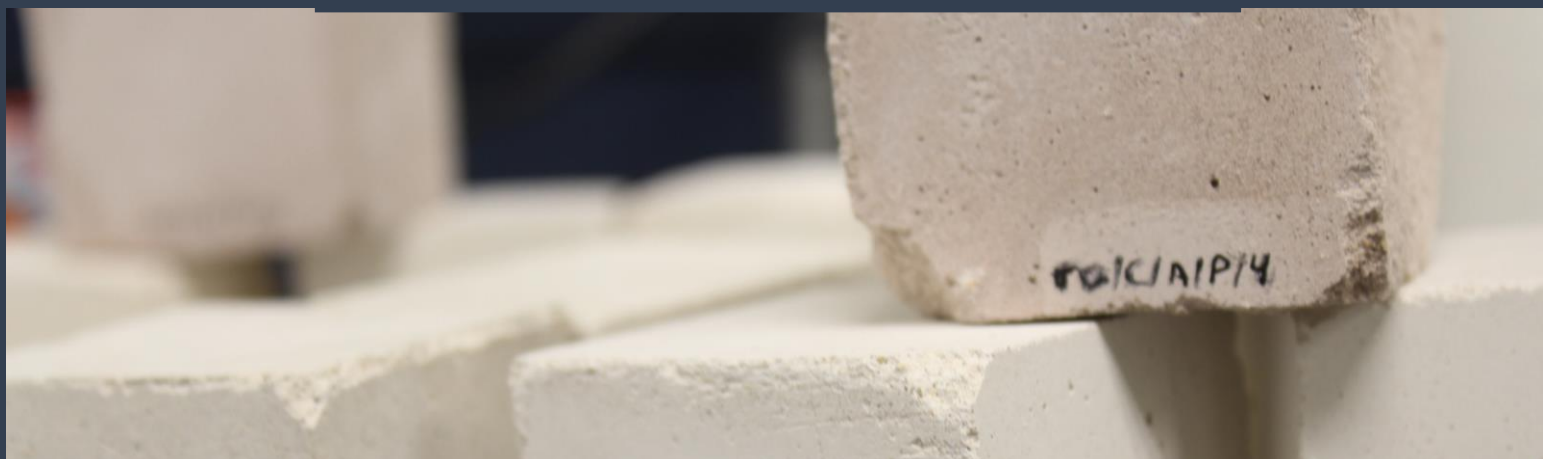


# MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

MÀSTER EN CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE BÉNS CULTURALS

PROMOCIÓ 2015-2017



Treball Final de Màster presentat per:

**M<sup>a</sup>Cristina Socias Ramis**

Dirigit per :

BEGOÑA CARRASCOSA MOLINER

JOSÉ MANUEL SIMÓN CORTÉS

# MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

MÀSTER EN CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE BÉNS CULTURALS

PROMOCIÓ 2015/17

Treball Final de Màster presentat per:

**M<sup>a</sup>Cristina Socias Ramis**

Dirigit per :

BEGOÑA CARRASCOSA MOLINER

JOSÉ MANUEL SIMÓN CORTÉS



## SUMARI

---

RESÚM	P. 5-7
AGRAÏMENTS	P.8-9
1. INTRODUCCIÓ	P.10-14
2. OBJECTIUS	P.15-18
3. METODOLOGIA	P.19-22
4. ESTAT DE LA QÜESTIÓ	P.23-28
<b>PART TEÒRICA</b>	
5. CONTEXT HISTÒRIC	P.31-40
5.1. UBICACIÓ GEOFRÀFICA	P.31-33
5.2. POLLENTIA	P.33-34
5.2.1. Casa Polymnia	P. 34-41
<b>PART EXPERIMENTAL</b>	
6. ANÀLISIS I EXPERIMENTACIÓ	P.41
6.1. Selecció dels materials	P.44-50
6.2. Selecció de la granulometria	P.51-57
6.3. Preparació de les provetes	P.57-60
6.4. Instrumental i procediment experimental dels assajos	P.61-70
6.4.1. Mesures Colorimètriques	P.60-62
6.4.2. Abrasió	P.62-65
6.4.3. Envelliment artificial accelerat en una atmosfera saturada de diòxid de sofre en SO <sub>2</sub>	P.65-66
6.4.4. Càmera temperatura i humitat	P.66-67
6.4.5. Assaig llum ultraviolada	P.67-68
6.4.6. Microscopia òptica	P. 67-68
6.4.7. In situ	P.68-69
7. RESULTATS	P.69-70
7.1. Colorimetria	P.71-106
7.2. Abrasió	P.106-119

8. CONCLUSIONS	P.120-124
9. BIBLIOGRAFIA	P.125-130
10. ANEXOS	P.131-149
ÍNDEX D'IMATGES	P.150-153

## RESÚM

Al sud del centre històric d'Alcúdia (Mallorca) en direcció al Port, es troba el jaciment arqueològic de Pollentia amb una extensió aproximada entre 16 i 18 hectàrees dins les quals es troben diferents àrees excavades. Fundada després de la conquesta de l'Illa de Mallorca, que va dur a terme el cònsol Quinto Cecilio Metelo a l'any 123 aC, va ser capital de les Illes Balears en temps de la República i l'Imperi.

L'any 1923, marca l'inici de les excavacions de la Ciutat Romana de Pollentia. Es coneixen tres etapes a les que es deixa constància la majoria de les actuacions, mitjançant les quals se construeix la història de la Ciutat. Durant la primera etapa, tot el que s'excava es torna a cobrir, mentre a la segona, es restaura una de les àrees del jaciment, però en la tercera etapa, a partir de l'any 2012, és quan s'estableixen nous criteris d'intervenció i eliminen aquelles antigues intervencions que perjudiquen el material original.

La finalitat d'aquesta investigació es centra amb l'estudi del comportament i l'efectivitat de diferents materials utilitzats com a morters de consolidació per les estructures del jaciment arqueològic de Pollentia, concretament la domus Polimnia. Amb això i després de sotmetre les provetes a diferents assajos per comprovar l'eficàcia de cada un dels materials, es pretén fer una millora respecte als morters utilitzats anteriorment i ajustar-se als morters originals romans de Pollentia.

El treball final de màster, presenta dues parts relacionades entre sí, una part teòrica i una pràctica. La primera, recull l'estudi històric del jaciment així com les intervencions que ha sofert, condicions climatològiques dels darrers anys i les problemàtiques que presenta l'objecte de treball. En segon lloc, s'exposa el bloc experimental on es realitzen les provetes. Aquestes, es sotmeten a diferents assajos i a partir dels resultats obtinguts, es determina el material més idoni.

**Paraules clau:** *Morters, Calç hidràulica, Consolidació, Pollentia, Conservació In Situ.*

## RESUMEN

En el sur del centro histórico de Alcúdia (Mallorca) en direcció al Puerto, se encuentra el yacimiento arqueológico de Pollentia con una extensión aproximada entre 16 y 18 hectáreas dentro de las cuales se encuentran diferentes áreas excavadas. Fundada después de la conquista de la Isla de Mallorca, que llevó a cabo el cónsul Quinto Cecilio Metelo en el año 123 aC, fue capital de las Islas Baleares en tiempos de la República y el Imperio.

El año 1923, marca el inicio de las excavaciones en la Ciudad Romana de Pollentia. Se conocen tres etapas en las que se deja constancia la mayoría de las actuaciones, mediante las cuales, se construye la historia de la Ciudad. Durante la primera etapa, todo lo excavado se vuelve a cubrir, mientras en la segunda, se restaura una de las áreas del yacimiento, pero en la tercera etapa, a partir del año 2012, es cuando se establecen nuevos criterios de intervención y se eliminan aquellas antiguas intervenciones que perjudican al material original.

La finalidad de esta investigación se centra en el estudio del comportamiento y efectividad de diferentes materiales usados como morteros de consolidación para las estructuras del yacimiento arqueológico de Pollentia, concretamente de la domus Polimnia. Con ello y después de someter las probetas a diferentes ensayos para comprobar la eficacia de cada uno de los materiales, se pretende hacer una mejora respecto a los morteros utilizados anteriormente y ajustarse a los morteros romanos originales de Pollentia.

El trabajo final de máster presenta dos partes relacionadas entre sí, una parte teórica y una práctica. La primera, recoge el estudio histórico del yacimiento así como las intervenciones que ha sufrido, condiciones climatológicas de los últimos años y las problemáticas que presenta el objeto de trabajo. En segundo lugar, se expone el bloque experimental dónde se realizan las probetas. Éstas, se someten a diferentes ensayos y, a partir de los resultados que se obtienen, se determina el material más idóneo.

**Palabras clave:** *Morteros, Cal hidráulica, Consolidación, Pollentia, Conservación in Situ.*

## **ABSTRACT**

In the south of the historical center of Alcudia (Majorca) in the direction of the Port, we can find the archeological site of Pollentia with an approximate extension between 16 and 18 hectares within which are different excavated areas. Founded after the conquest of the island of Majorca, which was carried out by the Consul Quinto Cecilio Metellus in 123 b.C, it was the capital of the Balearic Islands in times of the Republic and the Empire.

Year 1923 marks the beginning of excavations in the Roman City of Pollentia. Three stages are known in which most of the performances are recorded, by means of which, the history of the City is constructed. During the first stage, all of the excavated remains are covered, while in the second, one of the areas of the reservoir is restored, but in the third stage, starting in 2012, new criteria for intervention are established and eliminated those old interventions that harm the original material.

The purpose of this research is focused in the study of the behavior and effectiveness of different materials used as consolidation mortars for the structures of the archaeological site of Pollentia, specifically the domus Polimnia. With this and after subjecting the specimens to different tests to check the effectiveness of each of the materials, it is intended to make an improvement regarding the mortars used previously and to conform to the original Roman mortars of Pollentia.

The final master's work has two parts related to each other, a theoretical part and a practice. The first one includes the historical study of the reservoir as well as the interventions it has undergone, climatic conditions of the last years and the problems presented by the work object. Second, the experimental block where the specimens are made is exposed. These are subjected to different tests and, from the results obtained, the most suitable material is determined.

***Key words:*** Mortars, Hydraulic lime, Consolidation, Pollentia, In Situ Conservation



## AGRAÏMENTS

Vull començar agraïnt aquestes paraules a la meva tutora Begoña Carrascosa, qui m'ha donat l'oportunitat de realitzar aquest treball, qui ha disposat del seu temps per dirigir-me, gràcies. A igual que ho ha fet José Manuel Simón, un tutor immillorable, amb qui he compartit grans moments, qui ha disposat del seu temps i més per poder-me ajudar, qui m'ha tret un somriure i ha fet que disfruti del meu treball com ningú ho havia fet. Gràcies a ell he arribat fins aquí i he tingut la sort de conèixer a un gran tutor, millor persona i amb l'esperança de seguir amb les seves mans.

Indispensable, les institucions i persones que han fet possible aquest treball. En primer lloc, Carlos i el Departament de Geotècnia de la Universitat Politècnica de València, sense ell no haguera pogut iniciar el meu treball. En segon lloc, a José Vicente Grafiá Sales, per a seva amabilitat i confiança. També a Laura Osete i Jose Luis Regidor per facilitar els medis necessaris pel meu estudi. En general, agrair al Institut de Restauració dels Patrimoni i el Departament de Conservació i Restauració de Béns Culturals, a tu Maite, per demostrar ser una gran persona, disponible en tot moment i facilitant els serveis sempre que s'ha necessitat.

Com no, no puc oblidar-me de Esther Chávez, Miquel Àngel Cau i Hacomar, qui m'han ajudat a fer les primeres passes per a la meva investigació. Esther i Miquel Àngel, gràcies per deixar-me participar amb els vostres projectes, per obrir-me un camí, guiar-me i deixar-me accedir a ell.

Els meus amics i companys, els de tota la vida i els dels darrers anys, aquells amb qui he compartit riures i plors, són ells amb qui m'he recolzat i junts hem seguit.

No em deixaré a la part més important de la meva vida, la meva família, a tots, a cada un d'ells i especialment al meu pare, la meva germana i al meu àngel. Ja hem vares deixar al final de l'etapa anterior, i ho vaig aconseguir, per tu, per mi i per tots quatre. He seguit i seguiré aquest camí, sempre amb tu.

Tants de dies, aventures i experiències que hem passat, tu, a qui ja he anomenat, que m'has fet costat aquest darrer any, gràcies per aparèixer a la meva vida, obrir-me el teu cor i no deixar que deixi de somriure.





# Introducció



## 1. INTRODUCCIÓ

En aquest treball, es pretén establir una nova línia d'investigació per a la millora dels morters per a la consolidació de les estructures a jaciments arqueològics respecte als materials utilitzats fins a l'actualitat.

Aquesta investigació, té com a finalitat, igualar el morters actuals als originals a partir dels anàlisis fets amb restes de morters originals de Pollentia (jaciments arqueològic de Mallorca).

Abans de realitzar qualsevol tipus d'experiment, s'ha hagut de fer un estudi històric i analític de la naturalesa dels materials que componen els morters, l'estat en què s'ha trobat i les causes de les alteracions amb la intenció de determinar els materials més adequats per a la intervenció.

Pel desenvolupament del treball, s'ha utilitzat la cal hidràulica junt amb càrregues i àrids. L'elecció dels materials, s'ha dut a terme acord amb els resultats obtinguts de les analítiques dels morters originals, entre aquesta, s'ha obtingut principalment, la presència de pedra putzolana artificial i presència de propietats hidràuliques. Per a completar l'estudi, es proven amb altres materials no anomenats com és la xamota i l'addició de resina acrílica (Acril®) que, per les seues propietats, poden ser factibles.

Els morters, principal motiu d'estudi, es daten a partir del segle I a.C, moment en què els Romans desenvolupen la urbanització a la badia d'Alcúdia, on situem l'antiga Pollentia. Aquests, són els hereus de la tecnologia de la construcció grega, en concret, l'ús del morter de calç. Es varen apropiar també, de la tècnica d'afegir a la mescla, diverses substàncies que beneficiaven les propietats dels morters. Els romans es van dedicar a millorar els procediments de fabricació de la calç i les tècniques d'aplicació del seu morter.

L'actuació més lògica, seria imitar els morters romans originals, no obstant això, s'han realitzat anàlisis, comparant els originals dels actuals, exposant-los a les condicions ambientals desfavorables i, tot i tenir unes circumstàncies idèntiques, els morters actuals sofreixen una major degradació que els romans<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> ALVAREZ, José Ignacio; MARTÍN, Antonio; CASADO, PJ García. Historia de los morteros. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 1995, vol. 13, p. 52-59.

La finalitat de dur a terme la consolidació de les estructures de la Domus anomenada Polimnia, es presenta com una solució per a la conservació d'aquesta per a la conservació del que queda de material original, trobant-se amb un estat bastant fràgil.

Per a la realització de l'estudi, es compta amb l'ajuda del Departament de Conservació i Restauració de Béns Culturals de la Facultat de Belles Arts de Sant Carles, el Departament de Geotècnia de la Facultat de Camins, Canals i Ports i amb l'Institut de Conservació i Restauració del Patrimoni Cultural de la Universitat Politècnica de València.





**OBJECTIUS**





## 2. OBJECTIUS

L'objectiu principal que es persegueix en aquest present Treball Final de Màster, és l'estudi i caracterització de morters per a la seua intervenció a les estructures de la casa Polymnia del jaciment arqueològic de Pollentia, amb la finalitat de trobar el material més adequat.

Per a poder dur a terme l'objectiu principal, es desenvolupen els objectius específics que ajudarà a establir un pla de treball per a la investigació:

- Contextualització del jaciment arqueològic de Pollentia.
- Realitzar una sèrie de provetes de calç hidràulica per a la consolidació de les estructures del jaciment arqueològic.
- Millorar dels morters emprats fins el dia d'avui per a les restauracions de les estructures del jaciment arqueològic a partir de l'estudi de diferents materials per tal de fer una comparació entre ells i seleccionar el més idoni.
- Demostrar la idoneïtat dels morters a partir d'una sèrie d'assajos, estudis o exàmens sobre provetes i seleccionar a partir dels resultats obtinguts, el morter més adequat per a la seua finalitat.
- Estudi de la resistència dels morters cara als agents atmosfèrics mitjançant una sèrie de proves.





**METODOLOGIA**



### 3. METODOLOGIA

La metodologia utilitzada ha estat tant documental com experimental. En primer lloc, per a la realització d'aquest projecte, s'ha dut a terme un estudi històric que, consisteix en la recerca bibliogràfica dels materials a emprar per a la realització dels morters, junt amb la informació centrada amb estudis científics extreta de la normalització espanyola (UNE) per a dur a terme els assajos i, per últim, la recerca del context històric del lloc on es destina l'objecte d'estudi. Per tant, aquesta primera part ha estat purament de registre bibliogràfic mitjançant la recollida de dades i informació a diferents fonts i recursos així com llibres, articles, normes, fitxes tècniques i altres recursos en línia. La informació que s'ha obtingut durant la pràctica, s'ha completat a partir d'una recerca bibliogràfica i històrica a través de l'accés a biblioteques, consulta de documentació virtual i testimonis.

D'altra banda, per a la segona part, se segueix amb el desenvolupament pràctic que es realitza, en primer lloc, en el laboratori de Geotècnia de la Universitat Politècnica de València, per a fer la cribació dels materials i, en segon lloc, a la Facultat de Belles Arts, es fabriquen les diferents provetes. Primer, es realitzen els motles per a la fabricació de les provetes i, tot seguit, aquestes, se sotmeten a diferents assajos per a dur a terme una simulació dels processos d'alteració que poden sofrir. Paral·lelament, durant tot el procés experimental, es du a terme un estudi colorimètric per a determinar els canvis cromàtics que sofreixen les provetes i, per tal de determinar la duresa dels materials, se sotmeten a l'assaig de la resistència a l'abradió amb el *Lineal Abraser* que posa a disposició Jose Luís Regidor. Per veure els resultats obtinguts, es fa un anàlisi tècnic baix l'observació al Microscopi òptic.

Els diferents assajos es duen a terme a l'Institut de Restauració del Patrimoni (IRP), amb agraïment a Laura Osete on posa a disposició les càmeres i aparells.

Obtinguts els resultats a partir dels assajos i tècnica analítica, es determina una conclusió per a determinar quin material és el més òptim per aquest estudi.

S'inclou també, un registre fotogràfic per fer constància de cada part realitzada i s'adjunta un mapa de danys per visualitzar millor l'estat en què es troba l'estructura a estudiar.





**ESTAT DE LA QÜESTIÓ**



MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

#### 4. ESTAT DE LA QÜESTIÓ

Començant amb els romans, aquest, són els hereus de la tecnologia de la construcció grega i a més, concretament, de l'ús del morter de calç. Així ho explica a l'article *Historia de los morteros* del Departament de Química i Edafologia de la Universitat de Navarra. Els romans, igual que ja ho feien els grecs, fan l'ús del morter de calç, *opus caementitium* amb construccions com el Panteó, el Coliseu i aqüeductes com el de Segòvia o Pont du Garde. Introdueixen a més, el sistema d'aplicació per multicapa, com es pot veure a l'aqüeducte de Cesarea (Malinowski, 1979 i 1982), on es van aplicar de forma separada les diferents capes per a millorar l'enduriment de cada una d'elles. Es tracta d'una construcció formada per una lleugera capa grisa, que conté cendres (capa lligant); una blanca amb pols de marbre, per tal de prevenir la contracció i, una capa roja, putzolànica, molt polida, de ceràmica, que assegura l'enduriment en l'aigua, la impermeabilitat i la seua consistència.

Es coneix també, que els romans també, com els grecs, afegeixen a la mescla, diverses substàncies per tal de millorar les propietats del morter, com és la grava lleugera amb un agregat. Aquests, van millorar els procediments de la fabricació de la calç i les tècniques d'aplicació dels seus morters.

Al segle XVIII es comença amb la fabricació dels lligants hidràulics, susceptible d'endurir baix l'aigua. És quan el científic Smeaton<sup>2</sup> es va proposar trobar una calç que poguera resistir l'acció de l'aigua del mar. Es varen dur a terme assajos amb una roca calcària d'Aberthan i amb els resultats obtinguts, es feren anàlisis químics, els quals van demostrar la presència d'argila i, a partir d'aquest, es va arribar a la conclusió de què, el fet de la presència d'aquesta, ha de ser un dels factors principals o l'únic que determina la hidraulicitat. Per la influència romana, es va atraçar el descobriment dels lligants hidràulics artificials, ja que aquests, creien que per a obtenir una bona calç, s'ha de partir d'una calcària molt pura, motiu pel qual, les calcàries argiloses en un principi, es descartaren.

---

<sup>2</sup> Enginyer britànic nascut a l'any 1792. Autor de nombroses innovacions de gran utilitat a la construcció de certs instruments de física, primer enginyer que rep el títol de "civil". Entre els seus grans treballs destaca el far de Eddystone. Per a l'obra d'aquest, va utilitzar un material que ell mateix inventa i que anomena "concret" o "calç hidràulica". Es tracta d'una espècie de formigó de gran duresa i resistència, resultant de la combinació de calç amb altres materials com l'argila, la sorra i escòria de ferro picada.

Després de Smeaton, Vicat<sup>3</sup> estudia les mescles de les calcàries pures i de les argiles i, demostra a partir d'això, que les propietats hidràuliques depenen dels compostos que es formen durant la cocció entre la calç i els constituents de l'argila. Per una part, a causa de l'efecte de la calor, hi ha una deshidratació de l'argila, llavors, es descompon la calcària i finalment, la combinació entre la calç, la sílice i els òxids de ferro i alumini, originen alguns silicats de calci hidratats. Per tant, segons el contingut d'argila, la temperatura i el temps de cocció, la reacció és més o menys completa i els productes més o menys hidràulics.

Entrant ja als morters actuals, l'any 1811, James Frost<sup>4</sup> patenta el ciment artificial obtingut per la calcinació lenta de la pedra calcària mòlta i l'argila, procés que condueix, posteriorment, a l'establiment d'alguns fonaments hidràulics "artificials", com és el "Portland"<sup>5</sup>. Es tracte d'un segle on s'experimenta i s'investiga sobre els materials anomenats.

L'any 1851, es produeix l'Exposició Universal on es dona una gran publicitat als ciments produïts a partir del 1850, ho fan amb un mètode més modern, molent la calç i l'argila a un molí humit i calcinant la mescla a altes temperatures (entre 1300° i 1500° C). D'aquesta forma, la calç és substituïda pel ciment.

Al llarg de la història de la Conservació i la restauració, s'ha vist una evolució des de les intervencions realitzades a partir de criteris personals, gusts o modes fins a l'actualitat, moment en què es creen uns criteris basats en el màxim respecte a l'original, el fàcil reconeixement i reversibilitat dels materials i productes.

Després de la pròpia experiència com a restauradora a la campanya d'estiu 2016 al jaciment arqueològic de Pollentia, es desperta l'interés per estudiar propostes per a la millora de l'estat de conservació en què es troba. Es tracta d'un recinte molt gran i amb falta de personal especialitzat. No es compta amb un restaurador en plantilla i els deterioraments van en augment a mesura que s'excava i es deixa a l'aire lliure sense cap tipus d'intervenció o proposta de conservació.

---

<sup>3</sup> Enginyer francès inventor del ciment artificial. Descobreix el clinker, element constitutiu del ciment lent i, que permet la fabricació artificial del ciment Portland a partir de 1840. L'enginyer francès, obri un nou camp als ciments al preparar una calç artificial calcinant una mescla íntima de calcària i argila mòltes conjuntament en humit.

<sup>4</sup> James Frost (Anglaterra, 1822) va establir el pas previ al ciment de Portland al preparar una calç artificial altament hidràulica que va patentat baix el nom de ciment britànic.

<sup>5</sup> El ciment Portland, presenta fenòmens d'expansió, exfoliació, lixiviació de matèries compostives, reaccions àrid-alcalí, eflorescències salines, etc. POZO, Ariel Rey Villca. Utilización de cementos activados alcalinamente para la mejora de las propiedades de morteros Cal-Puzolana. 2016. p.15

Pollentia passa per tres etapes diferents, durant la segona etapa és quan es realitzen les primeres restauracions però no és fins a la tercera etapa quan s'estableixen uns criteris i es valora les intervencions de l'etapa anterior i se segueix amb la conservació i restauració. No obstant això, el pressupost limita la faena i els restauradors acudeixen puntualment. Es realitzen campanyes d'estiu durant el mes de Juliol, dirigit, principalment, als arqueòlegs. Durant aquest mes, se segueix amb els sondejos d'anys anteriors i si és convenient, s'obrin de noves. Al final de campanya es para tot i la resta de l'any se segueix amb l'estudi històric.

Actualment, entre les exploracions obertes, s'elimina el bloc de ciment que es va col·locar sobre les estructures originals de la zona de la Fortificació. Aquest, a diferència de la calç, produeix la migració de sals als murs que ataquen als materials petris. A més a més, presenten una resistència major respecte al material que aglutina. Els restauradors que han intervingut sobre algunes de les estructures i paviments des de l'any 2012, han utilitzat en llocs concrets ciment mallorquí i per altres, morters de calç hidràulica amb àrids, grava i sorra fina.

Després d'una recerca amb la finalitat d'investigar sobre altres actuacions *In Situ* durant la dècada dels 2000, les intervencions es realitzen principalment amb morter inert com és el cas de l'article presentat per Almudena Domínguez, Elena Maestro i Alfonso Monforte<sup>6</sup> l'any 2004. D'altra banda, es troben restauracions on s'opta per l'addició de la resina acrílica Acril® com es pot veure als articles de Begoña Carracosa i Montserrat Lastras<sup>7</sup> publicat l'any 2006 o el d'Antonio Martínez i Miguel Del Rey<sup>8</sup> publicat l'any 2010.

A l'àmbit de la restauració, els materials sintètics demostren un pitjor comportament que els productes derivats de la calç, per la qual cosa és convenient que el morter de restauració siga més paregut a l'original<sup>9</sup>. Per aquest motiu, destacar la importància de fer un estudi previ amb diferents materials per tal de comprovar l'efectivitat i comportament d'aquests i poder realitzar una comparació a partir dels resultats obtinguts després l'estudi sobre els diferents materials.

---

<sup>6</sup> ARRANZ, María Almudena Domínguez; ESPALLARGAS, Alfonso Monforte; ZALDÍVAR, Elena María Maestro. Criterios de consolidación y conservación del yacimiento de La Vispesa (Tamarite de Litera, Huesca). *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 2004, no 4, p. 363-382.

<sup>7</sup> MOLINER, María Begoña Carrascosa; PÉREZ, Montserrat Lastras. Conservar el pasado. Actuaciones in situ en yacimientos arqueológicos. En *Arché. Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV*, 2006. p. 133-138.

<sup>8</sup> MARTÍNEZ, Antonio Gallud; AYNAT, Miguel Del Rey. Intervención y consolidación del segundo recinto amurallado del Castillo de Biar. En *Arché. Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV*, 2010. p. 427-438.

<sup>9</sup> POZO, Ariel Rey Villca, et.al. Utilización de cementos activados alcalinamente para la mejora de las propiedades de morteros Cal-Puzolana. 2016.



# Habitación B (1977)

El 3-VIII-78 se amplía la escav. por la zona este de la habitación. pues en 1977 no había sido visible la pared sur.

Se encuentra la forrada de se halla en el SW de la habitación. Fue greda muy fina. a caso de la habitación.

