzar es tindrà present l'aplicació dels següents productes desencofrants.

Encofrats metàl·lics:

- *En aquesta tipologia d'encofrat, s'utilitzaran productes d'olis minerals amb aigua i agents tenso actius.*

Encofrats amb fenòlic:

- *S'aplicaran productes a base de dissolvents i ceres.*

Encofrats amb tauler:

- *S'utilitzaran productes d'olis minerals amb aigua i agents tenso actius.*

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coqueres $\alpha\phi$ formigó armat vist

Document: $\hat{E}O[\] \&^{\sim} \cdot \bar{q} \} \cdot \hat{A}^{\wedge} \cdot [\} \alpha\phi$

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades
Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció
Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

8. CONCLUSIONS PERSONALS

Després de l'elaboració d'aquest treball, he cregut oportú reflectir unes conclusions personals adquirides durant tot aquest recorregut fet.

- *Una de les coses que em genera més preocupació i que penso que és necessari un canvi, és la falta de control ens les diferents fases del procés per garantir un acabat amb unes garanties mínimes de qualitat. Penso que seria necessari tenir els diferents factors i condicionants establerts en el projecte per respectar-los a la fase d'execució, acompanyat d'un control de qualitat d'aquest procés per garantir unes condicions finals acceptables.*
- *Tanmateix, també he vist una falta de control general a les plantes que elaboren el formigó. Una falta de control de la matèria prima, i de tot el procés d'elaboració del formigó. Penso que hi hauria d'haver un control molt més estricta d'aquest procés per garantir un producte de molta més qualitat. Per exemple, a partir d'un laboratori a la mateixa planta, mitjançant l'aportació de coneixements d'uns tècnics apropiats. Tanmateix, seria necessari que es reunissin alguns dels següents requisits:*
 - *Emmagatzematge de la matèria prima en zones cobertes i protegides dels agents atmosfèrics.*
 - *Control de la humitat dels diferents components en el moment d'elaborar el formigó. (ciment, sorra i grava).*
 - *Control de la temperatura d'aquests components. (ciment, sorra i grava).*
 - *Barreja dels components a partir d'una amasadora i no amb el propi camió formigonera.*
- *També penso que una de les problemàtiques que s'estan produint actualment i que es podrien evitar és el fet d'afegir aigua al formigó a obra. En moltes ocasions es produeix pel fet de que el formigó no arriba amb la consistència demanada. Penso que si es controlés més el procés d'elaboració i que a més els intervals resultants de cada tipus de consistència definits per normativa fossin menors, el formigó seria de més qualitat i tal com s'ha demanat, amb poques variacions d'una amassada a una altra. Per exemple: Si*

l'interval d'una consistència tova és de (5-10), ajustar-ho a (7-10), definint més, d'aquesta manera, les propietats finals del producte.

- *Com a experiència personal, puc dir que la realització d'aquest treball m'ha aportat coneixements, m'ha aportat el saber com afrontar un problema i m'ha aportat la il·lusió de seguir endavant.*

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coqueres de formigó armat vist

Document: J

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades

Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

9. FUTURS DESENVOLUPAMENTS

Com a futurs treballs d'investigació s'han contemplat les següents propostes:

- Realització d'una campanya experimental més extensa en nombre de mostres i factors analitzats.
- Estudiar i analitzar més varietats i tipologies de cada factor. (altres recobriments, més tipologies d'encofrats, de productes desencofrants, de nivell de freqüència i potència).
- Controlar altres elements o factors com:
 - La influència de la temperatura a l'encofrat.
 - L'absorció de l'encofrat.
 - La influència de la temperatura i la humitat als components del formigó abans de la seva elaboració (a l'àrid, a la sorra, al ciment).
 - Control de la humitat ambient en el procés de formigonat.
 - Variar propietats components del formigó. (granulometries)
 - Control de la influència de l'alçada d'abocat.
- Estudiar i analitzar les variacions de tonalitat com a defectes superficials.
- Intentar establir un altre mètode de recompte de coques.
- Elaborar un quadre de toleràncies en funció de la qualitat d'acabat que es vulgui donar.
- Analitzar la reducció de la tensió superficial de la part superior de les provetes per intentar minimitzar els defectes d'aquesta part.
- Realitzar la campanya experimental a partir d'un formigó auto compactant.