Se halla junto al muro y encima de él se encuentran (hasta los pilares) y se encuentra la masa carbonizada de aspecto rojizo de una capa de arcilla quemada por el fuego, pie derecho revestido.

(de madera)  
Se analizaron fustes de madera (pino, pino de montaña, tejo, roble, etc.) fragmentos de pino, roble, etc. y material de hierro.

Se limpiando y despejando el muro, se halla habitación, intentando ver la unión de la pared N-S que desfilaba al E. de la habitación. Limpieza de B con A.

El estudio de hasta ahora para de relieve de la habitación, es doble de fondo en medio de la habitación quemada dentro, fuera y por encima de la pared sur. ambos de construcción perfecta. El extremo W de la pared sur debajo de la construcción y no parece haber sido.

Se halla la pared habitada de la habitación E. Se trata de una pared a todo lo largo N-S. Se ve muy buena su estructura.

Se encuentran espacios hasta el muro N. Se ven muy bien, debajo de cual hay piedras. El muro se ve bien desmenuzado.

Este este muro se hace una zona de unión. El muro se apoya sobre un muro de debajo de ellas a poca distancia. Se ve muy bien. (Material antiguo). Se ve muy bien. Se ve muy bien. Se ve muy bien.

Part Teòrica



## PART TEÒRICA

### 1. CONTEXT HISTÒRIC

#### a. UBICACIÓ GEOGRÀFICA

Pol·lèntia, és una ciutat portuària situada al centre de l'isme que separa les badies d'Alcúdia i Pollença (Figura 1). Situada entre dues albuferes, el Puig de Sant Martí i el de la Victòria, la dota d'una ciutat protegida amb l'avantatge que des de la mar no es veia, havien d'entrar dins la badia per veure-la i, el primer que es trobaven era el teatre.

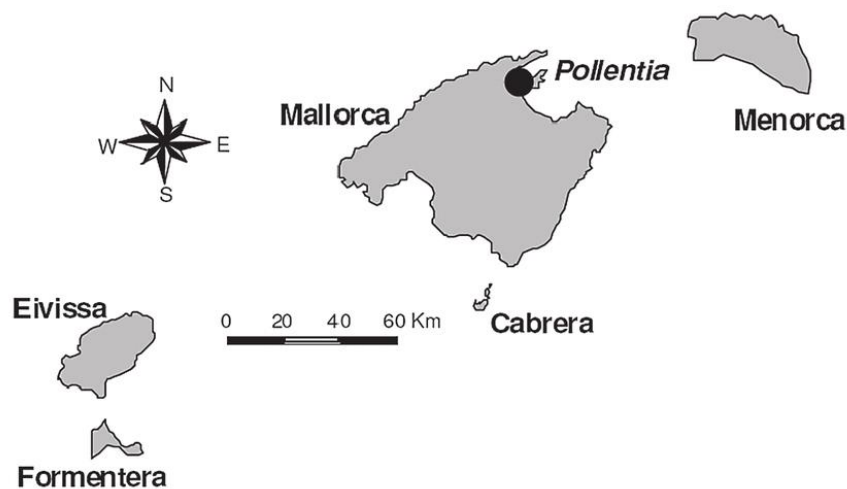


Figura 1. Localització de Pollentia en el mapa

Imatge extreta de l'article: *La ciudad romana de Pollentia (Alcudia, Mallorca). Resultados de la investigación entre 1996-2004.*

La ciutat és fundada després de la conquesta de l'illa de Mallorca pel cònsol "Quinto Cecilio Metelo"<sup>10</sup> l'any 123 aC, moment en què es marca l'inici de la vida urbana a Mallorca, fundant així les ciutats de Palma i Pol·lèntia amb la intenció de controlar les rutes marítimes i lluitar contra la pirateria.

Entre els segles I a.C i III dC, es fomenta un gran desenvolupament urbanístic que, per la seua situació estratègica entre les badies de Pollença i Alcúdia, fent-la la ciutat més important de

---

<sup>10</sup> Membre d'una de les famílies romanes més importants de la República. El seu mandat com a procònsol fou sobre una de les dues províncies de *Hispania*, possiblement la *Citerior*. El mandat, es perllonga fins l'any 121aC que torna a Roma i li fou dedicat un triomf i el sobrenom *Baleàric*. Junt amb Tit Quint Flaminí, l'any 123 aC, va fer la guerra contra els habitants de les Illes Balears acusats de pirateria; deu el seu sobrenom a aquesta campanya a les Illes Balears.



l'època romana de les Balears; amb una extensió de 15 i 20 ha. Gràcies a la seua localització, permet controlar l'entrada per via marítima d'aquestes dues badies.

Aquesta, presenta un traçat reticular (Figura 2) orientat de nord a sud que, organitzant el teixit urbà, va comptar amb una xarxa de proveïment d'aigua potable i de clavegueram<sup>11</sup>.

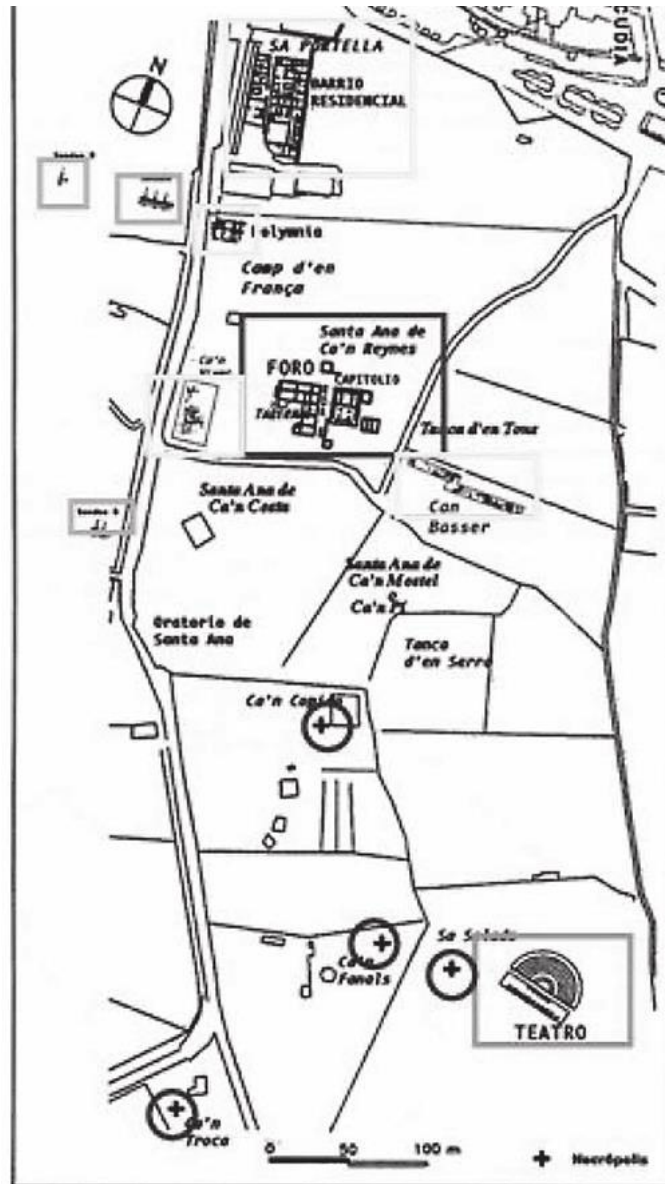


Figura 2. Mapa Pollentia

Imatge extreta de l'article: *La ciudad romana de Pollentia (Alcudia, Mallorca). Resultados de la investigación entre 1996-2004.*

<sup>11</sup> DE LUCA, Raffaella, et al. Archaeometric study of mortars and plasters from the Roman City of Pollentia (Mallorca-Balearic Islands). *Period Mineral*, 2013, vol. 82, no 3, p. 353-379.

Es parla d'una ciutat marítima del centre del mediterrani occidental, on es controlava la circulació marítima que comunicava des de el port d'Òstia, passant per l'Estret de Bonifaci, Mallorca, costa Catalana (Tarragona i Barcelona) i *Cartago nova* i, amb direcció nord - sud: Nord d'Àfrica, també les Balears i el Sud de la Gàl·lia (Port de Marsella).

Aquesta, fou l'excusa perquè el senador Romà volgué conquerir les Illes Balears. Es funden perquè es necessitaven controlar les rutes marítimes i evitar la pirateria al centre del mediterrani occidental.

#### b. POLLENTIA

Pol·lèntia, es pot conèixer, per una part, pels béns mobles que es troben al jaciment que, es depositen, principalment, al Museu Municipal d'Alcúdia i al Museu de Mallorca o, visitant el mateix jaciment. En l'actualitat, el Teatre, el Fòrum i el barri residencial de Sa Portella, són les tres àrees que es poden visitar. La darrera és una àrea residencial que presenta restes de domus i del traçat viari que les uneix. A la part central, se situen les restes del fòrum, la plaça de la ciutat que és oberta al públic des de l'any 2002, on, actualment, se segueixen realitzant treballs arqueològics i de conservació i restauració durant els mesos d'estiu. En darrer lloc, situat als afores de la ciutat, el Teatre Romà (segle I d.C.), que, gràcies a les excavacions que va realitzar la Fundació Bryant <sup>12</sup>(1953), es va poder deixar al descobert, la seua estructura la qual present tres parts definides: la càmara, l'orquestra i l'escena. No obstant això, en època tardo romana, es va utilitzar com a necròpolis, de la que encara es poden veure els enterraments de forma trapezoïdal excavats en la càmara i en l'escena<sup>13</sup>.

L'any 1923 es comença a excavar la ciutat amb Gabriel Llabrés i Rafael Issasi<sup>14</sup> i ho feren de forma contínua, excepte l'interval de la guerra civil, fins als anys 50 que, és quan Bryan compra la zona del teatre i començà a invertir amb les excavacions de la ciutat i funda en aquest moment, la Fundació Bryan. Per tant, es consta d'una primera etapa marcada per Llabrés e Issasi (fins als anys 50) i després, una segona etapa amb Bryan fins a l'any 1996 i, des d'aquest darrer any fins

---

<sup>12</sup> Fundació nord-americana instituïda per William J. Bryant, de Springfield (Vermont). Patrocina i subvenciona les excavacions de la ciutat romana de Pollentia (Alcúdia).

<sup>13</sup> CAU, M. A.; CHÁVEZ, M<sup>a</sup> Esther. El fenómeno urbano en Mallorca en época romana: los ejemplos de Pollentia y Palma. Mayurqa, 2003, vol. 29, p. 27-49.

<sup>14</sup> Gabriel Llabrés i Quintana, fou historiador, arqueòleg, medievalista i bibliòfil mallorquí. Al 1923 és nomenat delegat d'excavacions arqueològiques a Mallorca. Al 1923, l'Estat concedeix el primer permís oficial per a les excavacions, a més a més d'una subvenció que col·labora amb Rafael Issasi i els seus dots com a dibuixant i topògraf.

al 2000, quan els americans abandonen el jaciment i l'ajuntament d'Alcúdia decideix continuar amb les excavacions i crear així, els cursos d'arqueologia. Es crea també el consorci de Pol·lèntia, qui gestiona tot el jaciment i a la vegada, aquest, rep finançament de l'Ajuntament d'Alcúdia, del Consell Insular de Mallorca i últimament, el ministeri de cultura. Així doncs, la investigació a la ciutat, són aquestes quatre etapes. I des d'aquí es coneixen les estructures de Sa Portella formada pel Teatre, Fòrum i el Barri. Hi ha més zones de la ciutat que es coneixen gràcies a Llabrés i a Issasi, però es tractava de zones privades que pertanyien a l'agricultor, aquest, els hi deixava examinar el terreny però, a canvi, havien de deixar-lo tal com ho tenia ell per després cultivar-lo. No obstant això, tot i tenir informació, hi ha zones que no s'han trobat en l'actualitat i el que s'ha fet durant els darrers anys, és intentar localitzar les antigues excavacions mitjançant les noves intervencions. Així, per exemple, durant els tres darrers anys, a la zona de Ca'n Fanals, s'ha intentat recuperar les excavacions que Llabrés e Issasi van fer als anys 30 on s'ha documentat una gran Necròpoli. A més de les tres zones fonamentals, n'hi ha d'altres d'interés com és Santa Anna de can Costa, que es troba baix del Fòrum; D'aquesta zona és la Casa del Governador, on es va fer una petita intervenció a l'any 2013 per a localitzar les tombes que ja havien excavat Llabrés e Issasi, sense localitzar les tombes però si trobar una de les trinxeres i trobant-se amb una zona que no s'havia excavat. Així doncs, durant molts d'anys s'han estat buidant les trinxeres ja obertes en les antigues excavacions i no excavant estrats intactes.

### *5.1. Casa Polymnia*

Es tracta d'un conjunt d'estructures d'habitacions que van ser excavades entre els anys 1977 i 1980 de la finca anomenada camp d'en Franca. Pel que es coneix de la superfície, té una extensió de 231 m<sup>2</sup>. No obstant això, no es coneix el perímetre.

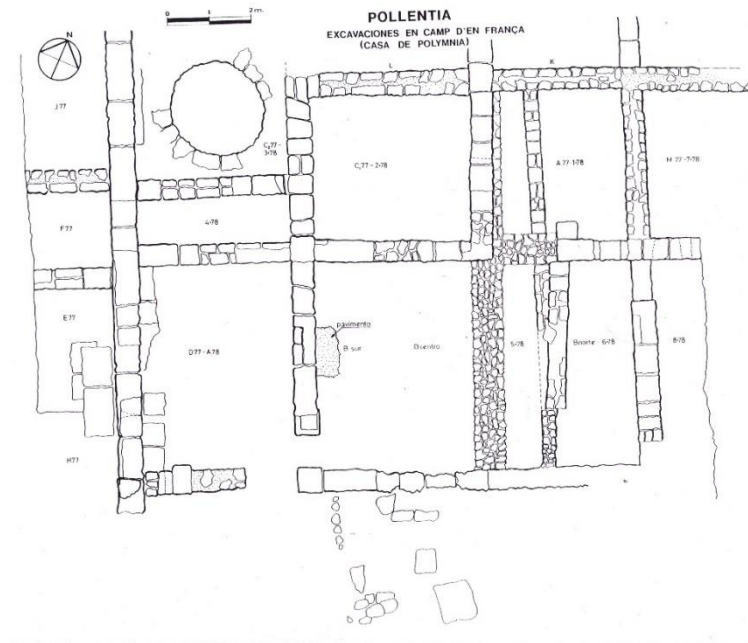


Figura 3. Traçat casa Polymnia

*Dibuix extret de les excavacions de en camp d'En França*

L'interès en l'apertura d'aquesta zona d'excavació, va ser per la finalitat d'estudiar l'àrea al sud del tram de la muralla oest de la ciutat, ja que, els diferents tipus de ceràmica i monedes trobades a la superfície, mostraven que pertanyia a l'àrea de Sa Portella. Al sud d'ella, en el camp d'en Franca, la destrucció, havia tingut lloc en dates anteriors. Quan es parla de destrucció, fa referència a l'incendi que hi va haver a finals del segle III provocant la pèrdua d'una gran part de la ciutat. Aquest raonament, feia pensar que, a l'angle nord-est del camp d'en Franca, el llenç de la muralla, havia de girar en angle cap a l'est, de manera que en algun punt es trobaria el llenç sud del recinte tardà i reduït de la ciutat.

Després de tenir en compte les suposicions, el problema era que els plans no estaven adquirits pel ministeri d'educació i ciència, obligant, d'aquesta manera, a abandonar la idea d'ubicar el llenç sud de la muralla fins que s'hagueren solucionat els tràmits d'adquisició de la finca anomenada, fet que, després de vint anys, no s'ha donat pas a la intervenció.

Tot i no poder dur a terme la idea principal, en quatre de les campanyes d'estiu que s'han fet any darrere any, s'han pogut obtenir la topografia del conjunt ambiental.

En darrer lloc, cal explicar el perquè del nom de casa Polymnia. Així doncs, a una de les habitacions, es va trobar un fragment d'estuc en negre amb el nom, pintat en blanc, de Polymnia. Segurament, aquest àmbit habitacional, devia tenir alguna relació amb les muses i

d'aquí el perquè el nom d'una d'elles, pintat a la paret, es va creure el millor nom per batejar la domus.

Del conjunt ambiental descrit es poden anomenar tres fets rellevants que la doten de certa importància:

- La riquesa decorativa dels estucs pintats i la distribució específica d'alguna de les habitacions.
- El descobriment d'un tresoret de monedes que permet datar les construccions d'aquesta àrea.
- La gran potència dels estrats de destrucció de les parets d'adob vermells mesclats amb capes gruixades de cendra.

#### 5.1.1.1. Estat de conservació

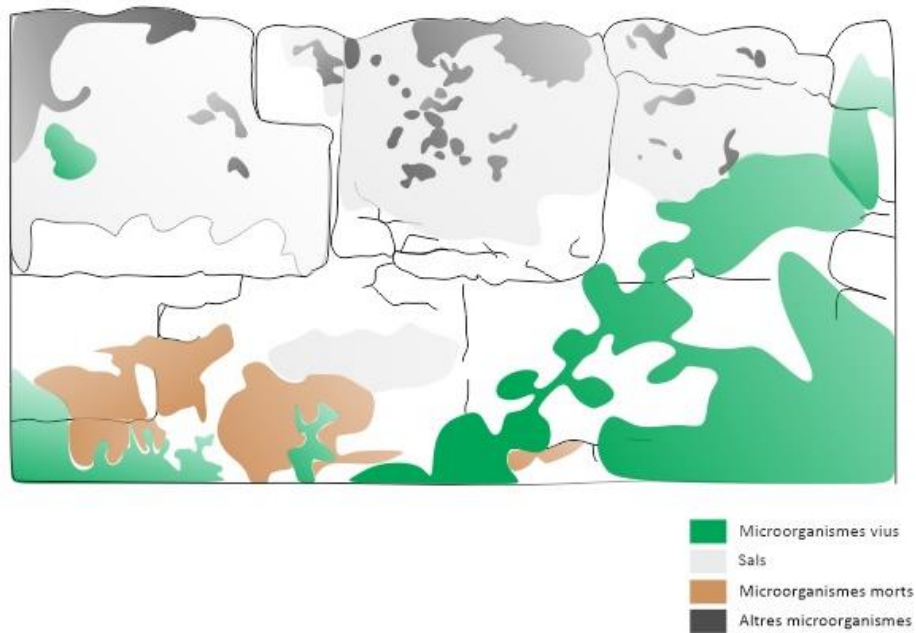


Figura 4. Mapa de danys sobre una part d'una estructura

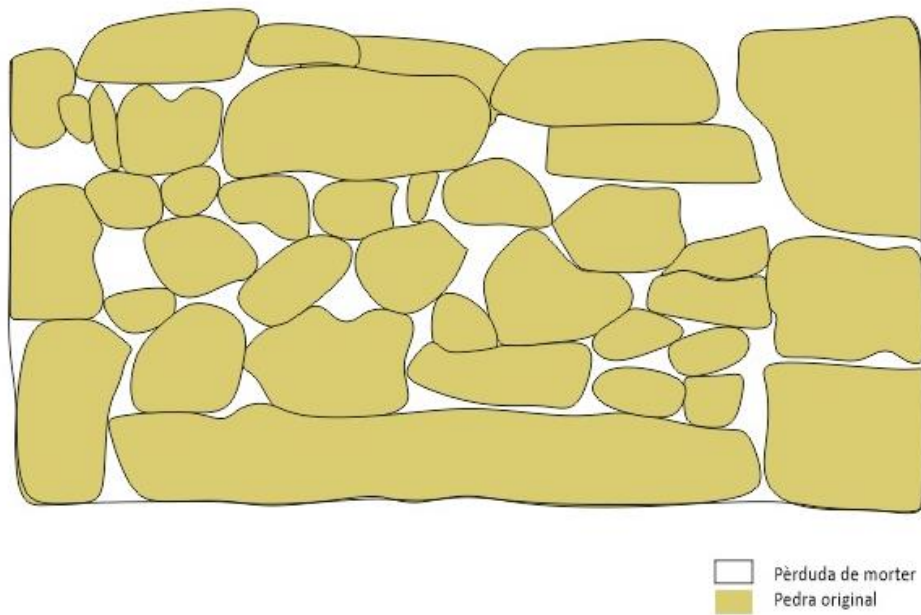


Figura 5. Percentatge aproximat de la quantitat de morter present



Figura 6. Vista general zona superior de la Casa Polymnia

#### 5.1.1.2. Causes de les alteracions

Un dels principals agents d'alteració que destaca és l'antròpic. Des del moment en què s'excava, comença el procés de degradació i les estructures s'exposen a la contaminació atmosfèrica creada per l'home, es trenca la situació d'equilibri que s'havia mantingut durant segles en el seu ambient de sepultura. Per aquest motiu, s'han de prendre les mesures adequades de prevenció i conservació per tal que l'impacte inicial siga menor.

Un altre factor extrínsec, són els agents climatològics com és la temperatura, l'aigua i el vent. La primera, és el principal catalitzador de les reaccions químiques que condueixen a la degradació del bé cultural. L'expansió tèrmica produeix el procés de dilatació i contracció, lo que condueix als moviments mecànics i tensions desencadenant provocant fissures, esquerdes o deformacions<sup>15</sup>.

L'aigua, procedent de la pluja, provoca una acció erosiva sobre l'obra, per el que fa plantejar l'ús de drenatges per reduir el seu efecte. Aquesta, és un dels principals mecanismes de degradació més difícils de controlar, provocant perdudes dels perfils, fissures o esquerdes i, un altre problema que presenta, són els canvis bruscos d'humitat ambiental, provocant la condensació i evaporació que tindrà com a conseqüència efectes abrasius.

L'exposició al vent, pot actuar de forma abrasiva i a més a més, transporta les espores i prolifera la germinació dels vegetals. A partir d'aquest moment, es defineix com agents biòtics.

Les causes descrites anteriorment, són les físiques. No obstant això, es troben també causes químiques, les quals, s'originen a partir dels anteriors junt amb altres elements externs que aporten nous elements provocant els fenòmens de falta de cohesió que afavoreixen la pulverització del material<sup>16</sup>:

- Pluja àcida: Actua sobre el carbonat de calci present en el morter, ho transforma en bicarbonat de calci soluble. Aquest, és transportat pels porus del material en el mateix sentit que l'aigua provocant taques i costres calcàries.
- Agents de contaminació atmosfèrica: Aquests viatgen a través de l'aigua, penetrant als materials i en conseqüència, es produeix la dissolució d'aquests i el transport d'alguns components essencials. En major mesura, afecten les zones contaminades o amb activitats industrials, que presenten residus dels gasos produïts per la combustió.

Una altra de les causes que abunden en aquest cas, són les biològiques. Es tracta dels microorganismes que es torben presents en tota la domus. Aquests, provoquen taques i corrosió superficial a conseqüència a l'emissió de substàncies àcides. Les arrels es figuren entre les juntes de les estructures, provoquen tensions i trenquen el morter i fan caure la pedra.

---

<sup>15</sup> CARRASCOSA MOLINER, Begoña ; PASÍES OVIEDO, Trinidad. La conservación y restauración del mosaico. 2004.

<sup>16</sup> CARRASCOSA MOLINER, Begoña; PASIES OVIEDO, Trinidad. Ibídem p. 49



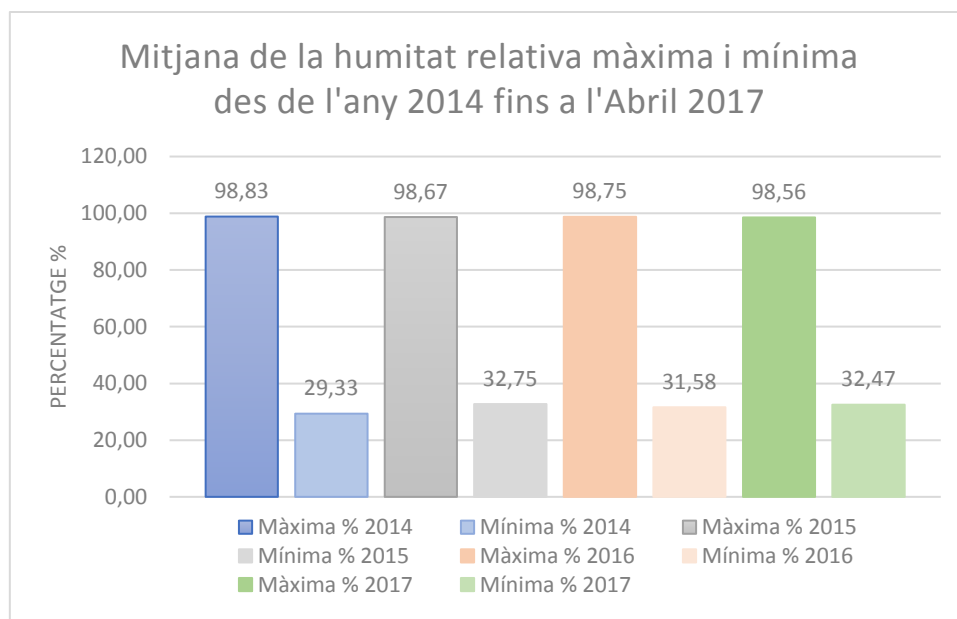
Figura 7. Detall de les estructures



Figura 8. Detall vegetació sobre estructures

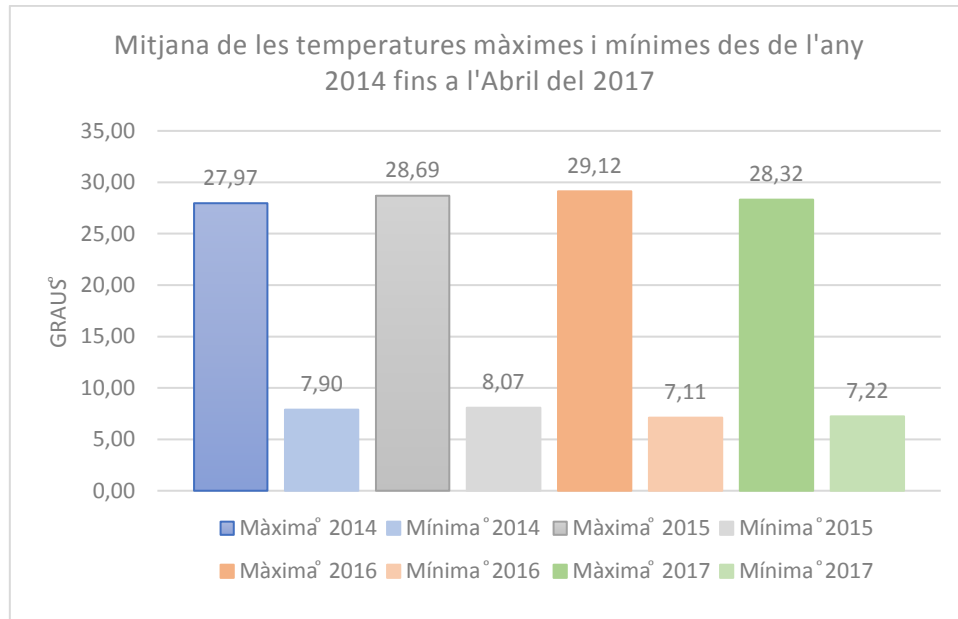
Per últim, l'abandonament del territori i la falta de manteniment és el fet més comú que es dona. S'abandona deixant-lo a la intempèrie i no es sap quan es podrà reprendre.

Després de saber com afecten els diferents agents als materials, s'han abstret, a través de l'AEMET (Veure resultats complets a annexes), la humitat relativa i temperatures màximes i mínimes des de l'any 2014 fins al mes de maig del 2017 (Gràfiques 1 i 2) amb la finalitat d'estudiar amb les condicions en què han estat exposades les estructures del jaciment arqueològic i conèixer així les causes de les alteracions que presenten.



Gràfica 1. Humitat relativa màxima i mínima del 2014 al 2017.





Gràfica 2. Temperatura màxima i mínima del 2014 al 2017.

El 2014 es registre com l'any amb una major humitat relativa amb un valor del 98,83%. En canvi, el 2016 destaca amb una mitjana d'una temperatura màxima de 29,12°C. La diferència respecte als altres anys no és gran, el valor menor de la temperatura màxima s'obté el 2014 amb 1,15 graus menys amb una temperatura mitja de 27,97 °c. No obstant això, es mostra com són uns anys calorosos i en general es registre un valor mitjà alt i, respecte al mínim obtingut els valors són molt distants, pel fet que sofreixen un canvi brusc, moment en què el material sofreix més. La temperatura mínima és de 7,11 °c a l'any 2016 que, en comparança a la màxima d'aquest mateix any (29,12 °c) resulten ser 22 graus de diferència.





**Part Experimental**



## **PART EXPERIMENTAL**

### **2. ANÀLISIS I EXPERIMENTACIÓ**

És ideal el fet d'imitar els materials que els Romans utilitzaven, no obstant, tot i que aquests presentin el mateix nom a l'actualitat, han canviat les propietats al llarg del temps, per tant, l'efectivitat no és la mateixa. Per aquest motiu, és important estudiar els diferents materials utilitzats ja pels Romans com nous materials i observar el comportament que presenten després de certs experiments.

#### **a. SELECCIÓ DELS MATERIALS**

Per tal de seguir amb els objectius principals, es fa una selecció d'una sèrie de materials per a realitzar morters per a la consolidació de les estructures. Aquests es descriuen al llarg d'aquest capítol.

##### *1. Anàlisis dels morters originals*

A través de l'article *Analytical characterisation of ancient mortars from the archeological Roman city of Pollentia (Balearic Islands, Spain)*<sup>17</sup> publicat per membres del departament de Química de la Universitat de les Illes Balears, qui realitzen un estudi i anàlisis sobre els morters originals del jaciment arqueològic de Pollentia.

Per a realitzar un estudi analític dels morters antics, s'han utilitzat diferents tècniques: Anàlisis tèrmic i termogravimetria derivada, Difractometria de Raig X i Espectroscòpia infraroja transformada de Fourier.

La caracterització fisicoquímica dels morters procedents de la ciutat romana de Pollentia, revela diferències en els morters emprats, el que contribueix al coneixement de la manera de construcció romana.

A partir de la distribució granulomètrica que presenten, es troben diferències entre els sòls dels morters i els que serveixen com a revestiment en els desguassos dels conductes, cisternes, piscines i parets.

---

<sup>17</sup> GENESTAR, C.; PONS, C.; MÁZ, A. Analytical characterisation of ancient mortars from the archaeological Roman city of Pollentia (Balearic Islands, Spain). *Analytica Chimica Acta*, 2006, vol. 557, no 1, p. 373-379

L'anàlisi FTIR, indica l'existència de tres tipus d'aglutinants; El primer, conté carbonat càlcic i silicats, el segon, es compon de silicat, carbonat i una quantitat variable d'òxids de ferro. Per últim, el tercer, conté carbonats i una escassa quantitat de silicats.

A partir de la investigació microquímica i tèrmica, es sap que, quatre de les trenta mostres eren morters de cal que no presentaven propietats hidràuliques. S'obtenen a partir d'aquesta, quatre categories de morters:

Grup A: Morters putzolànics artificials.

Grup B i C: Morters de cal hidràulica.

Grup D: Típics morters de cal de naturalesa no hidràulica.

Els revestiments de dipòsits i piscines, son els que presenten millors propietats hidràuliques. No es varen trobar diferències entre els morters que s'utilitzaven per a lo mateix tot i que pertanyessin a diferents períodes històrics; Pareix ser que la composició no va canviar durant quatre segles.

## *II. La calç*



*Figura 9. Detall mostra calç hidràulica*

La calç hidràulica Natural (NHL), es produeix a partir de la calcinació de les calcàries més o menys argiloses o silícies amb reducció en pols per extinció, amb o sense trituració. Totes les NHL, tenen la propietat de quallar i endurir amb presència d'aigua. El diòxid de carboni present a l'aire, contribueix al procés d'enduriment.

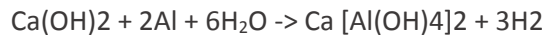
La cal hidràulica presenta un doble caràcter:

- Aèri: Pel fet de contenir hidròxid de calç. Dona lloc als morters que absorbeixen el CO<sub>2</sub> de l'aire que proporciona resistència a llarg plaç i mostra una bona manipulació, una petita retracció i és permeable al vapor d'aigua, tot i que no a l'aigua.
- Hidràulic: En relació al contingut de silicat càlcic. Fragua en presència d'aigua i desenvolupa resistències a curt plaç. El fet de tenir unes baixes resistències que proporcionen en comparació amb el ciment, la fan apta per al seu ús amb materials delicats.

Taula 1. Propietats físico-mecàniques de la calç hidràulica

<b>PROPIETATS FÍSICO-MECÀNIQUES DE LA CALÇ HIDRÀULICA</b>	
<b><i>Estat físic</i></b>	Polç
<b><i>Tamany mitjà de les partícules</i></b>	20-30%:< 5µm
<b><i>Color</i></b>	Blanca
<b><i>pH</i></b>	12-13
<b><i>Solubilitat amb l'aigua</i></b>	1,5 g/7L a 20°C

El producte és estable a temperatura ambient i amb les condicions normals d'ús i d'emmagatzematge. No obstant, la calç hidràulica, reacciona de manera isotèrmica amb els àcids. Quan es calenta per sobre dels 580°C, el dihidròxid de calç es descompon per a produir l'òxid de calç i aigua:  $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ . El diòxid de calç reacciona amb l'aigua i genera calor. Això, pot ocasionar riscos pels materials inflamables. La calç, també reacciona de forma exotèrmica amb els àcids per a formar sals. Amb la presència de la humitat, la calç hidràulica natural reacciona amb l'alumini i el llautó, produint Hidrogen segons la reacció:



### III. Materials amb propietats putzolàniques



Figura 10. Detall mostra putzolana

La roca volcànica és un material originat per una emulsió gasosa de vidres, deixalles, pumitas i lapillo en estat semi-fos que es deposita i es fonamenta en una pasta de fons d'elements de cendres de vidre volcànic.

Depenent del tipus de formació, la pedra volcànica conserva al seu interior, una gran quantitat de buits i bombolles d'aire, a una proporció del 40 al 50 % del seu volum, que determinen les propietats físiques i mecàniques.

La roca és un material amb un baix pes volumètric amb tan sols  $1,6 \text{ t/m}^3$ , amb certa lleugeresa i fàcil transport i col·locació. Presenta unes propietats vítries i esponjoses i, gràcies a la presència dels buits, posseeix unes propietats que la doten com a aïllant tèrmic, acústic i resistent al foc. Es parla d'una conductivitat tèrmica de  $0,40 \text{ W/m}^\circ$ .

La putzolana (tipus de roca volcànica utilitzada per a les provetes), és un material que conté sílice i/o alumina, d'origen tant natural com artificial. Generalment, es prefereix una putzolana que continga una estructura amorfa, la suma d'òxids principals de la qual siga major o igual al 70% de la composició total.

Taula 2. Propietats físico-mecàniques de la Putzolana

<i>Propietats físico-mecàniques de la Putzolana</i>	
<b><i>Aparenci i olor</i></b>	Inodor, color variable
<b><i>Punt d'ebullició</i></b>	No s'aplica
<b><i>Punt de fusió</i></b>	Aprox $850^\circ\text{C}$



<b>Gravetat específica</b>	Variable (proper a 2.30)
<b>pH</b>	Variable (proper a neutre, 7)
<b>Solubilitat en aigua</b>	Molt lleugerament soluble

#### IV. Propietats de la resina acrílica



Figura 11. Detall mostra Acril 33®

És una de les més emprades en la Restauració i Conservació. Presenta una escassa tendència al engrogiment i estabilitat al pas del temps. Són quasi incolores i transparents, solubles en hidrocarburs aromàtics, xileno, tolueno; en éters, acetat de etilo; en solvents clorats, dicloroetileno; i també amb acetones com és l'acetona<sup>18</sup>.

En aquest estudi s'utilitza la dispersió aquosa Acril 33®. Crea interès pel fet de presentar una bona resistència a l'alcalinitat, té certa estabilitat al gel-desgel, resistència a les sals solubles i una bona estabilitat mecànica i al pH.

La resina acrílica, crea interès per les seues propietats, entre aquestes, destaquen la resistència als rajos U.V i a l'envelliment, és prou transparent, presenta un gran poder lligant i és resistent als àlcalis.

<sup>18</sup> CARRASCOSA MOLINER, Begoña. La conservación y restauración de objetos cerámicos arqueológicos. Tecnos, 2009. p. 120

Taula 3. Propietats físico-mecàniques de la Resina Acrilica

<b>PROPIETATS FÍSICO-QUÍMIQUES DE LA RESINA ACRILICA : ACRIL<sup>®</sup>33</b>	
<b>Estat físic</b>	Líquid
<b>Residu sec</b>	46 ± 1%
<b>Color</b>	Blanc
<b>pH</b>	9,5
<b>Viscosidad</b>	3750 mPas a 20°C

#### V. Propietats de la Xamota

Xamota fina resultant de la mescla d'argiles calcinades a altes temperatures i posteriorment triturades. S'aplica amb la finalitat de proporcionar resistència mecànica i tèrmica<sup>19</sup>.



Figura 12. Propietats de la xamota

Taula 4. Propietats físico-químiques de la xamota

<b>PROPIETATS FÍSICO-QUÍMIQUES DE LA XAMOTA</b>	
<b>Estat físic</b>	Sòlid
<b>Aspecte</b>	Gra gris
<b>Color</b>	-
<b>Índex acidesa</b>	1,44
<b>Tensió superficial</b>	414, 93 din/cm

<sup>19</sup> Veure fitxa tècnica en Annexos.

Es tracta d'una pasta composta d'argila plàstica, arena de quars a la que se li afegeixen sílice i òxids, sotmetent-los a una cocció entre els 1280 i 1300 i produeix una ceràmica dura, compacta i semivitrificada.

#### VI. Propietats del àrid



Figura 13. Propietats de l'àrid

Àrid derivat del marès amb una granulometria del 0/3 mm. Presenta un gra amb una tonalitat marfil i es tracta d'un subproducte del marès. És utilitzat com a àrid en la construcció com a substitut de la sorra. És una pols de pedrera (bàsicament carbonat càlcic).

Taula 5. Qualitats físico-mecàniques de l'àrid

<b>Qualitats físico-mecàniques</b>						
<i>Tipus</i>	<i>Cantera</i>	<i>Densitat Kg/m<sup>3</sup></i>	<i>Coefficient d'absorció</i>	<i>Resist.a compressió Kg/cm<sup>2</sup></i>	<i>Resist.a flexió Kg/cm<sup>2</sup></i>	<i>Observacions</i>
Marès	Arenal	1.462	23,19%	35	18	Groc palla

b. SELECCIÓ DE LA GRANULOMETRIA

**Objectiu:**

Conèixer la granulometria que presenten els materials per tal de determinar el tamany que es consideri més òptim per l'estudi.

**Instrumental:**

Agitador elèctric per a tamisos.

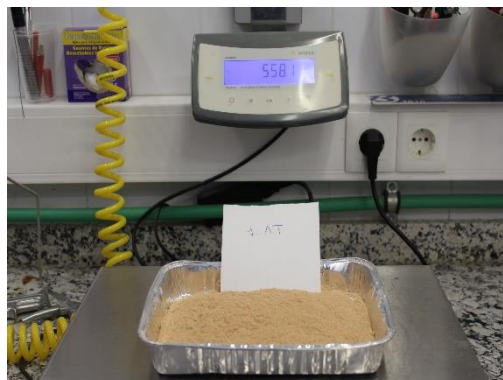
**Metodologia:**

En primer lloc, es designa una nomenclatura per a cada tipus de material com es pot veure en la taula inferior (Taula 6):

*Taula 6. Nomenclatura dels materials*

MATERIAL	Nomenclatura
<i>Àrid</i>	1 A.T
<i>Terra d'obra</i>	3 A.O
<i>Roca volànica</i>	4 T.V
<i>Terra de jaciment</i>	5 T.J

Després, es pesen els materials (Figura 14) i es registra cada un dels resultats (Taula 7). Acte seguit, les mostres s'introdueixen a l'estufa durant cinc dies a una temperatura de 105°C.



*Taula 14. Pesat dels materials*

Taula 7. Pesat dels materials

MATERIAL	PES (gr)	
	Tara safra	Tara + mostra homida
<b>Àrid</b>	11,6	556,8
<b>Terra d'obra</b>	11,2	579,4
<b>Roca volànica</b>	11,6	560,2
<b>Terra de jaciment</b>	11,8	534,7

Després que els morters hagen assecat per complet, es pesen (Taula 7) i es tamisen les partícules a un tamís de 0,08 mm i amb un altre de 0,40 mm; Les impureses passaran entre els buits del tamís deixant sols el material pur. Per a finalitzar aquest procés, es tornen a ficar les safes amb els diferents materials a l'estufa a la mateixa temperatura (105° C).

Taula 8. Segona pesada dels materials

MATERIAL	PES (gr)		
	Tara safra	Tara + mostra humida	Diferència
<b>Àrid</b>	11,6	529,7	39,4
<b>Terra d'obra</b>	11,2	564,9	25,7
<b>Roca volànica</b>	11,6	559,3	12,5
<b>Terra de jaciment</b>	11,8	522,6	23,9

El darrer pas és el tamisat electromecànic i processament de les dades. Per a l'operació, es necessiten diferents tamisos corresponents a formats diferents i d'aquesta manera es separen els grans, fins a arribar a la mida desitjada.

Abans de realitzar les mesures, es pesa el total del material (Taula 9) i aquests, s'aboquen als tamisos per a introduir-los a la tamisadora electromecànica (Figura 15). Després del procés, es tornen a pesar els materials de cada un dels tamisos, per saber la quantitat per a cada mida (Figura 16) i finalment, es processen els resultats (Taula 10 a 13) i se selecciona la mida desitjada.

Taula 9. Tercera pesada dels materials

MATERIAL	PES (gr)
<i>Àrid</i>	291,6
<i>Terra d'obra</i>	519,7
<i>Roca volànica</i>	470,0
<i>Terra de jaciment</i>	168,9

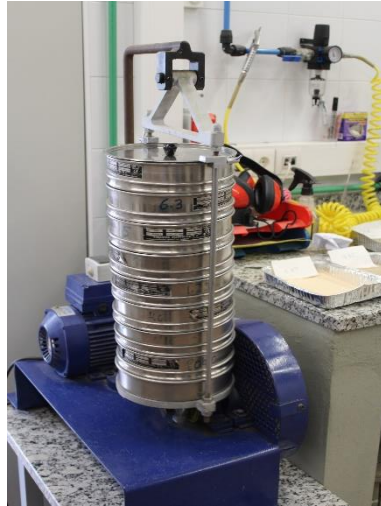


Figura 15. Agitador elèctric



Figura 16. Pesada per tamany

L'anàlisi granulomètric de les terres per tamisat, es processen a partir d'un model per a ser imprès (Veure en Anexos) que disposa el departament de Geotècnia basant-se amb la norma UNE 103-101-95; Per tant, en la fulla es completen tres apartats: Dades de les mostres, lectures i càlculs dels assajos i, per últim, representació gràfica dels resultats. D'aquesta forma, es pot veure visualment i facilitar la lectura del tipus de granulometria que obté cada mostra.

**Resultats:**

a) Terra Volcànica



Figura 17. Detall granulometries de la Putzolana

Taula 10. Selecció granulomètrica 1T.V

<b>Mostra total : 547,7g</b>		
<b>Tamany del filtre del tamís segons UNE (mm)</b>	<b>QUANTITA DE MOSTRA QUE PASA PEL TAMÍS (g)</b>	<b>% Que passa</b>
<b>6,3</b>	36,9	93,3
<b>5</b>	17,5	90,1
<b>2</b>	117,5	68,6
<b>1.25</b>	50,5	59,4
<b>0,40</b>	110,9	39,1
<b>0,16</b>	81,4	24,3
<b>0,080</b>	45,8	15,9
<b>Observacions:</b> El tamany elegit per a les provetes és el de 0,080 mm		

b) Terra Jaciment



Figura 18. Detall granulometries de la terra de jaciment

Taula 11. Selecció granulomètrica 5.T.J

<b>Mostra total : 510,8 g</b>		
<b>Tamany del filtre del tamís segons UNE (mm)</b>	<b>QUANTITA DE MOSTRA QUE PASA PEL TAMÍS (g)</b>	<b>% Que passa</b>
<b>2</b>	0,1	100,0
<b>1.25</b>	10,0	98,0
<b>0,40</b>	61,3	86,0
<b>0,16</b>	57,7	74,7
<b>0,080</b>	34,0	68,1
<b>Observacions:</b> El tamany elegit per a les provetes és el de 0,080 mm		



c) Terra d'obra



Figura 19. Detall granulometries terra d'obra

Taula 12. Selecció granulomètrica 3.A.O

<b>Mostra total : 553,7 g</b>		
<b>Tamany del filtre del tamís segons UNE (mm)</b>	<b>QUANTITA DE MOSTRA QUE PASA PEL TAMÍS (g)</b>	<b>% Que passa</b>
<b>1,25</b>	0,9	99,8
<b>0,40</b>	117,7	78,6
<b>0,16</b>	343,7	16,5
<b>0,080</b>	55,0	6,6
<b>Observacions:</b> El tamany elegit per a les provetes és el de 0,080 mm		

d) Àrid



Figura 20 . Detall granulometries

Taula 13. Selecció granulomètrica 1.A.T

<b>Mostra total : 553,7 g</b>		
<b>Tamany del filtre del tamís segons UNE (mm)</b>	<b>QUANTITA DE MOSTRA QUE PASA PEL TAMÍS (g)</b>	<b>% Que passa</b>
<b>1,25</b>	19,6	94,3
<b>0,40</b>	114,6	72,2
<b>0,16</b>	94,8	53,9
<b>0,080</b>	43,7	45,4
<b>Observacions:</b> El tamany elegit per a les provetes és el de 0,080 mm		

#### c. PREPARACIÓ DE LES PROVETES

Es realitzen provetes de calç hidràulica per l' estudi. No obstant això, primer s'han de realitzar els motles i mesurar les quantitats per a la mescla.

Per a la fabricació dels motles, es selecciona el laminat PVC color blanc. És un material sintètic resistent i fàcil de manipular. Es marquen les mesures amb unes mides de 5x5x5 (Figura 21). Aquestes, es justifiquen a partir de les necessitats de les càmeres a causa del fet que les Normatives Europees no especifiquen les mesures. Es fan dues tires de set espais cada una i es posa una taula contraxapada a baix per tal de quan s'aboque el morter, no es quede apegat de la part inferior.

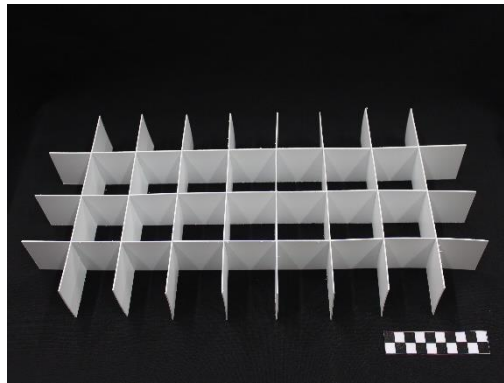


Figura 21. Motlle

El següent pas, es la preparació del morter. Per això, és important pesar, en primer lloc, els materials per tenir present les quantitats utilitzades. Les mesures a emprar seran 1:2 i 1:3.



Figura 22. Preparació del morter

S'obté, per una part, la terra de jaciment i, per altra, la terra neta. Es realitzen els mateixos tipus de morter però variant les terres, per tal de poder obtenir una comparança entre l'una i l'altra. Així doncs, les dosificacions que es presenten a continuació (Taula 14) són les mateixes per les diferents terres.

Taula 14. Dosificacions pels morters






MORTER	VOLÚM
<i>Terra + calç + àrid</i>	1:2 +1
<i>Terra + calç + àrid</i>	1:3+1
<i>Terra + calç + resina acrílica Acril®</i>	1:2 al 10% (resina acrílica)
<i>Terra + calç + putzolana</i>	1:2 + 1
<i>Terra + calç + Xamota</i>	1:2 + 1

Una vegada realitzades les mescles, es deixen reposar uns dies i, quan s'endureix lo suficient per retirar els motles, es lleven (Figura 23). Les mostres s'han de deixar assecat-se durant un mes per oreig.



Figura 23. Abocament del morter al motlle

Taula 15. Quantitats de provetes

ASSAIG	TOTAL PROVETES	TIPO DE PROVETA	PROVETA PER ASSAIG
<i>Proveta mare</i>	14		10
<i>UV</i>	14		10
<i>So<sub>2</sub></i>	14		10
<i>Temperatura</i>	14		10
<i>Humitat</i>	14		10
<i>In situ</i>	14		10
<i>Abrasió</i>	14		10

Quan les provetes han assecat, se lis assigna, a cada una d'elles, una nomenclatura (Taula 16) i es classifiquen en grups pels diferents assajos.

Taula 16. Nomenclatura de les provetes

NOMENCLATURA	NUMERACIÓ
<i>TY/C/A/CHAM/Nº</i>	1-10
<i>TY/C/A/P/Nº</i>	1-10
<i>TY/C/A/1:3/Nº</i>	1-10
<i>TY/C/1:2/Nº</i>	1-10
<i>TY/C/AC/Nº</i>	1-10
<i>TO/C/A/1:3/Nº</i>	1-10
<i>TO/C/A/AC/Nº</i>	1-10
<i>TO/C/A/P</i>	1-10
<i>TO/C/A/CHAM/Nº</i>	1-10
<i>TO/C/A/1:2/Nº</i>	1-10



Figura 24. Provetes

#### d. INSTRUMENTAL I PROCEDIMENT EXPERIMENTAL DELS ASSAJOS

En aquest apartat, es presenten els diferents assajos que es duen a terme per tal d'estudiar l'eficàcia de cada tipus de material, a continuació, s'especifica cada un d'ells, així com l'objectiu que es vol aconseguir a partir d'ells, la metodologia que s'utilitza i l'instrumental que es requereix.

## I. Mesures Colorimètriques

La colorimetria és un mètode d'assaig no destructiu que es coneix com la part de l'Òptica encarregada d'estudiar la mesura del color; Aquesta, s'especifica de manera precisa i transmet la informació necessària perquè un color s'interpreta de la mateixa manera per a tota persona.

### Objectiu

Conèixer el color original del material i fer un seguiment de forma objectiva per a observar, abans del que ho pot fer l'ull humà, els canvis cromàtics. Per tant, amb els estudis colorimètrics que es realitzen en cada un dels materials després de cada assaig, permetrà valorar quin seria el material més idoni.

### Instrumental

Les mesures es realitzen amb l'espectrofotòmetre Minolta CM-2600d, amb les següents condicions:

- Il·luminant estàndard CIE tipo D<sub>65</sub> (Llum dia, temperatura del color 6500° K).
- Observador estàndard 10°.

Les dades s'han pres amb el component especular inclosa (SCI), que minimitza la influència de les condicions de la superfície de mesura i, amb els components especular exclosa (SCE), que correspon més aviat a l'avaluació visual professional. Aquestes dues maneres de mesura, s'han inclòs amb la finalitat de valorar les variacions de la brillantor experimentades per les provetes.

La font de llum que presenta el mesurador està formada per tres llums de xenó. L'interval de longituds d'onda es comprén entre 360 i 740 nm, cada 10 nm, sent el seu rang fotomètric de 0 al 175% de reflectància, amb resolució 0,01%. En referència a la repetibilitat, presenta una desviació estàndard de 0,1%, en reflectància espectral, i de 0,04, per als valors colorimètrics.

Per a definir l'espai de color, s'utilitza el paràmetre CIELAB<sup>20</sup>, mitjançant el qual es pot calcular la diferència cromàtica total entre diversos estímuls a partir de la fórmula<sup>21</sup> que es descriu a continuació:

---

<sup>20</sup> Nom assignat a partir de les seves coordenades: L\*, a\*, b\*; Precedit per les sigles de la Comissió que les va crear, la CIE (Commission International de l'Eclairage). MARTÍNEZ BAZÁN, M. L. Colorimetría aplicada al campo de la Conservación y Restauración. 2007.

<sup>21</sup>SIMÓN CORTÉS, José Manuel. Caracterización físico-química de las alteraciones de los paneles devocionales y vía crucis del siglo XVIII en la Comunidad Valenciana. 2012. Tesis Doctoral. Editorial Universitat Politècnica de València.p.188.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$$\Delta L^* = L^* \text{ final} - L^* \text{ inicial}$$

$$\Delta a^* = a^* \text{ final} - a^* \text{ inicial}$$

$$\Delta b^* = b^* \text{ final} - b^* \text{ inicial}$$

## Metodologia

En primer lloc, sobre un acetat, es marca un diàmetre d'un centímetre, corresponent a l'àrea gran del medidor, per assegurar una col·locació exacta d'aquest després de cada un dels assajos. Per a cada un dels punts seleccionats per a la mesura, es realitzen de 4 a 5 dispars, amb la previsió de poder-hi haver-hi errors a les mesures, calculant, a partir d'aquestes, la mitja i la desviació estàndard.



*Figura 25. Mesures colorimètriques*

Les mesures es passen al full de càlcul (Microsoft office Excel) per tal de seguir amb les operacions i abstrere els resultats i representar-los de forma gràfica i poder veure visualment els possibles canvis entre un material i l'altre i estudiar així el seu comportament.

Les mesures es realitzen sobre les provetes mare i després de cada assaig:

- Envelliment accelerat per radiació de llum ultraviolada (UV)
- Envelliment en atmosfera saturada de SO<sub>2</sub>
- Envelliment accelerat tèrmic: Humitat relativa i temperatura (HR i T).
- Provetes In situ.

## II. Abrasió

### Objectiu

Determinar la resistència relativa que oposen les provetes de calç hidràulica sotmeses a aquest estudi.

### Instrumental

*Lineal Abraser* model 5750 de la marca *Taber*. El capçal utilitzat ha estat el CS-10<sup>22</sup>. Aquest, està compost per un braç metàl·lic mitjançant el qual es realitzen moviments lineals en un sentit i l'altre, en sentit horitzontal amb una distància aproximadament de 2,5 cm.

### Metodologia

A partir de la normativa europea UNE 135203-1, les provetes se sotmeten a diferents cicles a una velocitat determinada (Taula). Es fa l'ús d'un capçal que, a través del moviment realitzat pel braç, aquest exerceix una abrasió sobre el material. Les provetes es pesen abans i després de l'assaig amb la finalitat de comparar la quantitat de material que ha perdut. A partir dels resultats obtinguts, s'estudia quin material és el més resistent.