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coques al formigó armat vist

Document: 10. Bibliografia

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades

Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

10. BIBLIOGRAFIA

LLIBRES

- [1] Calavera J. i altres (2000) *Aspectos visuales del hormigón* Madrid: INTEMAC - ISBN: 84 - 87892 - 26 - 6.
- [2] García Á i altres (2011) *hormigón armado*. (15ª edición) Barcelona: Gustavo Gili, S.L. - ISBN: 84 - 252 - 2307 - 5.
- [3] García Á. (1997) *Estructuras de hormigón armado I*. Madrid: Fundación Escuela de la Edificación - ISBN: 84 - 86957 - 72 - 9.
- [4] Trüb U. (1977) *Superficies de Hormigón visto*. Barcelona: Editores técnicos Asociados, S.A. - ISBN: 84 - 7146 - 093 - 9.
- [5] Catalán A. (2006) *Hormigón armado*. Madrid: Bellisco. - ISBN: 84 - 96486 - 33 - 1.
- [6] Fernández M. (1994) *Patología y terapéutica del hormigón*. Madrid: ETS Ingenieros de caminos. - ISBN: 84 - 74932 - 02 - 7.
- [7] Talero R. (1991) *Patologías y terapias del hormigón: La capacidad de cambio de las adiciones puzolánicas*. Madrid: Iccet - ISBN: 84 - 72923 - 53 - 3.
- [8] Calavera J. (1991) *Criterios para el descimbrado en estructuras de hormigón*. Madrid: INTEMAC.
- [9] CIB W-29 (1973) *Tolerances on blemishes on concrete*. Rotterdam, CIB Report.

NORMATIVA

- [10] Comisión permanente del hormigón CPH. (2008). *Instrucción de hormigón estructural, EHE-08*. (5ª edición) Madrid: Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento.

- [11] Asociación Española de Normalización y certificación AENOR (2006). *Ensayos de hormigón: Ensayo de Asentamiento. UNE- EN 12350-2*. Madrid.
- [12] Asociación Española de Normalización y certificación AENOR (2001). *Ensayos de hormigón endurecido: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia UNE-EN 12390-2*. Madrid.
- [13] Asociación Española de Normalización y certificación AENOR (2003). *Determinación de la resistencia a compresión de probetas UNE-EN 12390-3*. Madrid.

TREBALLS

- [14] Massó, F. (2013). *Millora de la tàpia mitjançant l'ús d'encenalls de suro natural, un àrid amb propietats tèrmiques*. Projecte final de carrera / Arquitectura i Enginyeria de la Construcció. UDG -Universitat de Girona. Girona. Tutor/a: Barbeta, G.
- [15] Macià, L. i Costa, R. (2014). *Anàlisi del comportament d'una volta catalana mitjançant un model experimental d'assaigs estàtics i dinàmics*. Projecte final de carrera / Arquitectura i Enginyeria de la Construcció. UDG – Universitat de Girona. Girona. Tutor/a: Llorens, M.
- [16] Costa, A. (2014). *Determinació del mòdul de Young dinàmic i estàtic de peces ceràmiques*. Projecte final de carrera / Arquitectura i Enginyeria de la Construcció. UDG – Universitat de Girona. Girona. Tutor/a: Llorens, M.
- [17] Jordán, E. i altres (2014). *Determinación de la cobertura y densidad de los espartizales típicos del Sureste de la provincia de albacete mediante análisis digital de imágenes*. Treball / Centro de experimentación Agraria de Albacete. – Escuela técnica superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete.