Figura 26. Puntes per a l'abrasió



Figura 27. Lineal Abraser

<sup>22</sup> CS-10 *Wearaser*®: Abrasió de *Taber lineal Abraser*. Presenta un diàmetre de 1/4", resistent, suau (Paquet de 10). Veure informació a la pàgina web <http://www.taberindustries.com/linear-abradants>.



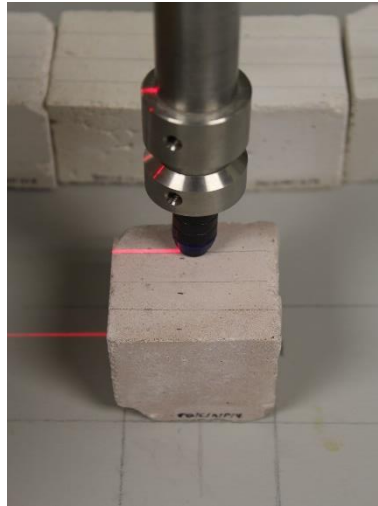


Figura 28. Realització dels primers cicles

Taula 17. Paràmetres obtinguts per l'assaig amb el Lineal Abraser.

PROVETA	CICLES		VELOCITAT	CAPÇAL
<i>Terra Jaciment</i>				
<b>TY/C/A/PUZ</b>	L1	5	60	CS-10
	L2	15	60	
	L3	60	60	
<b>TY/C/A/1:3</b>	L1	5	60	CS-10
	L2	10	60	
	L3	20	60	
<b>TY/C/A/AC</b>	L1	15	60	CS-10
	L2	35	60	
	L3	100	60	
<b>TY/A/C/1:2</b>	L1	5	60	CS-10
	L2	15	60	
	L3	50	60	
<b>TY/C/A/CHAM</b>	L1	5	60	CS-10
	L2	15	60	
	L3	40	60	
<i>Terra d'Obra</i>				
<b>TO/C/A/PUZ</b>	L1	5	60	
	L2	15	60	

	L3	60	60	
<b>TO/C/A/1:3</b>	L1	5	60	CS-10
	L2	15	60	
	L3	35	60	
<b>TO/C/A/AC</b>	L1	15	60	CS-10
	L2	50	60	
	L3	100	60	
<b>TO/A/C/1:2</b>	L1	5	60	CS-10
	L2	15	60	
	L3	40	60	
<b>TO/C/A/CHAM</b>	L1	5	60	CS-10
	L2	15	60	
	L3	30	60	

Finalment, per tal de poder analitzar els canvis, s'observen les mostres de forma organolèptica i a través del microscopi òptic.

### III. Envelliment artificial accelerat en una atmosfera saturada de diòxid de sofre en SO<sub>2</sub>.

Es realitza l'assaig per poder veure els possibles efectes que pot produir una atmosfera saturada de SO<sub>2</sub> sobre les provetes, ja que el seu lloc de destí és l'exterior i es tracte d'un dels factor que podrien danyar el material.

#### Objectiu

Estudiar els possibles canvis que podrien experimentar les provetes dins un ambient saturat de diòxid de sofre en SO<sub>2</sub>.

#### Instrumental

Càmera de corrosió en atmosfera saturada de diòxid de sofre, model VCK-300 de la marca DYCOMETAL<sup>23</sup>.

La càmera permet simular una atmosfera industrial i urbana, mitjançant d' artificials, incorporant l'aire anhídrid sulfurós amb la possibilitat d'integrar el diòxid de carboni.

<sup>23</sup> Veure propietats de la càmera a la pàgina web: <http://www.q-lab.com/es-es/products/quv-weathering-tester/quv>

## Metodologia

Es du a terme l'assaig Késternich<sup>24</sup>, mitjançant el qual, se simula l'atmosfera industrial o urbana amb una d'artificial afegint Anhídrid Sulfurós; Amb aquesta, s'obté una màxima aproximació als resultats que s'obtenen quan els materials s'exposen a l'exterior amb aquest tipus d'atmosfera.

Les provetes se sotmeten a unes condicions climàtiques d'alta temperatura i humitat fins a la seua saturació, de manera que el vapor d'aigua que es forma, condense sobre les peces i es puga verificar la resistència a la condensació d'aigua a la peça.

Respecte a les propietats que presenta la càmera, aquesta, té una capacitat de 300 litres i conté des d'una temperatura ambient fins als +60°i una humitat relativa del 100%.

Per tal de dur a terme l'assaig, es programa la càmera perquè les provetes s'exposen a cinc cicles de 24 hores. Després de cada cicle es mesura colorimètricament cada material per determinar els possibles canvis soferts a cada un d'ells.



Figura 29. Càmera  $SO_2$

## IV. Càmera temperatura i humitat

La càmera de temperatura i humitat relativa, permet realitzar una simulació a l'exposició natural als agents atmosfèrics a partir d'un determinat grau de temperatura i humitat. Es tracte d'un sistema d'envelliment que ajuda a avaluar els riscos que podria sofrir una obra i determinar així el material més estable segons siga la condició climatològica.

<sup>24</sup> Veure la normativa de l'assaig a la pàgina web: <http://www.dycometal.com/catalogo/vckch/>

A partir dels paràmetres reals obtinguts per l'AEMET (Anexos) sobre les temperatures màximes i mínimes i la humitat relativa màxima i mínima dels tres darrers anys al jaciment arqueològic, es programa la càmera a partir d'uns paràmetres similars als reals<sup>25</sup> amb la finalitat de, a partir de dos cicles, elevar el primer a la humitat relativa màxima registrada i al segon cicle, fer-ho amb la temperatura.

### **Objectiu**

Conèixer els riscos que poden sofrir els morters després d'estar sotmesos als agents atmosfèrics.

### **Instrumental**

Càmera climàtica Dycometal model CCK-25/300NG<sup>26</sup>. Comprén una temperatura de -25 °C a 150 °C i una humitat relativa del 15% al 98%<sup>27</sup>.

### **Metodologia**

Les provetes se sotmeten a dos cicles de 408 hores (17 dies). En el primer cicle, es comença amb la temperatura que conté la càmera fins a arribar a una temperatura de 26,0° C i a una humitat relativa del 63,3%. Al segon cicle, s'augmenta la temperatura fins a arribar als 45° C i una humitat relativa del 40%. Per tal de veure els resultats obtinguts, es realitzen mesures colorimètriques de cada proveta.



*Figura 30. Càmera temperatura i humitat*

<sup>25</sup> Els paràmetres es presenten de forma aproximada degut a que la càmera no es pot arribar als rangs reals.

<sup>26</sup> Veure a la pàgina web <http://www.dycometal.com/catalogo/elementos-opcionales/>

<sup>27</sup> FLORES LÓPEZ, LAURA. *Op.cit.* p.75.

## V. Assaig llum ultraviolada

Mitjançant l'assaig d'envelliment artificial accelerat per radiació ultraviolada es poden observar els efectes que sofreixen els materials exposats a la llum ultraviolada després del pas del temps.

### Objectiu

Simulació de les condicions més nocives per les provetes una vegada exposades a l'exterior.

### Instrumental

Càmera d'envelliment artificial accelerat per radiació ultraviolada model QUV de la marca Accelerated Weathering Tester de la casa Q-Panel Lab.

La càmera d'envelliment accelerat QUV, reproduïx el dany provocat per la llum solar. En pocs dies la càmera pot reproduir el dany que podria ocórrer sobre els materials després de mesos o anys a la intempèrie.

Per tal de simular l'envelliment a exteriors, la càmera QUV, exposa els materials a cicles alternats de llum ultraviolada (UV), a una temperatura elevada i controlada. Els efectes de la llum solar es simulen mitjançant l'ús de llums fluorescents UVB-313EL.

### Metodologia

Es realitzen tres cicles de 24 hores cada un, es divideix la proveta en tres parts per poder comparar els canvis produïts després de l'exposició d'aquestes a cicles de 24, 48 i 72 hores a cada una de les provetes. Cada una de les parts es delimita amb paper d'alumini per tal de reservar les zones i poder apreciar amb les mesures colorimètriques, l'augment gradual de la radiació ultraviolada que s'experimenta després de cada cicle.



Figura 31. Càmera UV

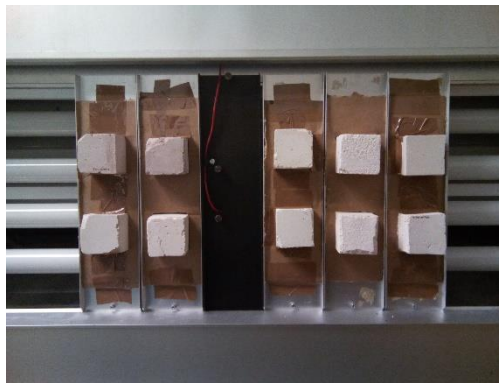


Figura 32. Detall de la col·locació de les mostres

## VI. Microscopia òptica

Tècnica d'anàlisi mitjançant la qual s'observen les provetes a partir de diferents augments, fins al punt on l'ésser humà és incapaç de percebre.

### Objectiu:

Observació dels canvis físics (textura) de cada proveta i valoració de la resistència d'aquestes després d'haver estat sotmesa a l'assaig del *lineal abraser*.

### Instrumental:

Font de llum de fibra òptica amb il·luminació Leica KL200 LED amb augment 10X. Empra la llum freda per a il·luminar tot tipus d'objectes. La brillantor d'aquest, és equivalent al d'una bombeta halògena de 20 W<sup>28</sup>. Presenta una il·luminació ideal per a satisfer els requisits de microscopi estereoscòpic per a tasques rutinàries. La lupa binocular es troba connectada a l'ordinador a partir del qual es poden registrar les fotografies.

### Metodologia:

Es realitzen captures d'imatges a cada proveta sotmesa al *Lineal abraser* amb un augment de 10x. Les fotografies es fan a les marques registrades després de cada cicle i a les provetes mare per tal d'observar l'abans i després de l'assaig.



Figura 33. Observació lupa binocular

---

<sup>28</sup>Propietats i manual a la pàgina web: <http://www.leica-microsystems.com/es/productos/microscopios-y-macroscopios-estereoscopicos/iluminacion/detalles/product/leica-kl200-led/>.

## VII. In situ

### **Objectiu:**

Estudiar la degradació dels diferents materials In situ i valorar així, el més òptim.

### **Metodologia:**

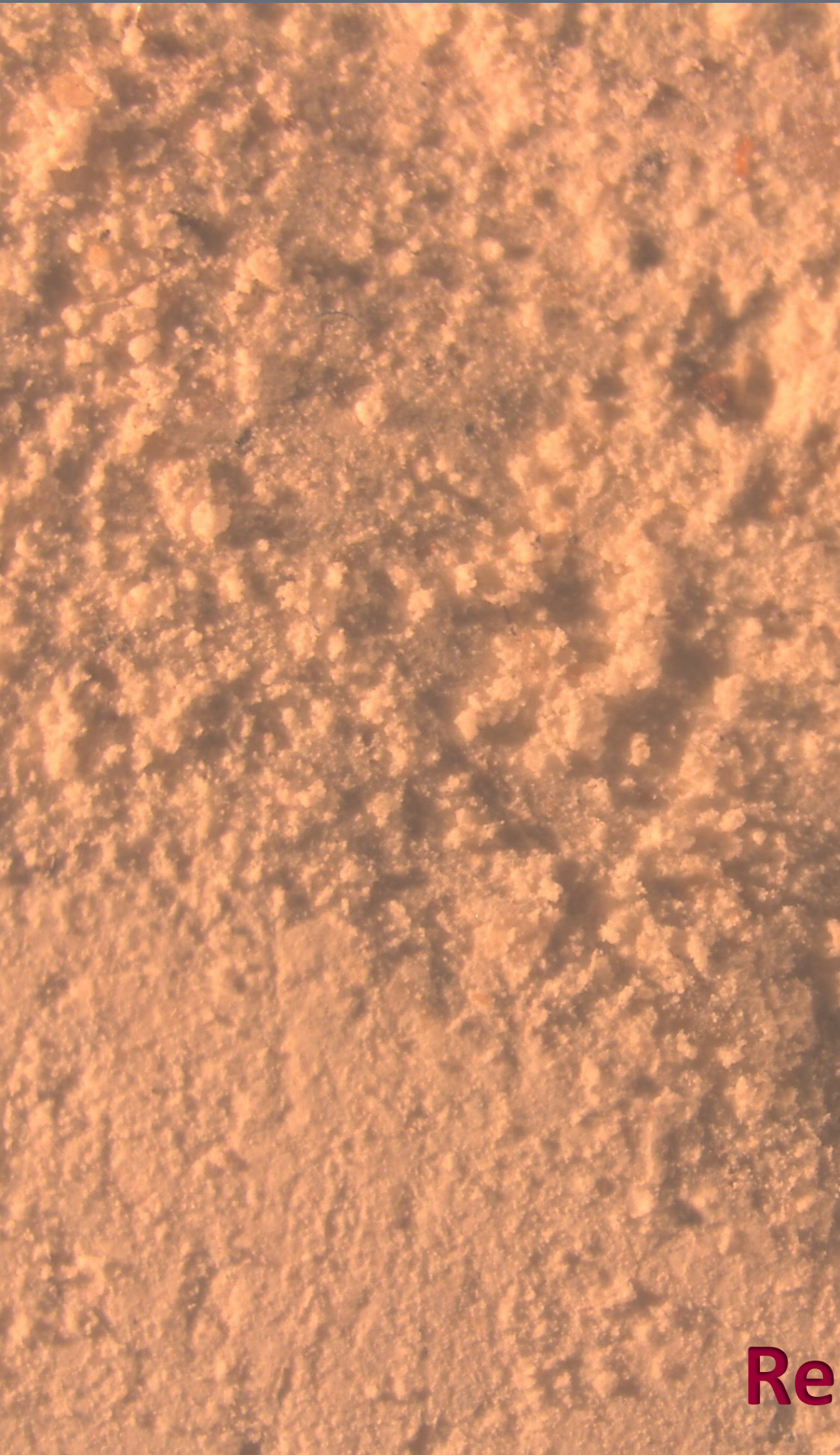
Al Desembre de 2016 es deixen les mostres al jaciment arqueològic, concretament a la Domus Polimnia i es recullen al Maig del 2017. Es realitza un estudi organolèptic i colorimètric per tal d'estudiar el seu estat actual.



*Figura 34. Mostres In Situ*



*Figura 35. Detall de les mostres In Situ*



**Resultats**





### 3. RESULTATS

#### i. Colorimetria

##### a) Proves mare

A partir de la medició inicial que es realitza amb les provetes mare, es pot fer una comparança de com alteren cada una d'elles després de la medició colorimètrica de cada assaig. Per tant, a partir de les mesures realitzades amb la brillantor (SCI), es pot destacar quina mostra altera més.

##### b) Càmera UV

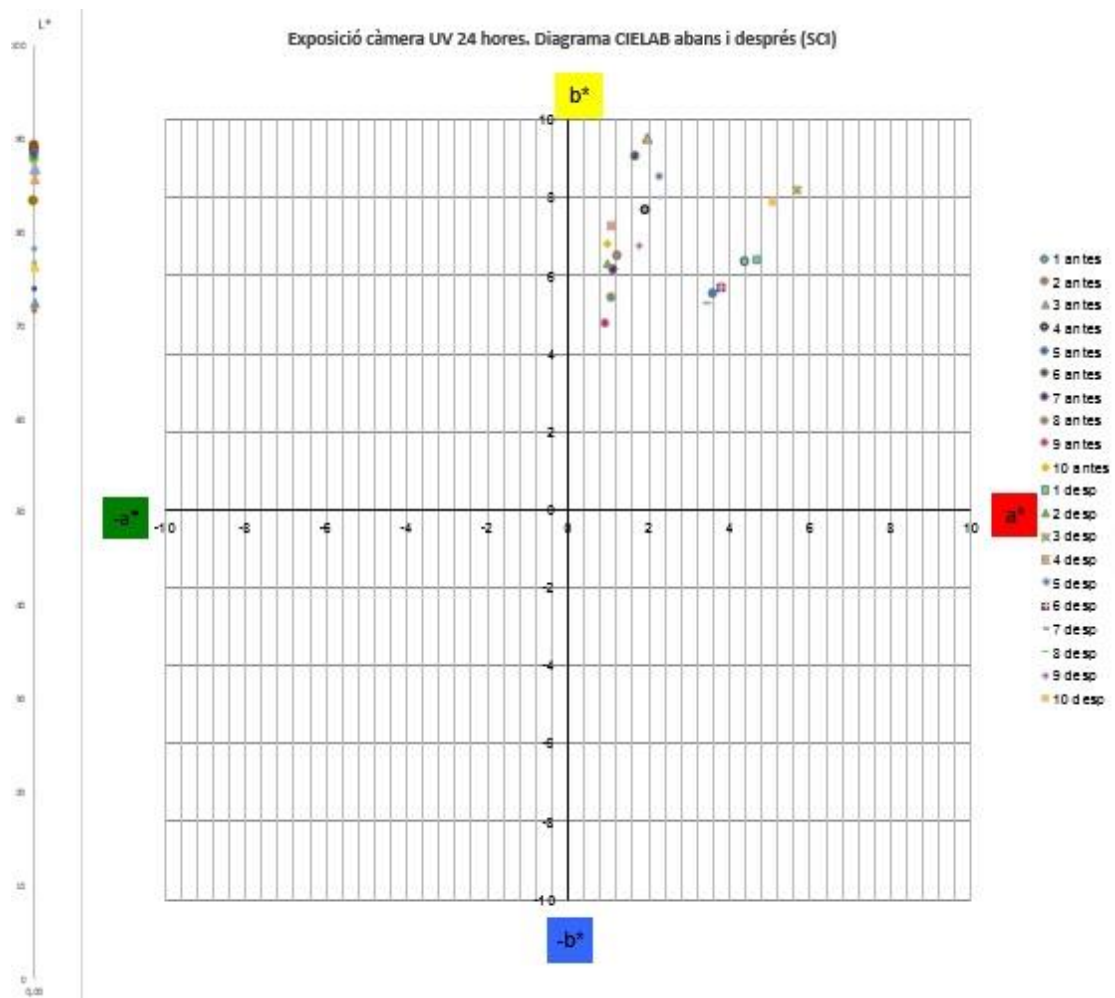
24 hores després

Després de les mesures realitzades amb la brillantor (SCI), la proveta que més s'ha alterat cromàticament és la proveta TY/C/A/AC/8 amb una diferència de color ( $\Delta E^*$ ) sobre les 14,38 unitats CIELAB. Després es troba la TO/C/A/P/2 amb 12,42 unitats, la 1 amb 11,88 unitats, la TO/C/A/1:2/10 amb 9,52 unitat, la 8 amb 9,02 unitat, la TO/C/A/CHAM/9 amb 4,40 unitats, la TY/C/A/1:2/6 amb 3,03 unitats, la TO/C/A/AC/1 amb 2,18 unitats, la TY/C/A/CHAM/12 amb 1,65 unitats i finalment, la TO/C/A/1:3/4 amb 1,40 unitats.

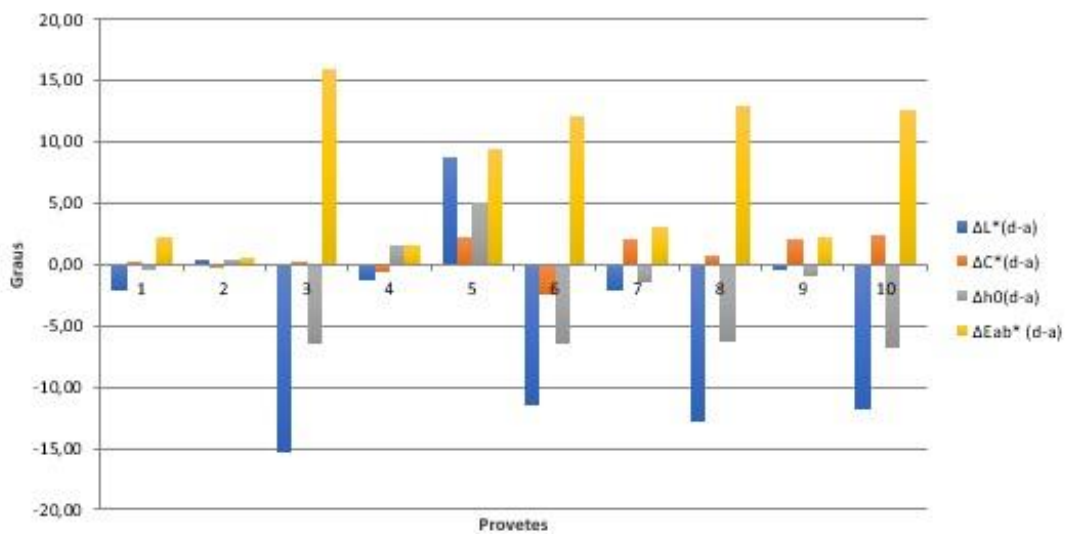
A continuació, s'especificuen (taules) les alteracions a cada una de les provetes en el seu cromat, claredat i to segons l'assaig a que es sotmet.

Taula 18. Valors de la variació de les coordenades  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponent a l'exposició de rajos UV després de 24 hores.

NOMENCLATURA	$L^*(a)$	$L^*(d)$	$\Delta L^*$ (d-a)	$a^*(a)$	$a^*(d)$	$\Delta a^*$ (d-a)	$b^*(a)$	$b^*(d)$	$\Delta b^*$ (d-a)	$\Delta E_{ab}^*$ (d-a)
TY/C/A/P/9	76,00	73,84	-2,16	4,38	4,66	0,27	6,41	6,44	0,03	2,18
TO/C/A/P/2	86,29	86,73	0,44	1,21	1,00	-0,21	6,50	6,33	-0,17	0,51
TY/C/A/CHAM/12	87,71	72,34	-15,37	1,95	5,68	3,73	9,55	8,24	-1,31	15,87
TO/C/A/1:3/4	87,07	85,71	-1,36	1,90	1,09	-0,80	7,70	7,30	-0,40	1,63
TO/C/A/1:2/10	78,11	86,87	8,76	3,61	2,24	-1,36	5,54	8,59	3,05	9,37
TY/C/A/1:2/6	87,78	76,38	-11,41	1,65	3,79	2,14	9,08	5,70	-3,38	12,09
TO/C/A/AC/1	88,83	86,76	-2,07	1,13	2,28	1,15	6,16	8,00	1,85	3,00
TY/C/A/1:3/12	89,30	76,55	-12,75	1,04	3,46	2,42	5,48	5,28	-0,20	12,98
TY/C/A/AC/8	88,47	88,07	-0,40	0,92	1,75	0,83	4,78	6,78	2,00	2,20
TO/C/A/CHAM/9	83,26	71,45	-11,81	1,00	5,09	4,09	6,84	7,88	1,04	12,54



Diferència abans i després  $L^* C^* h^\circ$



Taula 19. Anàlisi dels canvis cromàtics

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>Claredat (L*)</b>	<b>Croma (C*)</b>	<b>To</b>
<b><i>TY/C/A/CHAM/6</i></b>	Canvi de claredat de molt clar a clar.	No presenta a penes canvis cromàtics, és la proveta que menys canvi obté.	Es manté amb el mateix to Taronja roig. Es tracta de la proveta amb un menor canvi de tonalitat.
<b><i>TY/C/A/AC/2</i></b>	Es manté pràcticament igual, amb un lleuger canvi.	Es manté pràcticament igual.	Es manté amb la mateixa tonalitat de Groc ataronjat.
<b><i>TY/C/A/1:3/4</i></b>	S'aclareix un poc. Passa de blanc a clar.	Es manté pràcticament igual.	Canvi de tonalitat de taronja-groc a taronja roig.
<b><i>TO/C/A/1:3/2</i></b>	S'aclareix prou més que l'anterior. Passa de blanc a molt clar.	Es manté pràcticament igual.	Canvi de tonalitat de taronja-groc a groc ataronjat.
<b><i>TO/A/C/1:2/2</i></b>	Obscureix un poc més. Passa de molt clar a blanc.	Canvi cromàtic. El cromatisme puja.	Canvi tonalitat de taronja roig a taronja-groc.
<b><i>TO/C/A/AC/7</i></b>	S'aclareix, passa de blanc a molt clar.	Petita baixada del cromatisme. Passa de dèbil a grisós.	Canvi de tonalitat de Groc ataronjat a taronja roig.
<b><i>TY/C/A/P/2</i></b>	Canvi molt lleu, es manté pràcticament igual.	Augment del cromatisme.	Canvi de tonalitat de Groc ataronjat a taronja-groc.
<b><i>TO/C/CHAM/2</i></b>	S'aclareix prou, es tracta de la proveta que més canvis amb la claredat presenta.	Es manté pràcticament igual.	Canvi de tonalitat de Groc ataronjat a taronja roig.

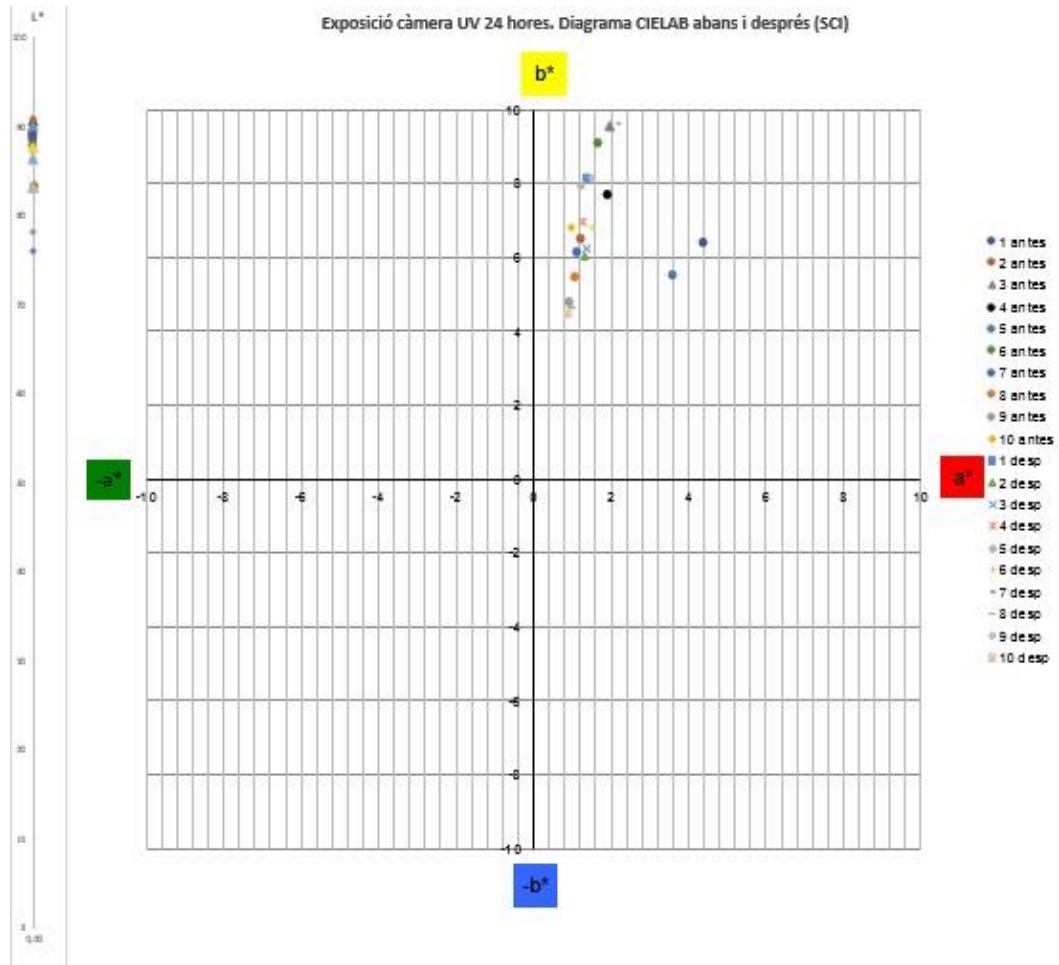
<b>TY/C/A/1:2/9</b>	Es manté pràcticament igual, es tracta de la proveta que menys canvis de claredat ha sofert.	Es manté pràcticament igual.	Canvi de tonalitat de Groc ataronjat a taronja-groc.
<b>TO/C/A/P/13</b>	S'obscura un poc. Passa de molt clar a clar.	Canvi cromàtic. És la proveta que presenta un major augment del cromatisme.	Canvi de tonalitat de Groc ataronjat a Taronja. És la proveta que presenta un major canvi de tonalitat.

48 hores

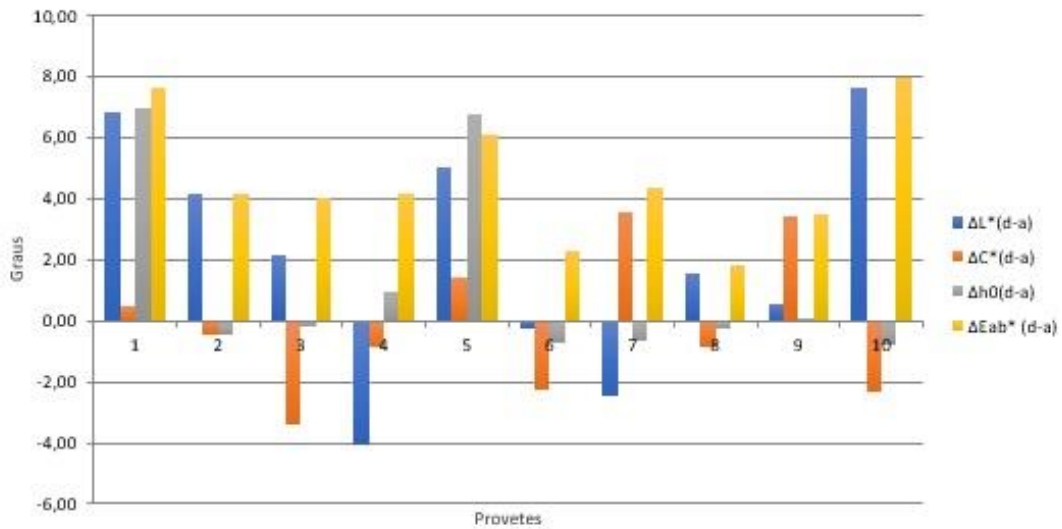
Taula 20. Valors de la variació de les coordenades  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponent a l'exposició de rajos UV després de 48 hores.

NOMENCLATURA	$L^*(a)$	$L^*(d)$	$\Delta L^*$ (d-a)	$a^*(a)$	$a^*(d)$	$\Delta a^*$ (d-a)	$b^*(a)$	$b^*(d)$	$\Delta b^*$ (d-a)	$\Delta E_{ab}^*$ (d-a)
<b>TY/C/A/P/9</b>	76,00	82,83	6,83	4,38	1,37	-3,02	6,41	8,12	1,71	7,66
<b>TO/C/A/P/2</b>	86,29	90,46	4,17	1,21	1,31	0,09	6,50	6,04	-0,46	4,19
<b>TY/C/A/CHAM/12</b>	87,71	89,87	2,16	1,95	1,36	-0,59	9,55	6,24	-3,32	4,00
<b>TO/C/A/1:3/4</b>	87,07	83,00	-4,07	1,90	1,27	-0,62	7,70	6,98	-0,72	4,18
<b>TO/C/A/1:2/10</b>	78,11	83,15	5,04	3,61	1,23	-2,38	5,54	7,96	2,41	6,07
<b>TY/C/A/1:2/6</b>	87,78	87,51	-0,27	1,65	1,54	-0,11	9,08	6,80	-2,29	2,30
<b>TO/C/A/AC/1</b>	88,83	86,35	-2,48	1,13	2,18	1,04	6,16	9,62	3,46	4,38
<b>TY/C/A/1:3/12</b>	89,30	90,89	1,58	1,04	0,96	-0,09	5,48	4,65	-0,83	1,79
<b>TY/C/A/AC/8</b>	88,47	89,02	0,55	0,92	1,53	0,61	4,78	8,17	3,39	3,48
<b>TO/C/A/CHAM/9</b>	83,26	90,89	7,63	1,00	0,88	-0,12	6,84	4,48	-2,36	7,98

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).



### Diferència abans i després L\* C\* h°



Taula 21. Anàlisis dels canvis cromàtics

NOMENCLATURA	Claredat (L*)	Croma (C*)	To
<b>TY/C/A/CHAM/6</b>	Sense canvis pràcticament.	No es presenten grans canvis cromàtics.	Proveta que presenta un major canvi de tonalitat. Passa d'un to taronja vermellós a groc ataronjat.
<b>TY/C/A/AC/2</b>	Sense canvis pràcticament.	No es presenten grans canvis cromàtics. És la proveta que menys varia.	Canvi de tonalitat de groc ataronjat a groc-taronja.
<b>TY/C/A/1:./4</b>	Sense canvis pràcticament.	Disminució del cromatisme. Passa de dèbil a grisós.	Canvi tonalitat de taronja-groc a groc-taronja.
<b>TO/C/1:3/2</b>	S'aclearix. Passa de blanc a molt clar.	Es manté pràcticament igual.	Canvi tonalitat taronja-groc a groc ataronjat.

<b>TO/A/C/1:2/2</b>	Sense canvis pràcticament.	Augment del cromatisme.	Canvi tonalitat de taronja roig a groc ataronjat.
<b>TO/C/A/AC/7</b>	S'aclareix.	Es manté en un mateix cromatisme.	Canvi tonalitat de groc ataronjat a taronja-groc.
<b>TY/C/A/P/2</b>	Sense canvis pràcticament. És la mostra que menys canvis presenta.	Disminució del cromatisme. Passa de dèbil a grisós.	Es manté en el mateix to groc ataronjat.
<b>TO/C/A/CHAM/2</b>	Sense canvis pràcticament.	Es manté pràcticament igual.	Es manté en el mateix to groc ataronjat.
<b>TY/C/A/1:2/9</b>	S'aclareix un poc.	Proveta que presenta un major augment del cromatisme.	Es manté en el mateix to groc ataronjat. És la que menys canvis sofreix.
<b>TO/C/A/P/13</b>	S'obscoreix. És la proveta que més canvis presenta. Passa de molt clar a blanc.	Sense canvis pràcticament.	Canvi de tonalitat de groc ataronjat a groc-taronja.

72 hores

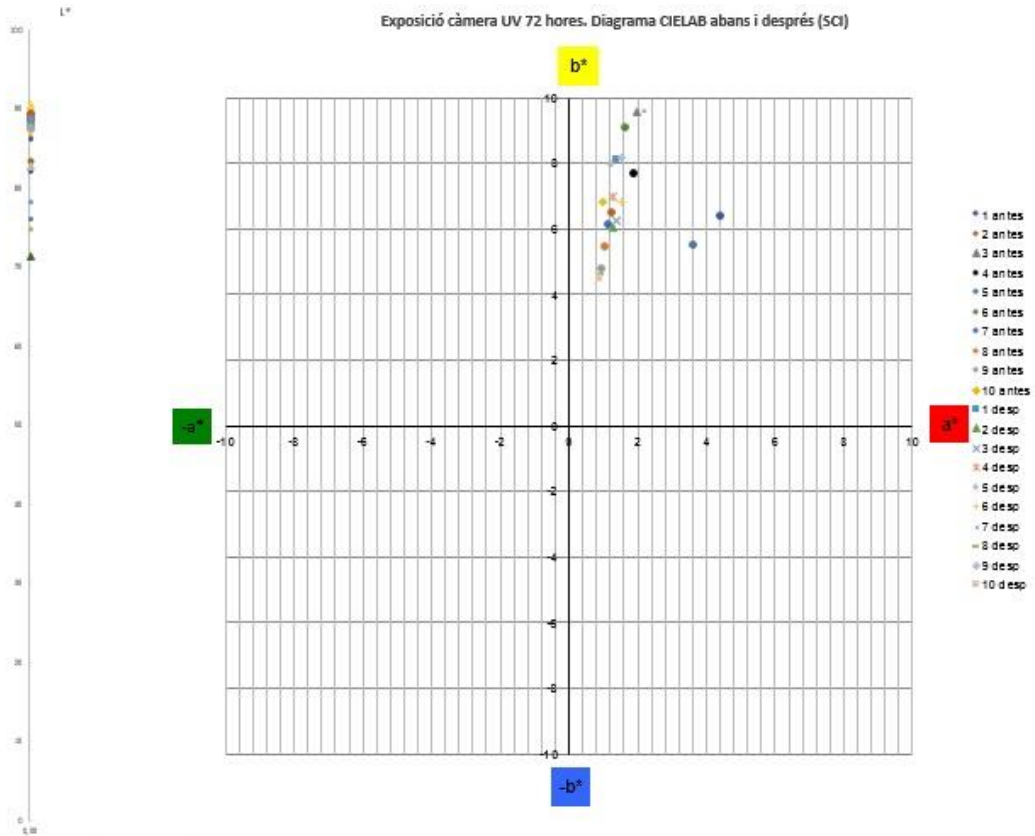
Taula. Valors de la variació de les coordenades  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponent a l'exposició de rajos UV després de 72 hores.

NOMENCLATURA	$L^*(a)$	$L^*(d)$	$\Delta L^*$ (d-a)	$a^*(a)$	$a^*(d)$	$\Delta a^*$ (d-a)	$b^*(a)$	$b^*(d)$	$\Delta b^*$ (d-a)	$\Delta E_{ab}^*$ (d-a)
<b>TY/C/A/P/9</b>	76,00	82,06	6,07	4,38	1,37	-3,02	6,41	8,12	1,71	6,99
<b>TO/C/A/P/2</b>	86,29	71,39	-14,91	1,21	1,31	0,09	6,50	6,04	-0,46	14,91
<b>TY/C/A/CHAM/12</b>	87,71	88,87	1,16	1,95	1,36	-0,59	9,55	6,24	-3,32	3,56
<b>TO/C/A/1:3/4</b>	87,07	87,91	0,85	1,90	1,27	-0,62	7,70	6,98	-0,72	1,27

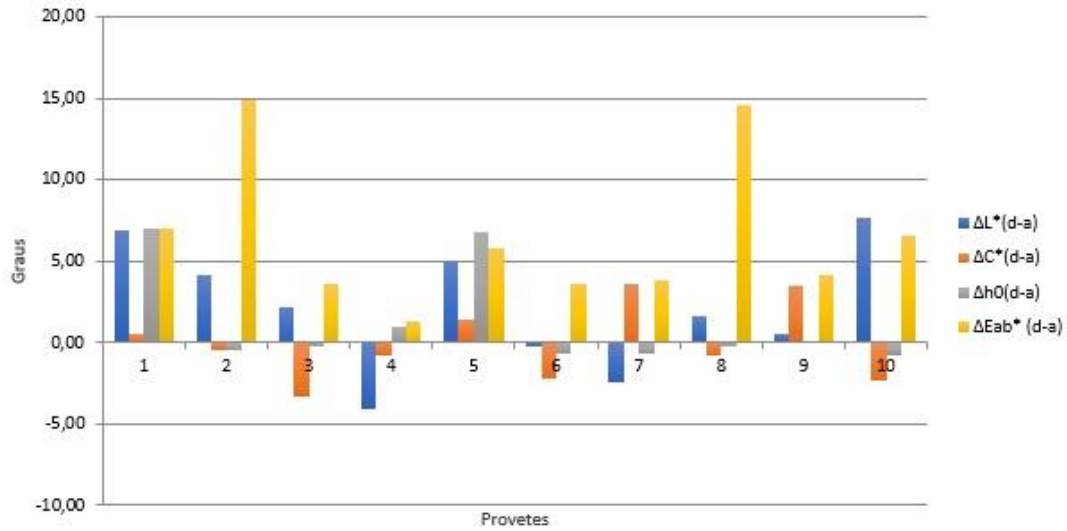


MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

<i>TO/C/A/1:2/10</i>	78,11	82,81	4,70	3,61	1,23	-2,38	5,54	7,96	2,41	5,79
<i>TY/C/A/1:2/6</i>	87,78	90,47	2,69	1,65	1,54	-0,11	9,08	6,80	-2,29	3,53
<i>TO/C/A/AC/1</i>	88,83	87,73	-1,10	1,13	2,18	1,04	6,16	9,62	3,46	3,78
<i>TY/C/A/1:3/12</i>	89,30	74,81	-14,49	1,04	0,96	-0,09	5,48	4,65	-0,83	14,51
<i>TY/C/A/AC/8</i>	88,47	86,12	-2,35	0,92	1,53	0,61	4,78	8,17	3,39	4,16
<i>TO/C/A/CHAM/9</i>	83,26	89,40	6,14	1,00	0,88	-0,12	6,84	4,48	-2,36	6,58



### Diferència abans i després L\* C\* h°



Taula 22. Anàlisis dels canvis cromàtics

NOMENCLATURA	Claredat (L*)	Croma (C*)	To
<b>TY/C/A/CHAM/6</b>	S'aclareix prou.	Augment del cromatisme.	Major canvi de tonalitat. Passa de taronja vermellós a groc ataronjat.
<b>TY/C/A/AC/2</b>	S'aclareix molt.	Sense canvis pràcticament.	Canvi to de groc ataronjat a taronja-groc.
<b>TY/C/A/1:3/4</b>	Sense canvis pràcticament.	Perd cromatisme.	Es manté amb el mateix to taronja-groc.
<b>TO/C/A/1:3/2</b>	Provetes que menys canvis presenta.	Sense canvis pràcticament.	Canvi de taronja-groc a groc ataronjat.
<b>TO/A/C/1:2/2</b>	S'aclareix un poc.	Augmenta el cromatisme.	Canvi tonalitat de taronja roig a groc ataronjat.

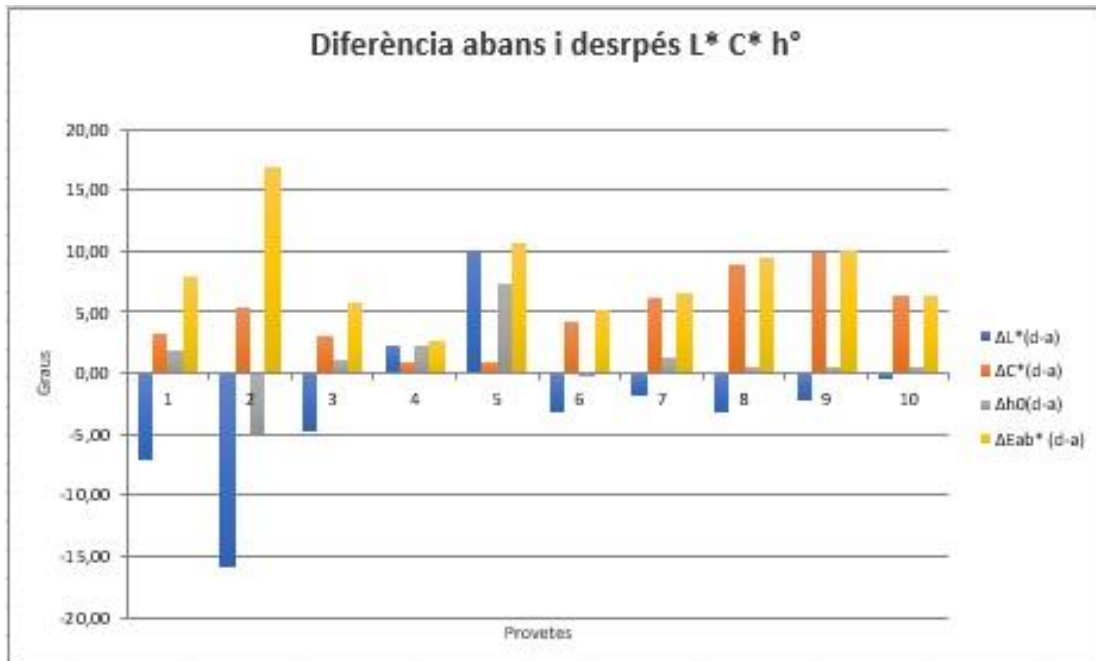
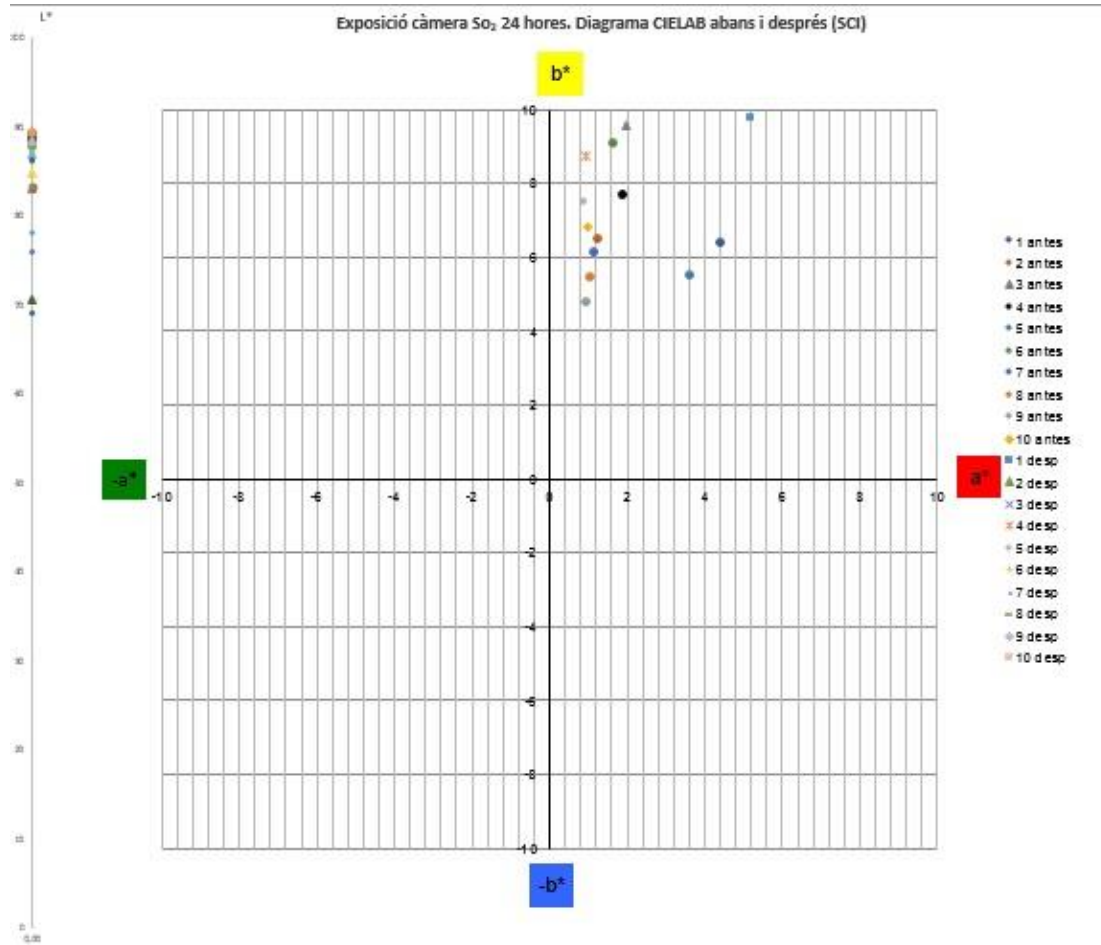
<b>TO/C/A/AC/7</b>	Sense canvis pràcticament.	Perd cromatisme.	Canvi tonalitat de groc ataronjat a taronja-groc.
<b>TY/C/A/P/2</b>	Sense canvis pràcticament.	Augment de cromatisme.	Canvi tonalitat de groc ataronjat a taronja-groc.
<b>TO/C/A/CHAM/2</b>	S'aclareix prou.	Sense canvis pràcticament.	Canvi tonalitat de groc ataronjat a taronja-groc.
<b>TY/C/A/1:2/9</b>	Sense canvis pràcticament.	Augment cromàtic.	Es manté amb el groc ataronjat.
<b>TO/C/A/P/13</b>	S'aclareix un poc.	Sense canvis pràcticament.	Es manté amb un mateix groc ataronjat.

c) Càmera  $SO_2$

24 hores després

Taula 23. Valors de la variació de les coordenades  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponent a l'exposició de  $SO_2$  després de 24 hores.

NOMENCLATURA	$L^*(a)$	$L^*(d)$	$\Delta L^*$ (d-a)	$a^*(a)$	$a^*(d)$	$\Delta a^*$ (d-a)	$b^*(a)$	$b^*(d)$	$\Delta b^*$ (d-a)	$\Delta E_{ab}^*$ (d-a)
<b>TY/C/A/P/9</b>	76,00	68,95	-7,05	4,38	5,18	0,80	6,41	9,78	3,37	7,85
<b>TO/C/A/P/2</b>	86,29	70,47	-15,82	1,21	5,63	4,42	6,50	10,53	4,03	16,91
<b>TY/C/A/CHAM/12</b>	87,71	82,89	-4,83	1,95	1,69	-0,26	9,55	12,62	3,07	5,72
<b>TO/C/A/1:3/4</b>	87,07	89,36	2,29	1,90	0,92	-0,98	7,70	8,76	1,06	2,70
<b>TO/C/A/1:2/10</b>	78,11	88,26	10,15	3,61	0,88	-2,73	5,54	7,49	1,95	10,69
<b>TY/C/A/1:2/6</b>	87,78	84,63	-3,16	1,65	2,66	1,02	9,08	13,08	4,00	5,20
<b>TO/C/A/AC/1</b>	88,83	86,92	-1,91	1,13	1,20	0,06	6,16	12,35	6,20	6,48
<b>TY/C/A/1:3/12</b>	89,30	86,00	-3,30	1,04	2,23	1,19	5,48	14,27	8,80	9,47
<b>TY/C/A/AC/8</b>	88,47	86,29	-2,18	0,92	2,33	1,40	4,78	14,53	9,74	10,08
<b>TO/C/A/CHAM/9</b>	83,26	82,73	-0,53	1,00	1,52	0,52	6,84	13,12	6,29	6,33



Taula 24. Anàlisi dels canvis cromàtics

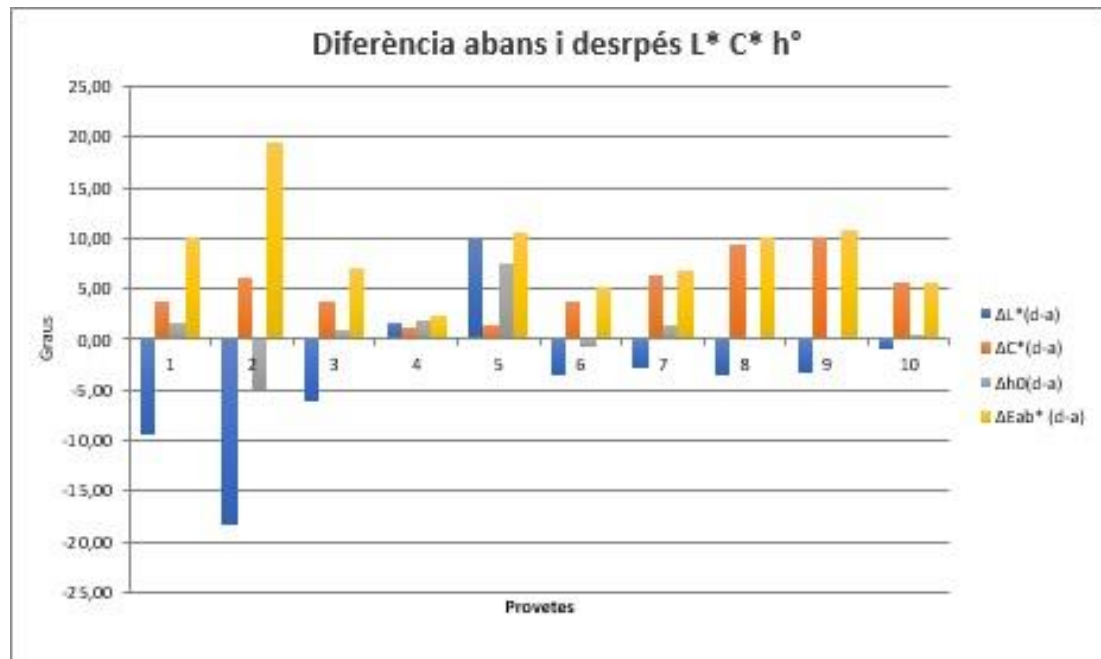
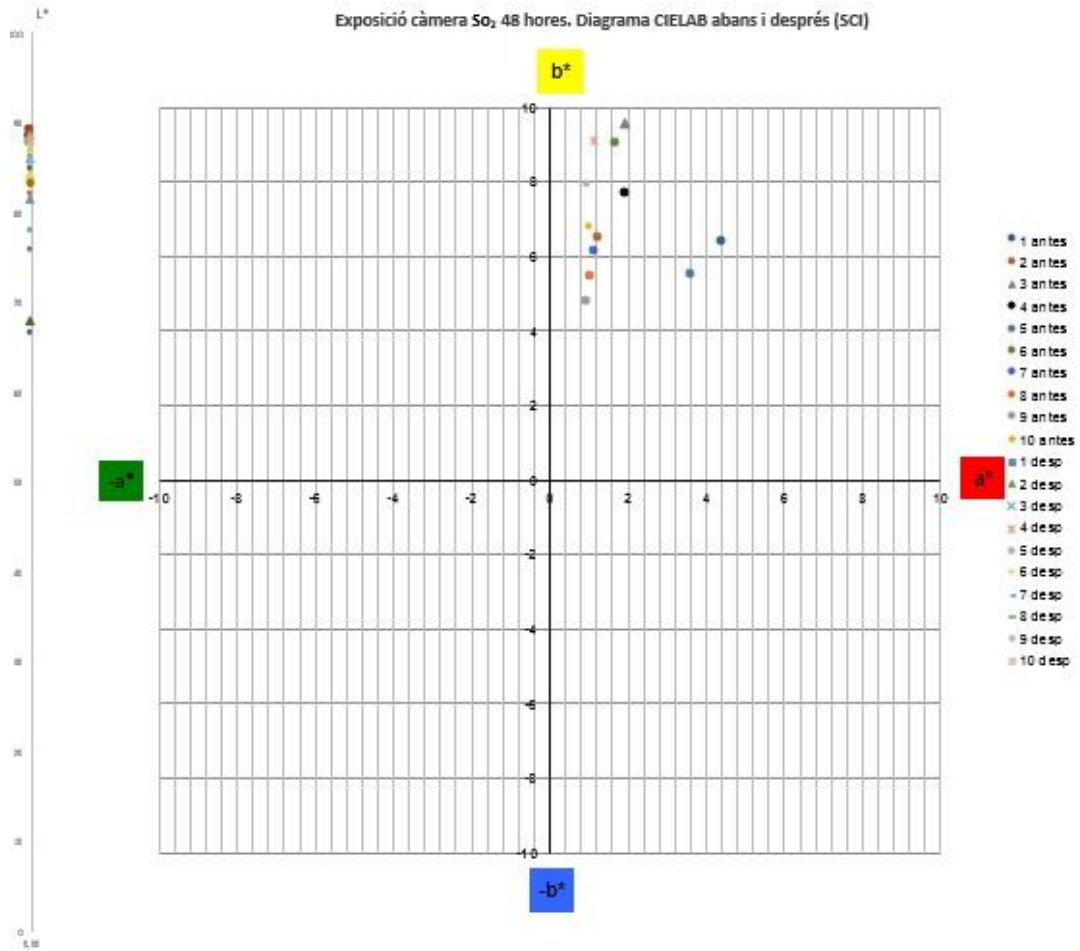
<b>NOMENCLATURA</b>	<b>Claredat (L*)</b>	<b>Croma (C*)</b>	<b>To</b>
<b>TY/C/A/P/9</b>	Augmenta la claredat.	El canvi de cromatisme és mínim. Es manté pràcticament igual.	Canvia lleugerament la tonalitat d'un taronja vermellós a un taronja.
<b>TO/C/A/P/2</b>	Proveta que més s'aclareix.	Augmenta el cromatisme.	Canvi de tonalitat d'un groc ataronjat a un taronja.
<b>TY/C/A/CHAM/12</b>	S'aclareix prou.	Es manté igual.	Variació d'un to taronja-groc a groc ataronjat.
<b>TO/C/A/1:3/4</b>	Es manté igual.	Es manté igual. Proveta que menys variació presenta.	Variació d'un to taronja-groc a groc ataronjat.
<b>TO/C/A/1:2/10</b>	Augmenta la claredat.	Augmenta el cromatisme.	Passa d'un taronja roig a un groc ataronjat.
<b>TY/C/A/1:2/6</b>	S'aclareix.	Es manté igual.	Canvi tonal de groc ataronjat a taronja-groc. Perd tonalitat.
<b>TO/C/A/AC/1</b>	Es manté pràcticament igual.	Augment de cromatisme.	Manté la mateixa tonalitat.
<b>TY/C/A/1:3/12</b>	Es manté pràcticament igual.	Augment de cromatisme.	Manté la mateixa tonalitat.
<b>TY/C/A/AC/8</b>	Es manté pràcticament igual.	Augment del cromatisme.	Manté la mateixa tonalitat.
<b>TO/C/A/CHAM/9</b>	Proveta que menys canvis sofreix.	Augment de cromatisme.	Manté la mateixa tonalitat.