WEBS

- [18] Hidrodemolición S.A. (2011) *Hidrodem*. Recuperat de:
http://blog.hidrodemolicion.com/2013/03/defectos-en-estructuras-de-hormigon_26.html.

- [19] Universidad de Castilla La Mancha (1999) *Tema 11: Puesta en obra del hormigón*. Recuperat de:
http://www.ingenieriarural.com/Presentaciones/PuestaEnObra_5/PuestaEnObra_5.html
- [20] Ros, L. *coqueries*. Recuperat de:
<http://www.elblogdeapa.com/patologia-y-rehabilitacion/coqueries/>
- [21] Eddy, H. (2011) *Puesta en obra del hormigón*. Recuperat de:
<http://notasdehormigonarmado.blogspot.com.es/2011/04/puesta-en-obra-del-hormigon-vertido.html>
- [22] Sociedad Avaca Cuenca (2012) *Hormigón elaborado: La importancia del control*. Recuperat de:
<http://www.hormigonelaborado.com/default.asp?IDSEC=62&IDCONTPRI=817>
- [23] Sociedad Avaca Cuenca (2012) *Hormigón elaborado: La importancia del control*. Recuperat de:
<http://www.hormigonelaborado.com/default.asp?IDSEC=62&IDCONTPRI=817>
- [24] Ángel, J. (2012) *Coqueries en pilares*. Recuperat de:
<http://peritararquitectura.blogspot.com.es/2012/01/coqueries-en-pilares.html>
- [25] Jahemor. (2012) *Coqueries en muro de hormigón armado*. Recuperat de:
<http://www.estudioarquitecturatecnica.es/472/>
- [26] Arquba. *Compactación del hormigón*. Recuperat de:
<http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/compactacion-de-el-hormigon/>
- [27] Alario, E. (2014) *Cuidados del hormigón: La importancia de un buen vibrado del hormigón*. Recuperat de:
<http://www.enriquealario.com/la-importancia-de-un-buen-vibrado-del-hormigon/>

[28] Alario, E. (2014) *Cuidados del hormigón: La importancia de un buen vibrado del hormigón*.
Recuperatde: <http://www.enriquealario.com/anadir-agua-al-hormigon/>

[29] Alario, E. (2014) *Cuidados del hormigón: La importancia de un buen vibrado del hormigón*.
Recuperatde: <http://www.enriquealario.com/curado-de-hormigon/>

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Anàlisi de les coques al formigó armat vist

Document: Annexes

Alumne: Albert Coromina i Vila

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanades

Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2015

Seguidament, es presenten els annexes amb el seu contingut, basat en els resultats específics dels assajos, els gràfics analitzats que completen el contingut del treball i les fitxes de característiques dels factors analitzats.

ANNEX 1

ASSAIG 2

1. Incidència de la tipologia d'encofrat, del recobriment nominal (R_n) i dels elements intermitjos a:

- 1.1 Les coques superficials
- 1.2 Comptabilització de les coques
 - 1.2.1 Comptabilització coques part inferior
 - 1.2.2 Comptabilització coques part superior

ASSAIG 3

1. Comportament del producte desencofrant a:

- 1.1 L'encofrat
- 1.2 Les coques superficials
- 1.3 Comptabilització de les coques
 - 1.3.1 Comptabilització coques part inferior
 - 1.3.2 Comptabilització coques part superior

2. Comportament sense producte desencofrant a:

- 2.1 L'encofrat
- 2.2 Les coques superficials
- 2.3 Comptabilització de les coques
 - 2.3.1 Comptabilització coques part inferior
 - 2.3.2 Comptabilització coques part superior

ASSAIG 4

1. Estudi de l'incidència del nivell de freqüència del vibrador en l'acabat superficial a:

1.1 Les coques superficials

1.2 Comptabilització de les coques

1.2.1 Comptabilització coques part inferior

1.2.2 Comptabilització coques part superior

ANNEX 2

GRÀFICS DELS FACTORS ANALITZATS

ANNEX 3

FITXES DE CARACTERÍSTIQUES