48 hores després

Taula 25. Valors de la variació de les coordenades  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponent a l'exposició de  $SO_2$  després de 48 hores.

NOMENCLATURA	$L^*(a)$	$L^*(d)$	$\Delta L^*$ (d-a)	$a^*(a)$	$a^*(d)$	$\Delta a^*$ (d-a)	$b^*(a)$	$b^*(d)$	$\Delta b^*$ (d-a)	$\Delta E_{ab}^*$ (d-a)
TY/C/A/P/9	76,00	66,69	-9,31	4,38	5,40	1,02	6,41	10,04	3,63	10,04
TO/C/A/P/2	86,29	67,93	-18,36	1,21	6,02	4,80	6,50	11,19	4,69	19,55
TY/C/A/CHAM/12	87,71	81,63	-6,09	1,95	1,92	-0,03	9,55	13,24	3,69	7,12
TO/C/A/1:3/4	87,07	88,65	1,58	1,90	1,13	-0,77	7,70	9,09	1,39	2,24
TO/C/A/1:2/10	78,11	88,02	9,90	3,61	0,93	-2,68	5,54	7,98	2,43	10,54
TY/C/A/1:2/6	87,78	84,30	-3,49	1,65	2,87	1,22	9,08	12,59	3,51	5,10
TO/C/A/AC/1	88,83	86,06	-2,77	1,13	1,25	0,12	6,16	12,42	6,26	6,85
TY/C/A/1:3/12	89,30	85,79	-3,51	1,04	2,65	1,60	5,48	14,72	9,24	10,01
TY/C/A/AC/8	88,47	85,05	-3,42	0,92	2,77	1,84	4,78	14,74	9,96	10,69
TO/C/A/CHAM/9	83,26	82,27	-0,99	1,00	1,55	0,55	6,84	12,39	5,56	5,67

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).



Taula 26. Anàlisi dels canvis cromàtics

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>Claredat (L*)</b>	<b>Croma (C*)</b>	<b>To</b>
<b><i>TY/C/A/P/9</i></b>	S'aclareix.	Es manté en el mateix rang de cromatisme.	Canvi tonal de taronja vermellós a taronja.
<b><i>TY/C/A/1:3/12</i></b>	Notable aclariment.	Augmenta el cromatisme.	Passa d'un groc ataronjat a un taronja.
<b><i>TY/C/A/CHAM/12</i></b>	Augmenta la claredat.	Es manté pràcticament igual.	Canvi de tonalitat taronja-groc a groc ataronjat.
<b><i>TY/C/A/1:2/6</i></b>	Es manté pràcticament igual.	Sense un canvi molt destacat.	Canvi de tonalitat taronja-groc a groc ataronjat.
<b><i>TY/C/A/AC/9</i></b>	Variació a blanc.	Augment del cromatisme.	Passa d'un to taronja roig a un to groc ataronjat.
<b><i>TO/C/A/P/2</i></b>	Aclareix prou.	Proveta que menys canvis cromàtics presenta.	Canvia la tonalitat groc ataronjat a taronja-groc.
<b><i>TO/C/A/1:2/10</i></b>	Es manté pràcticament igual.	Augmenta prou el cromatisme.	Es manté amb la mateixa tonalitat groc ataronjat.
<b><i>TO/C/A/1:3/4</i></b>	Tendeix a aclarir-se.	Canvi de cromatisme, en augment.	Es manté amb la mateixa tonalitat groc ataronjat.
<b><i>TO/C/A/CHAM/9</i></b>	S'aclareix prou.	Augment del cromatisme de forma considerable.	Segueix amb una tonalitat groc ataronjat.
<b><i>TO/C/A/AC/1</i></b>	Es manté pràcticament igual.	Manté un mateix cromatisme.	Tonalitat groc ataronjat.

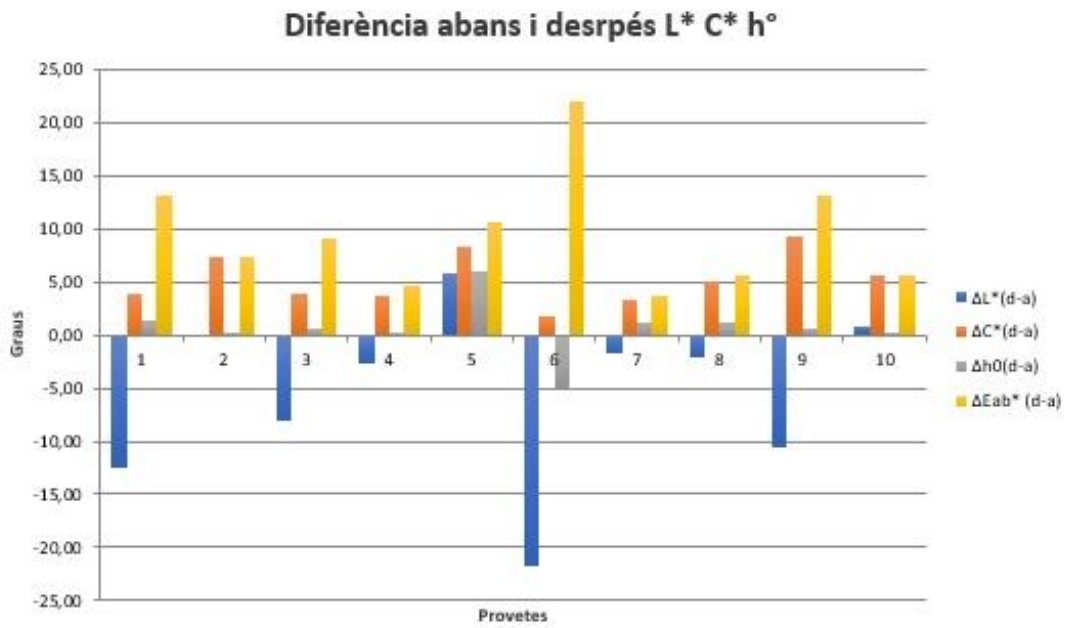
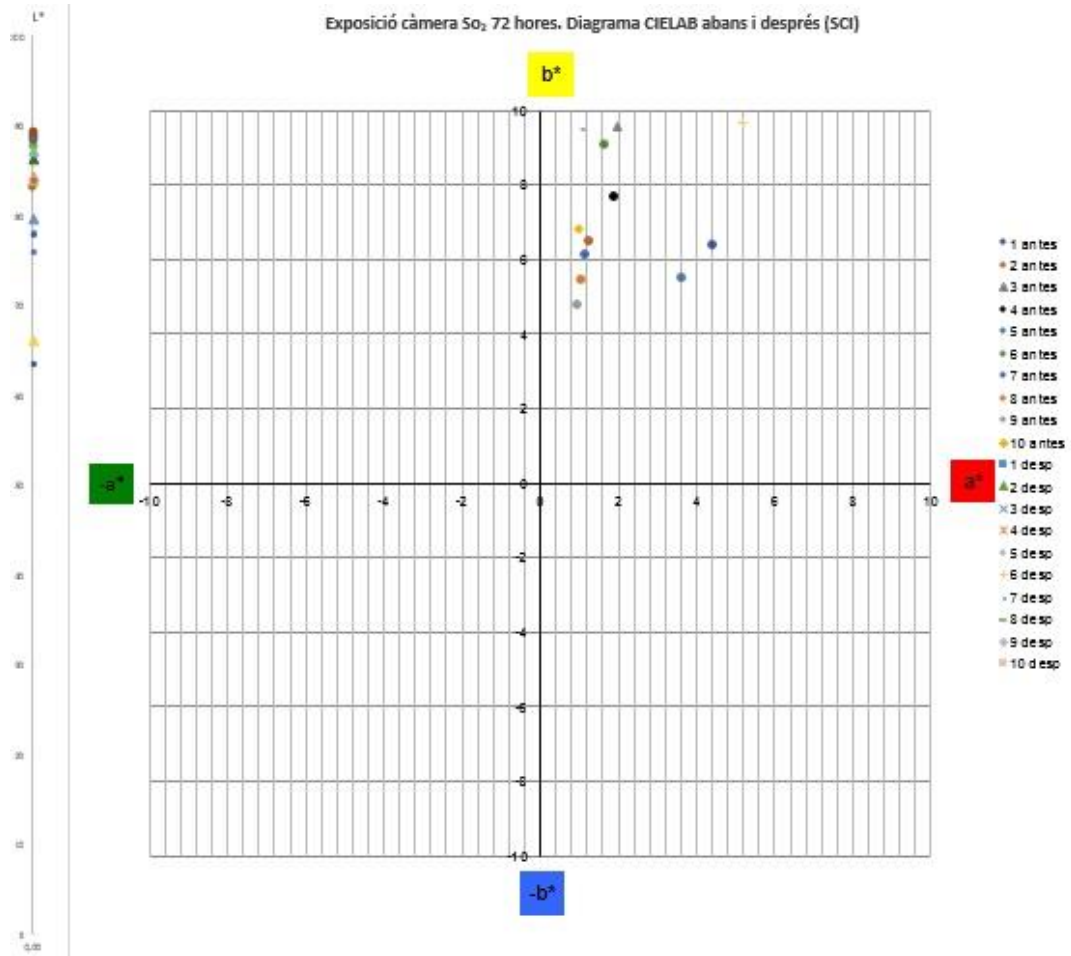


72 hores després

Taula 27. Valors de la variació de les coordenades  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponent a l'exposició de  $SO_2$  després de 72 hores.

NOMENCLATURA	$L^*(a)$	$L^*(d)$	$\Delta L^*$ (d-a)	$a^*(a)$	$a^*(d)$	$\Delta a^*$ (d-a)	$b^*(a)$	$b^*(d)$	$\Delta b^*$ (d-a)	$\Delta E_{ab}^*$ (d-a)
TY/C/A/P/9	76,00	63,44	-12,56	4,38	5,83	1,45	6,41	10,18	3,76	13,19
TO/C/A/P/2	86,29	86,24	-0,06	1,21	2,46	1,24	6,50	13,82	7,32	7,42
TY/C/A/CHAM/12	87,71	79,61	-8,10	1,95	2,31	0,36	9,55	13,45	3,89	9,00
TO/C/A/1:3/4	87,07	84,40	-2,67	1,90	2,75	0,85	7,70	11,28	3,58	4,54
TO/C/A/1:2/10	78,11	83,83	5,71	3,61	3,06	-0,54	5,54	14,53	8,99	10,66
TY/C/A/1:2/6	87,78	66,02	-21,77	1,65	5,17	3,52	9,08	9,68	0,59	22,06
TO/C/A/AC/1	88,83	87,20	-1,63	1,13	1,09	-0,04	6,16	9,50	3,34	3,72
TY/C/A/1:3/12	89,30	87,24	-2,06	1,04	1,21	0,17	5,48	10,61	5,13	5,53
TY/C/A/AC/8	88,47	77,93	-10,54	0,92	2,11	1,19	4,78	12,41	7,63	13,07
TO/C/A/CHAM/9	83,26	84,06	0,79	1,00	1,69	0,69	6,84	12,39	5,56	5,66

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).



Taula 28. Anàlisi dels canvis cromàtics

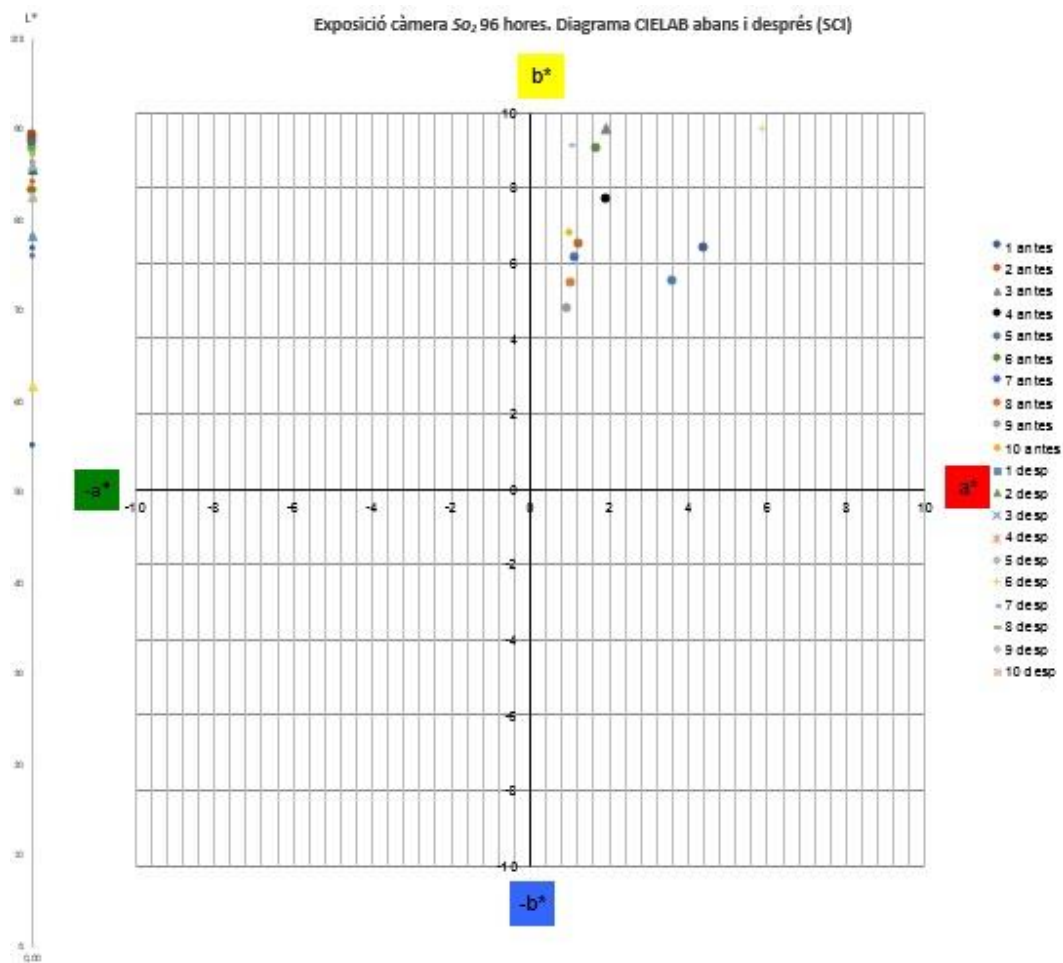
<b>NOMENCLATURA</b>	<b>Claredat (L*)</b>	<b>Croma (C*)</b>	<b>To</b>
<b><i>TY/C/A/P/9</i></b>	S'aclareix.	Es manté en el mateix rang de cromatisme.	Canvi tonal de taronja vermellós a taronja-groc.
<b><i>TY/C/A/1:3/12</i></b>	Es manté pràcticament igual.	Augmenta el cromatisme.	Passa d'un groc ataronjat a un taronja.
<b><i>TY/C/A/CHAM/12</i></b>	S'aclareix prou.	Es manté pràcticament igual.	Es manté amb la mateixa tonalitat taronja-groc.
<b><i>TY/C/A/1:2/6</i></b>	S'aclareix.	Es manté pràcticament igual.	Es manté amb la mateixa tonalitat taronja-groc.
<b><i>TY/C/A/AC/9</i></b>	Es manté pràcticament igual.	Augment del cromatisme.	Passa d'un to taronja roig a un to groc ataronjat.
<b><i>TO/C/A/P/2</i></b>	Proveta que més s'aclareix.	Proveta que menys canvis cromàtics presenta.	Es manté amb la mateixa tonalitat groc ataronjat.
<b><i>TO/C/A/1:2/10</i></b>	Es manté pràcticament igual.	Augment del cromatisme.	Es manté amb la mateixa tonalitat groc ataronjat.
<b><i>TO/C/A/1:3/4</i></b>	Es manté pràcticament igual.	Augment del cromatisme.	Es manté amb la mateixa tonalitat groc ataronjat.
<b><i>TO/C/A/CHAM/9</i></b>	S'aclareix prou.	Augment del cromatisme.	Canvi tona de groc ataronjat a taronja.
<b><i>TO/C/A/AC/1</i></b>	Es manté pràcticament igual.	Es manté pràcticament igual.	Canvi tonal de groc ataronjat a roig-taronja.

96 hores després

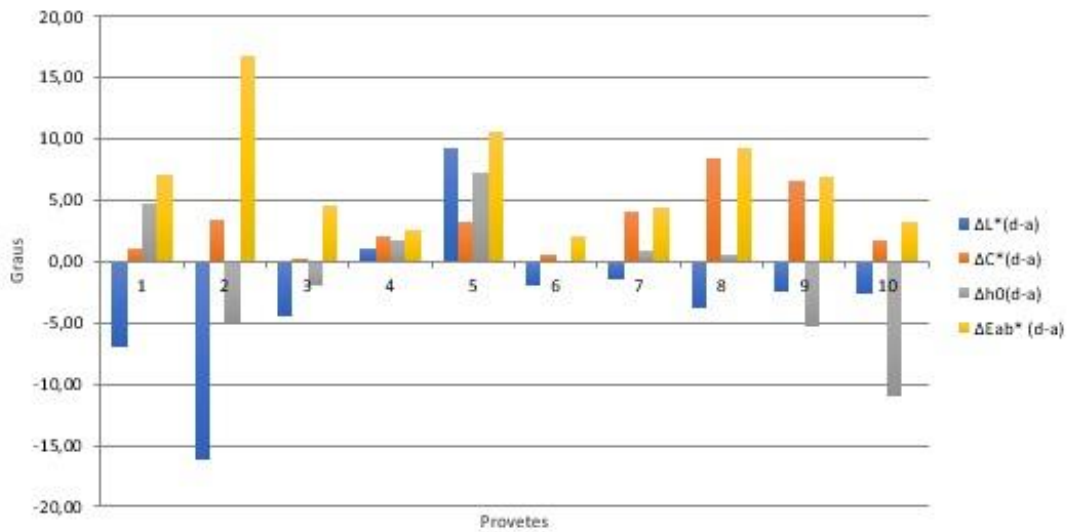
MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

Taula 29. Valors de la variació de les coordenades  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponent a l'exposició de  $SO_2$  després de 96 hores.

NOMENCLATURA	$L^*(a)$	$L^*(d)$	$\Delta L^*$ (d-a)	$a^*(a)$	$a^*(d)$	$\Delta a^*$ (d-a)	$b^*(a)$	$b^*(d)$	$\Delta b^*$ (d-a)	$\Delta E_{ab}^*$ (d-a)
TY/C/A/P/9	76,00	69,05	-6,95	4,38	4,92	0,54	6,41	7,34	0,93	7,03
TO/C/A/P/2	86,29	70,05	-16,25	1,21	5,13	3,92	6,50	8,51	2,01	16,83
TY/C/A/CHAM/12	87,71	83,20	-4,52	1,95	1,36	-0,59	9,55	9,79	0,23	4,56
TO/C/A/1:3/4	87,07	88,15	1,08	1,90	1,17	-0,73	7,70	9,94	2,24	2,59
TO/C/A/1:2/10	78,11	87,42	9,30	3,61	0,95	-2,66	5,54	9,73	4,19	10,54
TY/C/A/1:2/6	87,78	85,82	-1,97	1,65	2,27	0,62	9,08	9,48	0,40	2,10
TO/C/A/AC/1	88,83	87,41	-1,42	1,13	1,23	0,10	6,16	10,32	4,17	4,40
TY/C/A/1:3/12	89,30	85,51	-3,79	1,04	2,52	1,47	5,48	13,76	8,28	9,23
TY/C/A/AC/8	88,47	86,07	-2,40	0,92	2,22	1,30	4,78	11,19	6,41	6,97
TO/C/A/CHAM/9	83,26	80,64	-2,63	1,00	1,17	0,17	6,84	8,61	1,78	3,17



### Diferència abans i després L\* C\* h°



Taula 30. Anàlisis dels canvis cromàtics

NOMENCLATURA	Claredat (L*)	Croma (C*)	To
<b>TY/C/A/P/9</b>	S'aclareix prou.	Es manté amb un cromatisme dèbil.	Manté la mateixa tonalitat taronja vermellós.
<b>TY/C/A/1:3/2</b>	Provetes que menys canvi presenta.	Augmenta el cromatisme.	Manté la mateixa tonalitat groc ataronjat.
<b>TY/C/A/CHAM/12</b>	Aclareix prou.	Es manté amb un cromatisme dèbil.	Canvi de tonalitat de taronja-groc a groc ataronjat.
<b>TY/C/A/1:2/6</b>	Aclariment lleu.	Es manté amb un cromatisme dèbil.	Manté la mateixa tonalitat de Taronja-groc.
<b>TY/C/A/AC/7</b>	Es manté pràcticament igual.	Augment del cromatisme.	Canvi de tonalitat de taronja roig a groc ataronjat.

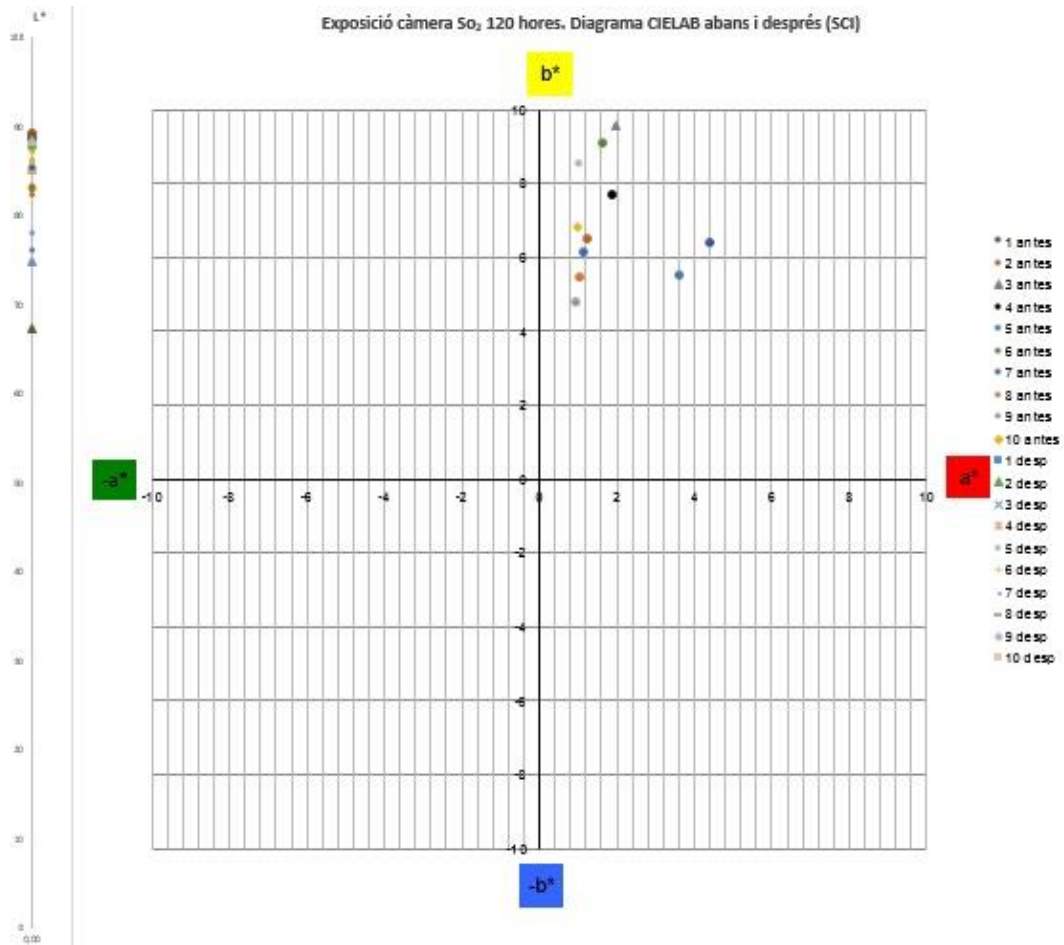
<b>TO/C/A/P/2</b>	Proveta que més s'aclareix.	Proveta que menys canvi cromàtic presenta. Es manté pràcticament igual.	Passa d'un groc ataronjat a un taronja.
<b>TO/C/A/P/2</b>	S'aclareix prou.	Augment del cromatisme.	Es manté en un mateix to groc ataronjat.
<b>TO/C/A/1:2/10</b>	Es manté pràcticament igual.	Augment del cromatisme.	Es manté en un mateix to groc ataronjat.
<b>TO/C/A/1:3/4</b>	S'aclareix prou.	Disminució considerable del cromatisme.	Es manté en un mateix to groc ataronjat.
<b>TO/C/A/CHAM/9</b>	Es manté pràcticament igual.	Augment del cromatisme.	Es manté en un mateix to groc ataronjat.

120 hores després

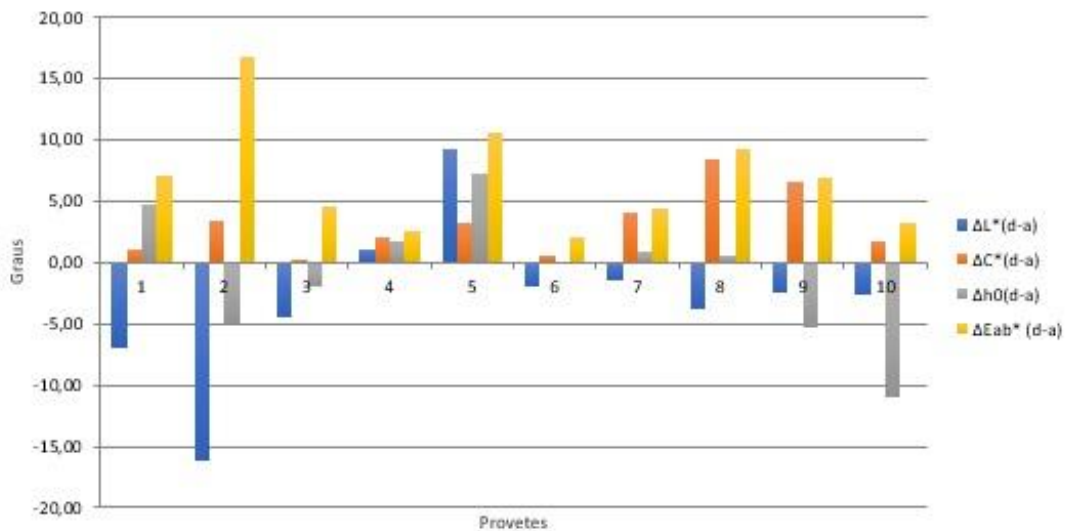
Taula 31. Valors de la variació de les coordenades  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponent a l'exposició de  $SO_2$  després de 120 hores.

NOMENCLATURA	$L^*(a)$	$L^*(d)$	$\Delta L^*$ (d-a)	$a^*(a)$	$a^*(d)$	$\Delta a^*$ (d-a)	$b^*(a)$	$b^*(d)$	$\Delta b^*$ (d-a)	$\Delta E_{ab}^*$ (d-a)
<b>TY/C/A/P/9</b>	76,00	69,05	-6,95	4,38	4,92	0,54	6,41	7,34	0,93	7,03
<b>TO/C/A/P/2</b>	86,29	70,05	-16,25	1,21	5,13	3,92	6,50	8,51	2,01	16,83
<b>TY/C/A/CHAM/12</b>	87,71	83,20	-4,52	1,95	1,36	-0,59	9,55	9,79	0,23	4,56
<b>TO/C/A/1:3/4</b>	87,07	88,15	1,08	1,90	1,17	-0,73	7,70	9,94	2,24	2,59
<b>TO/C/A/1:2/10</b>	78,11	87,42	9,30	3,61	0,95	-2,66	5,54	9,73	4,19	10,54
<b>TY/C/A/1:2/6</b>	87,78	85,82	-1,97	1,65	2,27	0,62	9,08	9,48	0,40	2,10
<b>TO/C/A/AC/1</b>	88,83	87,41	-1,42	1,13	1,23	0,10	6,16	10,32	4,17	4,40
<b>TY/C/A/1:3/12</b>	89,30	85,51	-3,79	1,04	2,52	1,47	5,48	13,76	8,28	9,23
<b>TY/C/A/AC/8</b>	88,47	86,07	-2,40	0,92	2,22	1,30	4,78	11,19	6,41	6,97
<b>TO/C/A/CHAM/9</b>	83,26	80,64	-2,63	1,00	1,17	0,17	6,84	8,61	1,78	3,17

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).



Diferència abans i després  $L^* C^* h^\circ$



Taula 32. Anàlisi dels canvis cromàtics

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>Claredat (L*)</b>	<b>Croma (C*)</b>	<b>To</b>
<b><i>TY/C/A/P/9</i></b>	Tendeix a obscurir un poc.	Es manté igual.	Canvi de tonalitat de taronja vermellós a taronja-groc.
<b><i>TO/C/A/P/2</i></b>	Disminució de la claredat.	Augment del cromatisme.	Passa d'un groc ataronjat a un taronja.
<b><i>TY/C/A/CHAM/12</i></b>	S'aclareix prou.	Proveta que menys canvi cromàtic presenta.	Es manté en el mateix taronja-groc.
<b><i>TO/C/A/1:3/4</i></b>	Es manté pràcticament igual.	Es manté pràcticament igual.	Passa d'un taronja-groc a un groc ataronjat.
<b><i>TO/C/A/1:2/10</i></b>	Augmenta la claredat.	Augment del cromatisme.	Canvi tonalitat de taronja roig a groc ataronjat.
<b><i>TY/C/A/1:2/6</i></b>	S'aclareix prou.	Es manté pràcticament igual.	Es manté en el to groc ataronjat.
<b><i>TO/C/A/AC/1</i></b>	Es manté pràcticament igual.	Augment del cromatisme.	Es manté en el mateix to groc ataronjat.
<b><i>TY/C/A/1:3/12</i></b>	S'aclareix prou.	Augment del cromatisme.	Es manté en el mateix to groc ataronjat.
<b><i>TY/C/A/AC/8</i></b>	S'aclareix prou.	Augment del cromatisme.	Passa d'un groc ataronjat a un taronja.
<b><i>TO/C/A/CHAM/9</i></b>	Es manté igual.	Augment del cromatisme.	Canvi de tonalitat de groc ataronjat a roig-taronja.



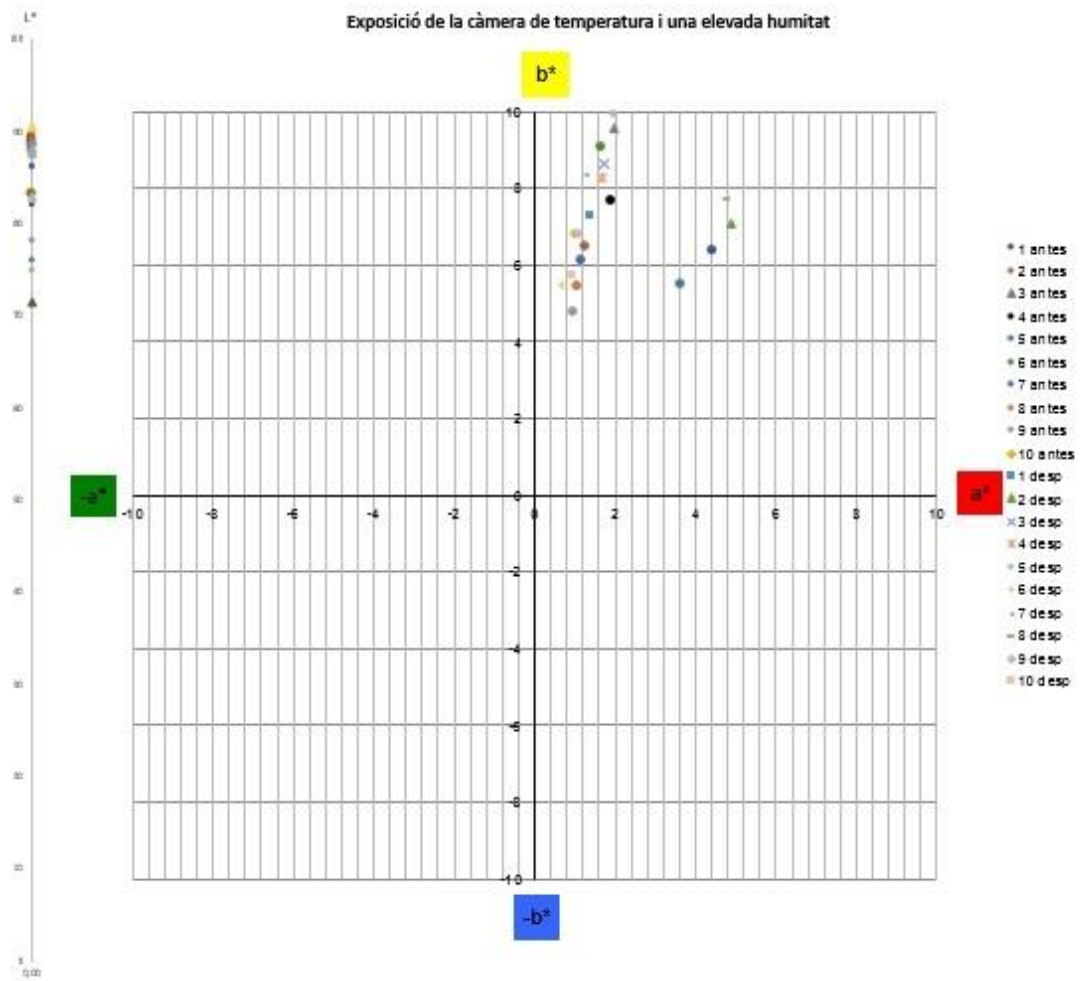
d) Càmera temperatura i humitat

Primer cicle: 26°C i 63,3 % humitat relativa.

Taula 33. Valors de la variació de les coordenades  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponent a l'exposició de la càmera de temperatura i una elevada humitat.

NOMENCLATURA	$L^*(a)$	$L^*(d)$	$\Delta L^*$ (d-a)	$a^*(a)$	$a^*(d)$	$\Delta a^*$ (d-a)	$b^*(a)$	$b^*(d)$	$\Delta b^*$ (d-a)	$\Delta E_{ab}^*$ (d-a)
TY/C/A/P/9	76,00	82,06	6,07	4,38	1,38	-3,01	6,41	7,30	0,89	6,83
TO/C/A/P/2	86,29	71,39	-14,91	1,21	4,89	3,68	6,50	7,07	0,57	15,36
TY/C/A/CHAM/12	87,71	88,87	1,16	1,95	1,72	-0,23	9,55	8,65	-0,90	1,49
TO/C/A/1:3/4	87,07	87,91	0,85	1,90	1,68	-0,22	7,70	8,29	0,59	1,05
TO/C/A/1:2/10	78,11	82,81	4,70	3,61	1,97	-1,64	5,54	9,94	4,40	6,64
TY/C/A/1:2/6	87,78	90,47	2,69	1,65	0,71	-0,94	9,08	5,46	-3,62	4,60
TO/C/A/AC/1	88,83	87,73	-1,10	1,13	1,27	0,14	6,16	8,37	2,21	2,47
TY/C/A/1:3/12	89,30	74,81	-14,49	1,04	4,81	3,77	5,48	7,74	2,26	15,14
TY/C/A/AC/8	88,47	86,12	-2,35	0,92	1,08	0,16	4,78	6,83	2,05	3,12
TO/C/A/CHAM/9	83,26	89,40	6,14	1,00	0,96	-0,04	6,84	5,72	-1,12	6,24

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).



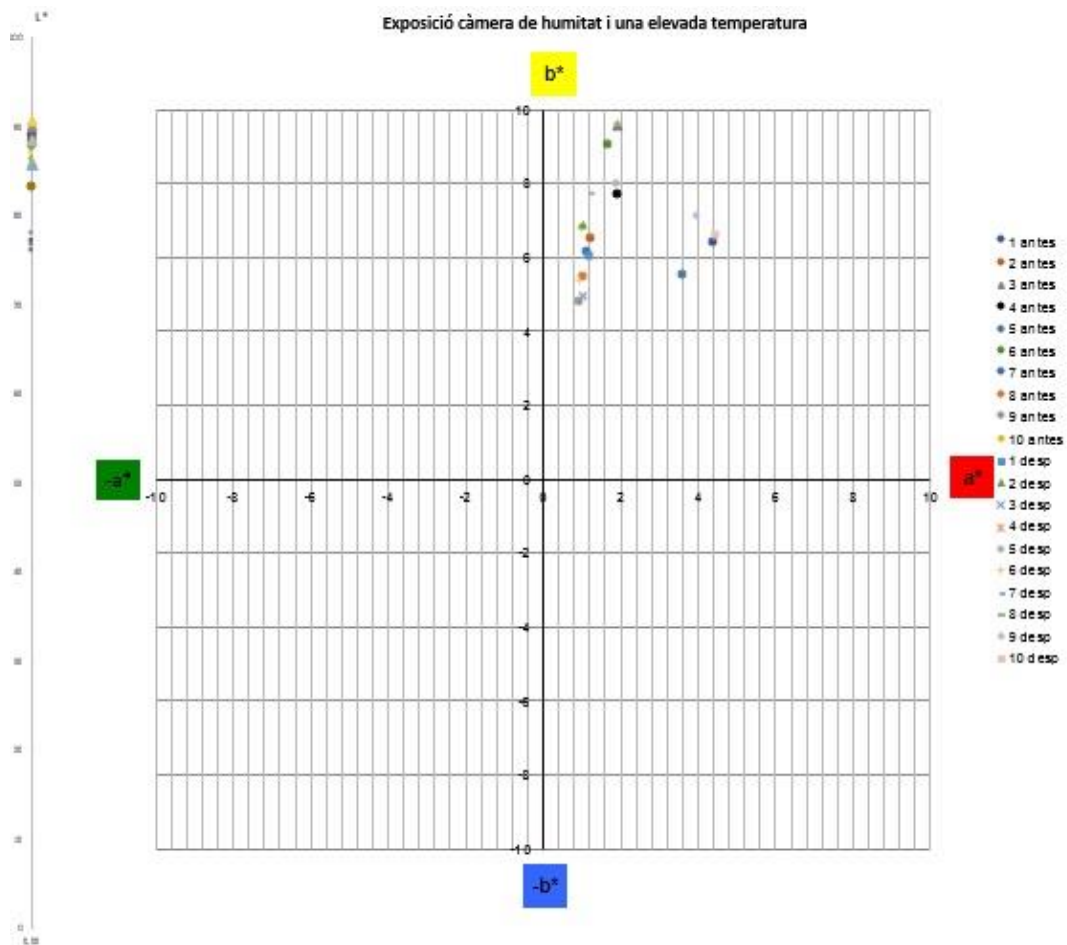
Taula 34. Anàlisis dels canvis cromàtics

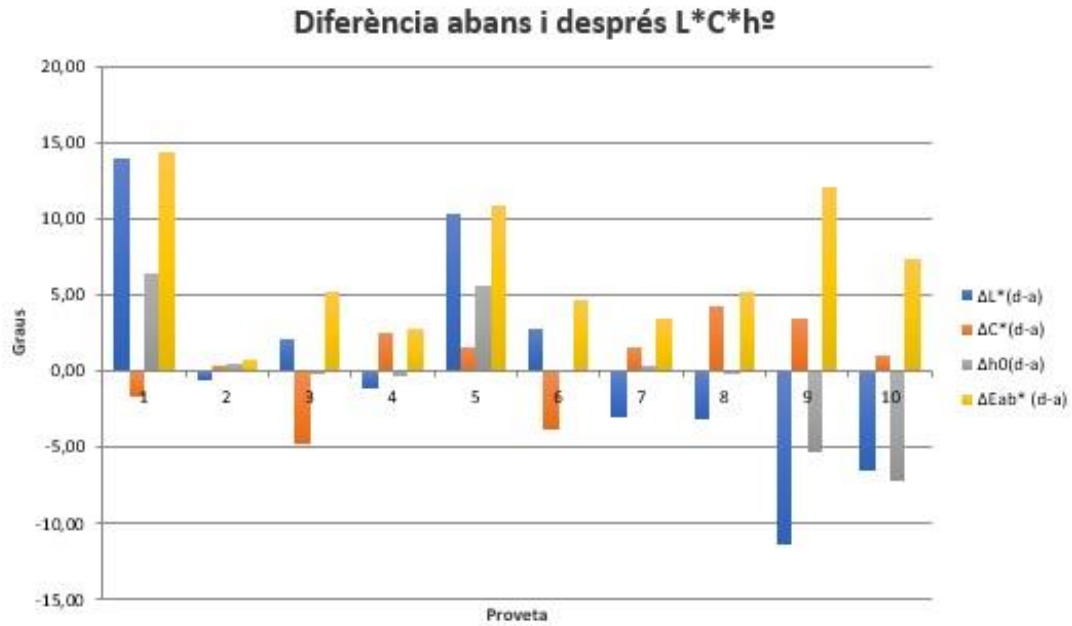
<b>NOMENCLATURA</b>	<b>Claredat (L*)</b>	<b>Croma (C*)</b>	<b>To</b>
<b>TY/C/A/CHAM/7</b>	S'aclareix prou.	Proveta amb un menor canvi cromàtic.	Varia de un taronja vermellós a un groc ataronjat.
<b>TY/C/A/P/6</b>	Proveta que més s'aclareix.	Augmenta el cromatisme.	Varia la tonalitat d'un groc ataronjat a un taronja vermellós.
<b>TY/C/A/1:3/5</b>	Es mantenen pràcticament igual.	Es mantén pràcticament igual.	Canvi de tonalitat amb un to taronja-groc.
<b>TY/C/A/1:2/10</b>	Es mantenen pràcticament igual.	Es mantén pràcticament igual.	Es mantén amb un to taronja-groc.
<b>TY/C/A/AC/6</b>	S'aclareix prou.	Augmenta el cromatisme.	Canvi de to de taronja roig a taronja-groc.
<b>TO/C/A/1:3/3</b>	Es mantenen pràcticament igual.	Disminueix el cromatisme.	Es mantén amb groc ataronjat.
<b>TO/C/A/AC/4</b>	Es mantenen pràcticament igual.	Augmenta el cromatisme.	Es mantén amb groc ataronjat.
<b>TO/C/A/P/5</b>	S'aclareix un poc.	Augmenta el cromatisme.	Canvi de tonalitat de groc ataronjat a Taronja.
<b>TO/C/A/CHAM/4</b>	Es mantenen pràcticament igual.	Es mantenen pràcticament igual.	Es mantén amb groc ataronjat.
<b>TO/C/A/1:2/5</b>	Augmenta la claretat.	Es mantenen pràcticament igual.	Es mantén amb groc ataronjat.

Segon cicle: 45°C i 40% humitat relativa.

Taula 35. Valors de la variació de les coordenades  $L^*$ ,  $a$ ,  $b^*$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponent a l'exposició de la càmera de humitat i una elevada temperatura.

NOMENCLATURA	$L^*(a)$	$L^*(d)$	$\Delta L^*$ (d-a)	$a^*(a)$	$a^*(d)$	$\Delta a^*$ (d-a)	$b^*(a)$	$b^*(d)$	$\Delta b^*$ (d-a)	$\Delta E_{ab}^*$ (d-a)
TY/C/A/P/9	76,00	89,98	13,98	4,38	1,21	-3,18	6,41	6,03	-0,38	14,34
TO/C/A/P/2	86,29	85,70	-0,59	1,21	1,04	-0,17	6,50	6,87	0,37	0,72
TY/C/A/CHAM/12	87,71	89,88	2,17	1,95	1,03	-0,92	9,55	4,94	-4,61	5,18
TO/C/A/1:3/4	87,07	85,93	-1,14	1,90	2,72	0,83	7,70	10,10	2,40	2,79
TO/C/A/1:2/10	78,11	88,51	10,39	3,61	1,86	-1,75	5,54	8,03	2,49	10,83
TY/C/A/1:2/6	87,78	90,53	2,75	1,65	0,93	-0,72	9,08	5,36	-3,72	4,68
TO/C/A/AC/1	88,83	85,83	-3,00	1,13	1,23	0,09	6,16	7,78	1,62	3,41
TY/C/A/1:3/12	89,30	86,18	-3,12	1,04	1,93	0,89	5,48	9,59	4,11	5,24
TY/C/A/AC/8	88,47	77,06	-11,41	0,92	3,97	3,05	4,78	7,14	2,35	12,04
TO/C/A/CHAM/9	83,26	76,71	-6,56	1,00	4,42	3,42	6,84	6,60	-0,24	7,40





Taula 36. Anàlisis dels canvis cromàtics

NOMENCLATURA	Claredat (L*)	Croma (C*)	To
<b>TO/C/A/AC/5</b>	Augment amb la claredat.	Es mantén amb un cromatisme Dèbil.	Canvi tonalitat de taronja vermellós a groc ataronjat.
<b>TO/C/A/CHAM/3</b>	Es mantén pràcticament igual.	Es manté un mateix cromatisme.	Canvi tonalitat de groc ataronjat a taronja vermellós.
<b>TO/C/A/1:2/9</b>	La diferència no és molt gran.	Es manté igual.	Es manté en el mateix to de Taronja-groc.
<b>TY/C/A/1:2/4</b>	Poca diferència.	Sense canvis.	Es manté en el mateix to de Taronja-groc.
<b>TY/C/A/1:3/13</b>	S'aclareix	Augmenta el cromatisme-.	Canvi to de taronja roig a taronja-groc.
<b>TO/C/A/1:3/7</b>	Sense canvis aparents.	Cromatisme menor.	Es manté amb el mateix to groc ataronjat.

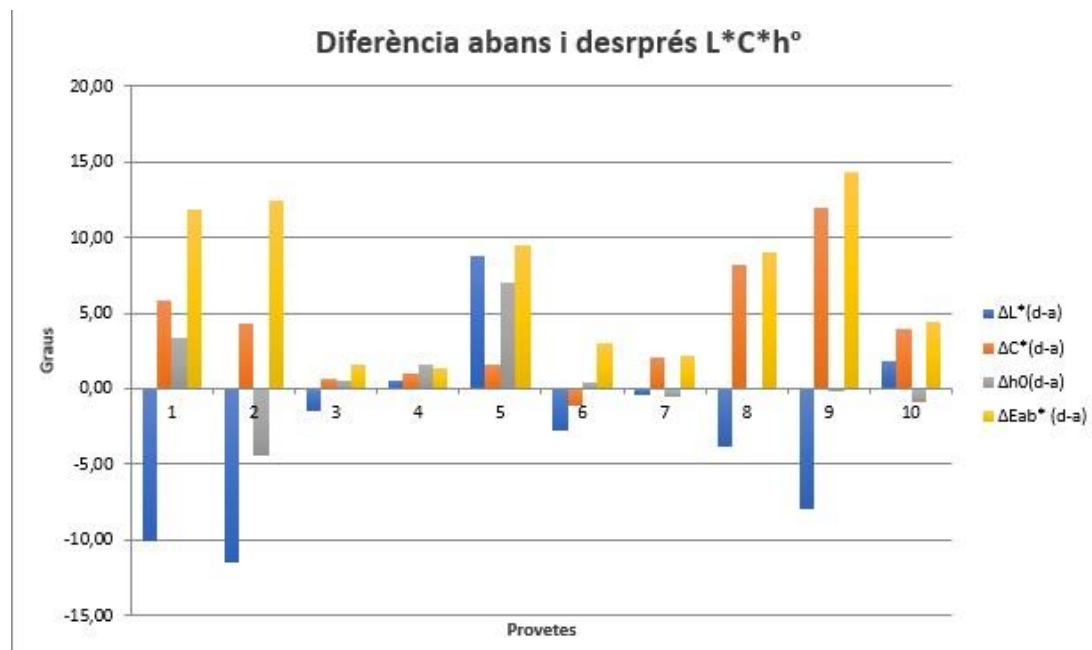
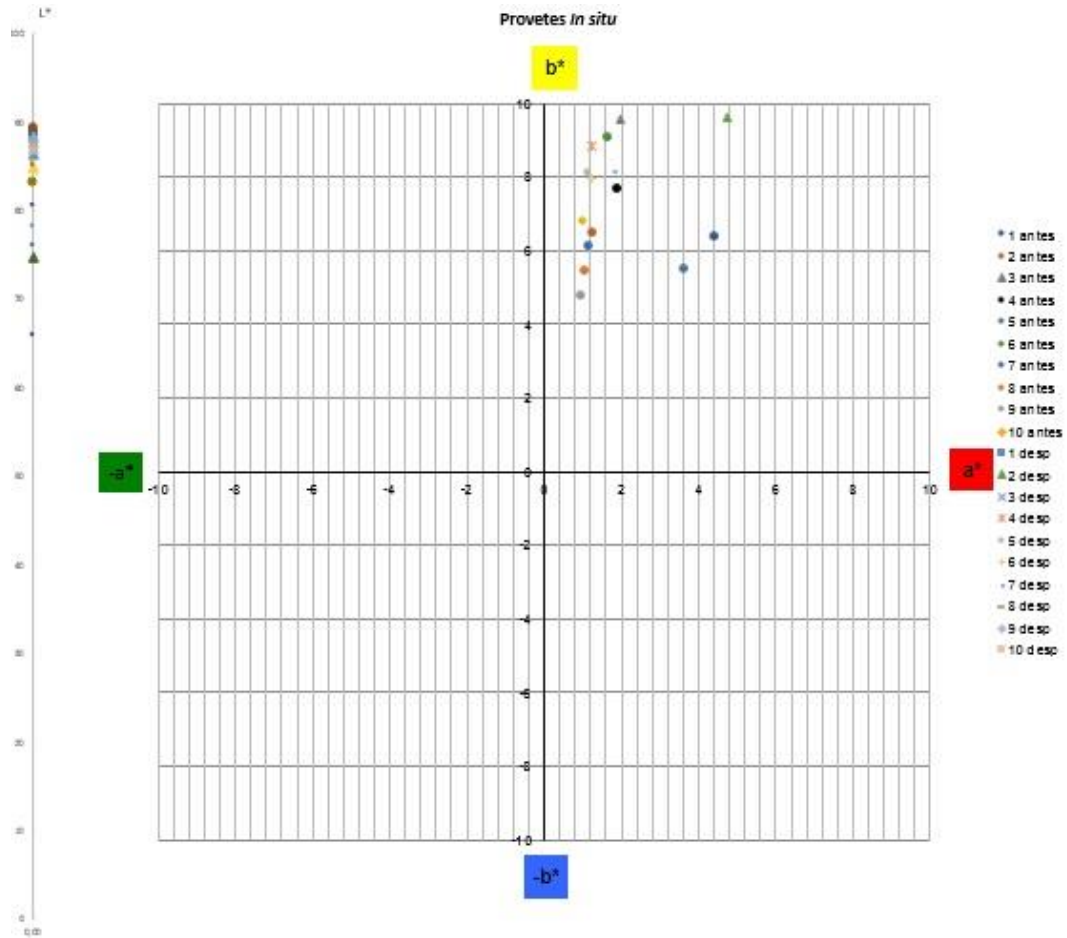
<b>TY/C/7/CHAM/11</b>	Manté una mateixa claredat.	Augmenta el cromatisme.	Es manté amb el mateix to groc ataronjat.
<b>TY/C/A/AC/5</b>	S'aclareix.	Cromatisme en augment.	Variació tonal de groc ataronjat a taronja.
<b>TY/C/A/P/7</b>	Obté un mateix resultat.	Es mantén pràcticament igual.	Es manté amb el mateix to groc ataronjat.
<b>TO/C/A/P/3</b>	Augmenta la claredat.	Pràcticament sense canvis.	Es manté amb el mateix to groc ataronjat.

e) In situ

Taula 37. Valors de la variació de les coordenades  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponent a l'exposició In Situ.

NOMENCLATURA	$L^*(a)$	$L^*(d)$	$\Delta L^*$ (d-a)	$a^*(a)$	$a^*(d)$	$\Delta a^*$ (d-a)	$b^*(a)$	$b^*(d)$	$\Delta b^*$ (d-a)	$\Delta E_{ab}^*$ (d-a)
<b>TY/C/A/P/9</b>	76,00	65,89	-10,11	4,38	5,22	0,84	6,41	12,60	6,19	11,88
<b>TO/C/A/P/2</b>	86,29	74,81	-11,48	1,21	4,76	3,55	6,50	9,62	3,12	12,42
<b>TY/C/A/CHAM/12</b>	87,71	86,25	-1,46	1,95	1,72	-0,23	9,55	10,29	0,74	1,65
<b>TO/C/A/1:3/4</b>	87,07	87,62	0,56	1,90	1,26	-0,64	7,70	8,82	1,12	1,40
<b>TO/C/A/1:2/10</b>	78,11	86,93	8,82	3,61	1,12	-2,49	5,54	8,12	2,58	9,52
<b>TY/C/A/1:2/6</b>	87,78	84,99	-2,79	1,65	1,25	-0,40	9,08	7,97	-1,11	3,03
<b>TO/C/A/AC/1</b>	88,83	88,38	-0,45	1,13	1,81	0,68	6,16	8,18	2,02	2,18
<b>TY/C/A/1:3/12</b>	89,30	85,49	-3,81	1,04	2,55	1,51	5,48	13,52	8,04	9,02
<b>TY/C/A/AC/8</b>	88,47	80,54	-7,94	0,92	3,24	2,32	4,78	16,56	11,77	14,38
<b>TO/C/A/CHAM/9</b>	83,26	85,05	1,78	1,00	2,17	1,17	6,84	10,69	3,85	4,40

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).






Taula 38. Anàlisi dels canvis cromàtics





<b>NOMENCLATURA</b>	<b>Claredat (L*)</b>	<b>Croma (C*)</b>	<b>To</b>
<b>TY/C/P/1</b>	S'aclareix més, passa de blanc a clar.	Es manté pràcticament igual.	S'obté un lleu canvi de taronja vermellós a taronja-groc.
<b>TO/C/P/</b>	S'aclareix més.	Guanya cromatisme.	Canvia el to de groc ataronjat a taronja.
<b>TO/C/A/AC/3</b>	Sense canvis aparents.	Es manté igual, el canvi és molt lleu.	Es passa d'un to taronja-groc a groc ataronjat.
<b>TO/C/A/1:3/2</b>	Es manté igual.	Es manté igual, el canvi és molt lleu.	Es passa d'un to taronja-groc a groc ataronjat.
<b>TO/C/A/1:2/1</b>	S'obscurix un poc més. Passa de molt clar a blanc.	Guanya un lleu cromatisme.	Canvi d'un to Taronja roig a un groc ataronjat.
<b>TO/C/A/CHAM/3</b>	Es manté igual.	Es manté pràcticament igual.	Manté el mateix to groc ataronjat.
<b>TY/C/A/1:3/2</b>	Es manté pràcticament igual.	Obté més cromatisme.	Passa d'un to groc ataronjat a taronja-groc.
<b>TY/C/A/1:2/4</b>	S'aclareix més, passa de blanc a molt clar.	Guanya cromatisme.	Manté el mateix to groc ataronjat.
<b>TY/C/A/AC/4</b>	Es manté pràcticament igual.	El cromatisme puja considerablement.	Passa d'un to groc ataronjat a un to taronja-groc.
<b>TY/C-7-CHAM/11</b>	Es manté igual.	El seu cromatisme s'eleva.	Passa d'un to groc ataronjat a un to taronja-groc.



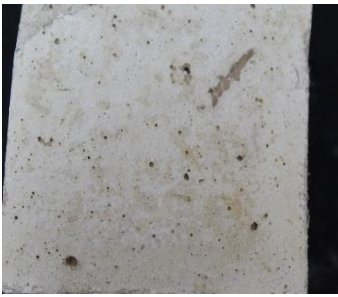


Taula 39. Canvis físic produïts In Situ

Nomenclatura	Imatge 5 mesos després	Observacions
<b>TO/C/A/1:3/2</b>	 <p data-bbox="571 846 823 880">Figura 36. TO/C/A/1:3/2</p>	<p data-bbox="932 434 1345 517">Taques grogues lleus en zones en contacte amb la vegetació.</p> <p data-bbox="932 539 1177 573">Restes de vegetació.</p>
<b>TO/C/A/1:2/1</b>	 <p data-bbox="571 1339 823 1373">Figura 37. TO/C/A/1:2/1</p>	<p data-bbox="932 898 1345 1037">Taques grogues més pronunciades en zones en contacte amb la vegetació.</p> <p data-bbox="932 1059 1177 1093">Restes de vegetació.</p>
<b>TO/C/A/P</b>	 <p data-bbox="592 1780 804 1814">Figura 38. TO/C/A/P</p>	<p data-bbox="932 1391 1177 1424">Eflorescència salina.</p>
<b>TY/C/A/P/1</b>		<p data-bbox="932 1827 1177 1861">Eflorescència salina.</p>

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

	 <p data-bbox="587 584 810 611"><i>Figura 39. TY/C/A/P/1</i></p>	
<p data-bbox="248 629 462 663"><b>TO/C/A/CHAM/1</b></p>	 <p data-bbox="560 1039 837 1066"><i>Figura 40. TO/C/A/CHAM/1</i></p>	<p data-bbox="933 629 1342 712">Lleu engrogiment en zona de vegetació.</p>
<p data-bbox="269 1084 442 1117"><b>TY/C/A/1:2/1</b></p>	 <p data-bbox="576 1473 821 1500"><i>Figura 41. TY/C/A/1:2/1</i></p>	<p data-bbox="933 1084 1342 1167">Lleu engrogiment en zona de vegetació.</p>
<p data-bbox="269 1520 442 1554"><b>TY/C/A/1:3/2</b></p>	 <p data-bbox="576 1966 821 1993"><i>Figura 42. TY/C/A/1:3/2</i></p>	<p data-bbox="933 1520 1342 1603">Lleu engrogiment en zona de vegetació.</p>

<p><b>TY/C/A/AC/3</b></p>	 <p><i>Figura 43. TY/C/A/AC/3</i></p>	<p>To marró en la part superior. Taques grogues.</p>
<p><b>TO/C/AC/3</b></p>	 <p><i>Figura 44. TO/C/AC/3</i></p>	<p>Taques grogues lleus.</p>
<p><b>TY/C/A/CHAM</b></p>	 <p><i>Figura 45. TY/C/A/CHAM</i></p>	<p>Engroguiment zona vegetació.</p>

ii. Abrasió

a) Diferència en grams, abans i després de l'assaig.

Taula 40. Diferència en grams, abans i després de l'assaig.



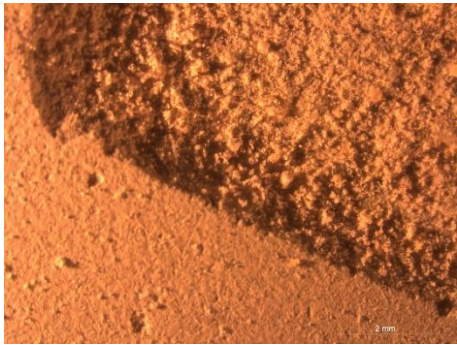
Nomenclatura	g abans	g després	Diferència
<b>TO/C/A/1:3</b>	180	178	2
<b>TO/C/A/AC</b>	165	164	1
<b>TY/C/A/P</b>	210	190	20

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

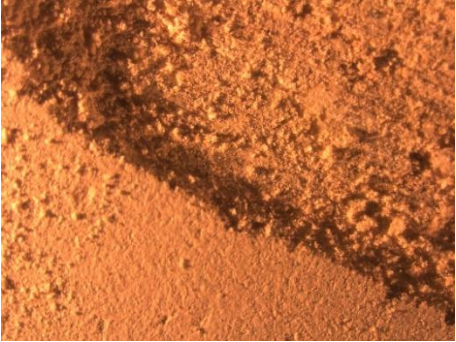
<b>TO/C/A/P</b>	180	176	4
<b>TO/C/A/1:2</b>	191	188	3
<b>TY/C/A/AC</b>	158	157	1
<b>TO/C/A/CHAM</b>	200	197	3
<b>TY/C/A/CHAM</b>	210	195	15
<b>TY/C/A/1:2</b>	180	177	3
<b>TY/C/A/1:3</b>	160	158	2

**b) Comparança del abans i després de l'assaig.**


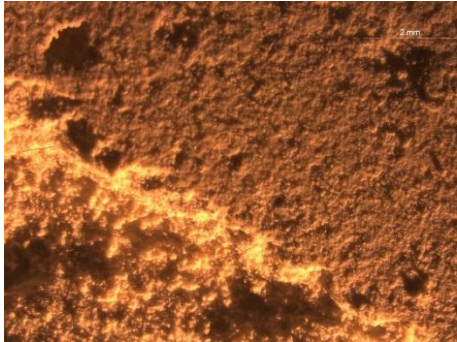
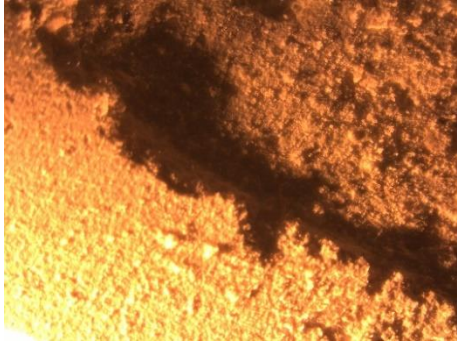
Taula 41. Cicles terra jaciment

<b>TY/C/A/PUZ</b>		
<b>CICLES</b>	<b>ABANS</b>	<b>DESPRÉS</b>
<b>5</b>	 <p><i>Fig 46. Mostra abans del cicle 10 X</i></p>	 <p><i>Fig 47. Detall 10 X</i></p>
<b>15</b>		 <p><i>Fig 48. Detall 10 X</i></p>

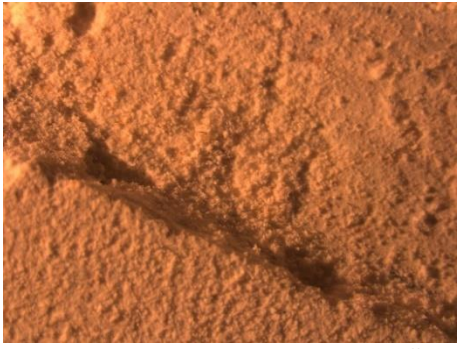
MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

<b>60</b>		 <p style="text-align: right;"><i>Fig 49. Detall 10 X</i></p>
-----------	--	---


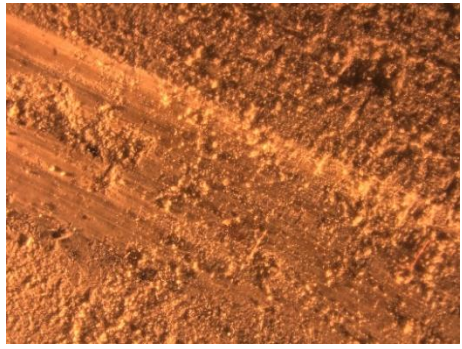
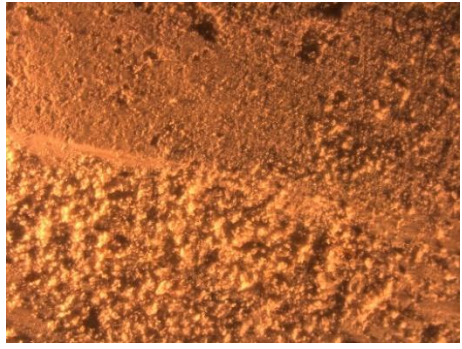
Taula 42. Cicles terra jaciment 1:3

<b>TY/C/A/1:3</b>		
CICLES	ABANS	DESPRÉS
<b>5</b>	 <p style="text-align: center;"><i>Fig 50. Mostra abans del cicle 10 X</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Fig 51. Detall 10 X</i></p>
<b>10</b>		 <p style="text-align: center;"><i>Fig 52. Detall 10 X</i></p>

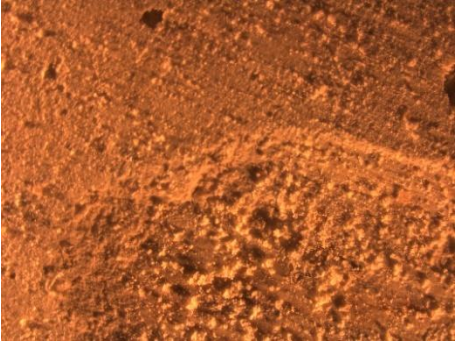
MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

<b>20</b>		 <p><i>Fig 53. Detall 10 X</i></p>
-----------	--	--




Taula 43. Cicles terra jaciment i resina acrílica

<b>TY/C/A/AC</b>		
CICLES	ABANS	DESPRÉS
15	 <p><i>Fig 54. Mostra abans del cicle 10 X</i></p>	 <p><i>Fig 55. Detall 10 X</i></p>
35		 <p><i>Fig 56. Detall 10 X</i></p>


MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

100		 <p><i>Fig 57. Detall 10 X</i></p>
-----	--	--

Taula 44. Cicles terra jaciment 1:2

<b>TY/A/C/1:2</b>		
<b>CICLES</b>	<b>ABANS</b>	<b>DESPRÉS</b>
5	 <p><i>Fig 58. Mostra abans del cicle 10 X</i></p>	 <p><i>Fig 59. Detall 10 X</i></p>
15		 <p><i>Fig 60. Detall 10 X</i></p>

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).


50		 <p data-bbox="1171 566 1361 598"><i>Fig 61. Detall 10 X</i></p>
----	--	--

Taula 45. Cicles terra jacimenti xamota




<b>TY/C/A/CHAM</b>		
<b>CICLES</b>	<b>ABANS</b>	<b>DESPRÉS</b>
5	 <p data-bbox="411 1238 751 1272"><i>Fig 62. Mostra abans del cicle 10 X</i></p>	 <p data-bbox="1155 1238 1345 1272"><i>Fig 63. Detall 10 X</i></p>
15		 <p data-bbox="1155 1648 1345 1686"><i>Fig 64. Detall 10 X</i></p>



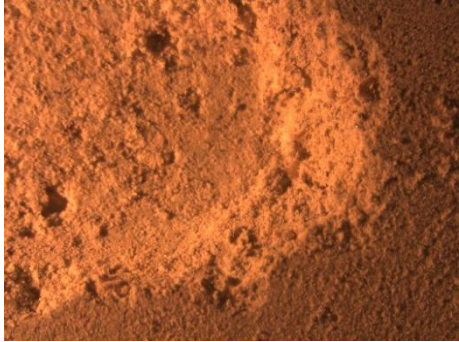
MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

40		 <p data-bbox="1155 566 1334 591"><i>Fig 65. Detall 10 X</i></p>
----	--	--


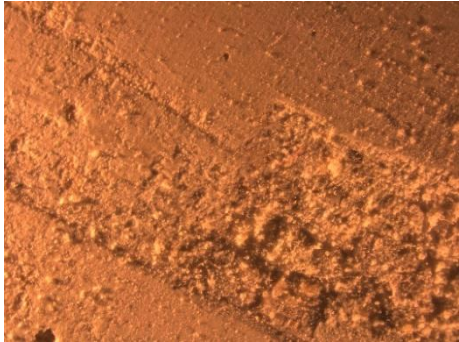
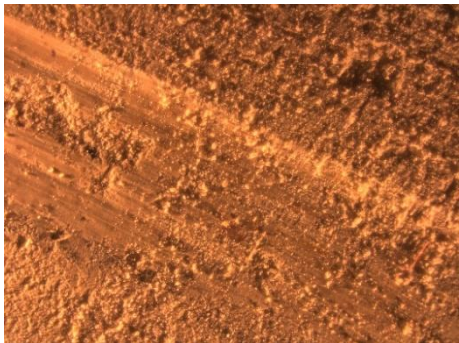
Taula 46. Cicles terra d'obra i putzolana

<b>TO/C/A/PUZ</b>		
<b>CICLES</b>	<b>ABANS</b>	<b>DESPRÉS</b>
5	 <p data-bbox="410 1238 754 1263"><i>Fig 66. Mostra abans del cicle 10 X</i></p>	 <p data-bbox="1155 1238 1334 1263"><i>Fig 67. Detall 10 X</i></p>
15		 <p data-bbox="1155 1653 1334 1677"><i>Fig 68. Detall 10 X</i></p>

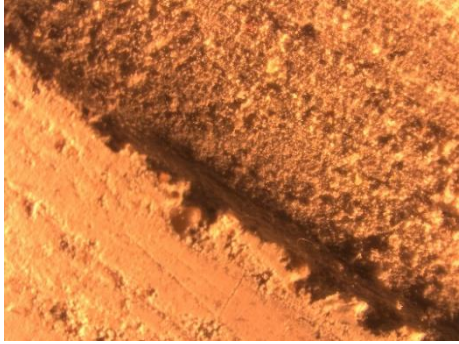
MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

60		 <p data-bbox="1155 566 1334 591"><i>Fig 69. Detall 10 X</i></p>
----	--	--



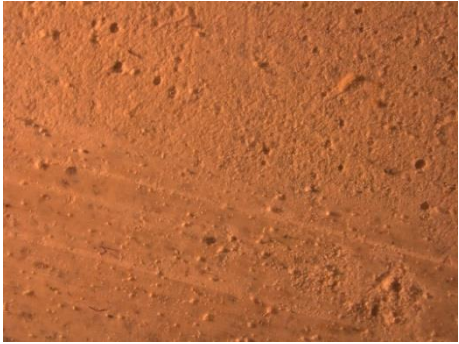
Taula 47. Cicles terra d'obra 1:3

<b>TO/C/A/1:3</b>		
<b>CICLES</b>	<b>ABANS</b>	<b>DESPRÉS</b>
5	 <p data-bbox="429 1238 774 1263"><i>Fig 70. Mostra abans del cicle 10 X</i></p>	 <p data-bbox="1155 1238 1334 1263"><i>Fig 71. Detall 10 X</i></p>
15		 <p data-bbox="1155 1673 1334 1697"><i>Fig 72. Detall 10 X</i></p>


MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

<b>35</b>		 <p style="text-align: right;"><i>Fig 73. Detall 10 X</i></p>
-----------	--	---


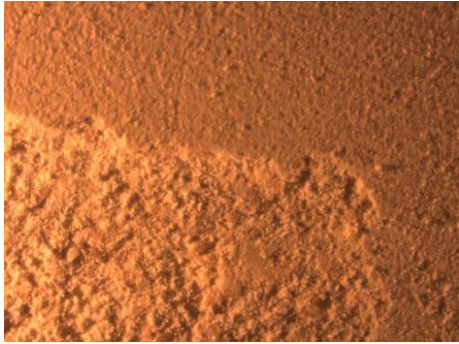

Taula 48. Cicles terra d'obra i resina acrílica

<b>TO/C/A/AC</b>		
CICLES	ABANS	DESPRÉS
<b>15</b>	 <p style="text-align: center;"><i>Fig 74. Mostra abans del cicle 10 X</i></p>	 <p style="text-align: right;"><i>Fig 75. Detall 10 X</i></p>
<b>50</b>		 <p style="text-align: right;"><i>Fig 76. Detall 10 X</i></p>

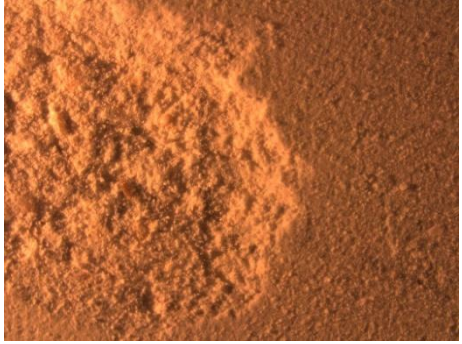
MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

<b>60</b>		 <p style="text-align: right;"><i>Fig 77. Detall 10 X</i></p>
-----------	--	---


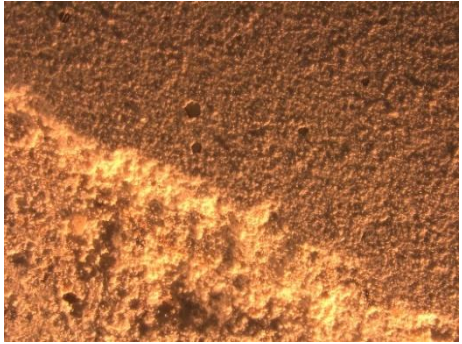

Taula 49. Cicles terra d'obra 1:2

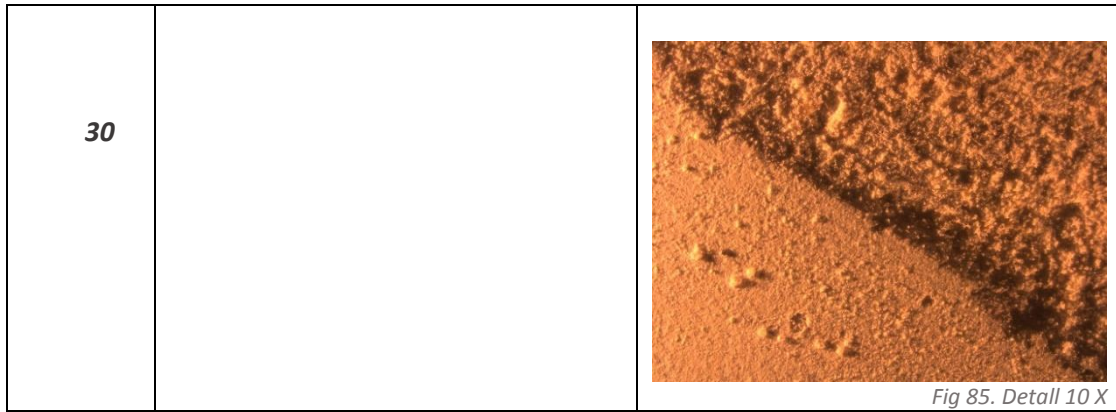
<b>TO/A/C/1:2</b>		
<b>CICLES</b>	<b>ABANS</b>	<b>DESPRÉS</b>
<b>5</b>	 <p style="text-align: center;"><i>Fig 78. Mostra abans del cicle 10 X</i></p>	 <p style="text-align: right;"><i>Fig 79. Detall 10 X</i></p>
<b>15</b>		 <p style="text-align: right;"><i>Fig 80. Detall 10 X</i></p>

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

<b>40</b>		 <i>Fig 81. Detall 10 X</i>
-----------	--	--

Taula 50. Cicles terra d'obra i xamota

<b>TO/C/A/CHAM</b>		
CICLES	ABANS	DESPRÉS
<b>5</b>	 <i>Fig 82. Mostra abans del cicle 10 X</i>	 <i>Fig 83. Detall 10 X</i>
<b>15</b>		 <i>Fig 84. Detall 10 X</i>



Taula 51. Estudi dels resultats de les mostres després del Lineal Abraser. Terra Jaciment.

<b>OBSERVACIONS RESULTATS LINEAL ABRASER PROVETES TERRA JACIMENT</b>					
<i>Cicles</i>	<i>Abrasió lleu</i>	<i>Abrasió mitja</i>	<i>Abrasió alta</i>	<i>Gran abrasió</i>	<i>Resistència 1-10</i>
<b>TY/C/A/PUZ</b>					
<b>5</b>	X				<b>7,5</b>
<b>15</b>		X			
<b>60</b>		X			
<b>TY/C/A/1:3</b>					
<b>5</b>		X			<b>5,5</b>
<b>10</b>		X			
<b>20</b>			X		
<b>TY/C/A/AC</b>					
<b>15</b>	X				<b>9</b>
<b>35</b>	X				
<b>100</b>	X				
<b>TY/A/C/1:2</b>					
<b>5</b>	X				<b>7</b>
<b>15</b>		X			
<b>50</b>		X			
<b>TY/C/A/CHAM</b>					
<b>5</b>	X				<b>8</b>
<b>15</b>		X			
<b>40</b>		X			

Taula 52. Estudi dels resultats de les mostres després del Lineal Abraser. Terra d'Obra.

<b>OBSERVACIONS RESULTATS LINEAL ABRASER PROVETES TERRA D'OBRA</b>					
<i>Cicles</i>	<i>Abrasió lleu</i>	<i>Abrasió mitja</i>	<i>Abrasió alta</i>	<i>Gran abrasió</i>	<i>Resistència 1-10</i>
<b>TO/C/A/PUZ</b>					
<b>5</b>	X				<b>7,5</b>
<b>15</b>		X			
<b>60</b>		X			
<b>TO/C/A/1:3</b>					
<b>5</b>	X				<b>8</b>
<b>10</b>		X			
<b>20</b>			X		
<b>TO/C/A/AC</b>					
<b>15</b>	X				<b>9</b>
<b>50</b>	X				
<b>100</b>	X				
<b>TO/A/C/1:2</b>					
<b>5</b>		X			<b>8</b>
<b>15</b>		X			
<b>50</b>		X			
<b>TO/C/A/CHAM</b>					
<b>5</b>		X			<b>7,5</b>
<b>15</b>		X			
<b>40</b>			X		







**CONCLUSIONS**



#### 4. CONCLUSIONS

Després dels resultats obtinguts en els assajos, s'ha fet una comparança d'aquests respecte a les provetes que es deixen in situ. La mostra realitzada amb terra de jaciment, calç hidràulica i àrids a una proporció 1:2, resulta ser la més efectiva. En canvi, les realitzades amb xamota, són les que pitjors resultats donen.

Sotmeses les provetes a la càmera de radiació ultraviolada, s'han determinat que la proveta de la terra d'obra a una proporció 1:3, resulta ser la que menys diferència de color ( $\Delta E^*$ ) presenta. No obstant això, la terra d'obra amb putzolana és la que més varia en aquest cas.

Pel que fa a la càmera de SO<sub>2</sub>, la terra d'obra amb putzolana, ha estat la que més ha variat i la terra de jaciment a proporció 1:2, la que menys. Junt amb aquesta, la terra d'obra a proporció 1:3 i la terra d'obra amb xamota, dóna bons resultats. Seguint amb el grau d'efectivitat, després de les anteriors, es troben la terra d'obra amb resina acrílica i la terra de jaciment amb xamota sense destacar molt de la terra de jaciment amb resina acrílica. La següent es la terra de jaciment amb putzolana i la segueix la terra de jaciment 1:3 i la terra d'obra 1:2. Després de l'augment de la humitat relativa, la terra d'obra a proporció 1:3 i posteriorment, la terra de jaciment amb xamota, són les que millor s'han adaptat als canvis de temperatura i humitat. No obstant això, la terra d'obra amb putzolana i la terra de jaciment 1:3 són les que pitjor han respost. Les terres amb resina acrílica tenen un bon comportament també, seguint-les la terra de jaciment a proporció 1:2. D'altra banda, quan s'eleva la temperatura i baixa la humitat, la terra d'obra amb putzolana és la que millor s'adapta al canvi junt amb la terra d'obra a 1:3. Les provetes amb terra d'obra amb resina acrílica i la terra de jaciment 1:2 ocupen el següent lloc i després, la terra de jaciment amb xamota i a proporció 1:3.

Les provetes deixades In Situ uns mesos han presentat notables canvis deixant la terra d'obra a proporció 1:3 i la terra de jaciment amb xamota, com la que més ha aguantat als canvis naturals de temperatura, humitat i altres agents atmosfèrics. En canvi la terra de jaciment amb resina acrílica i la terra d'obra amb putzolana, les que més perjudicades han resultat. La terra d'obra amb resina acrílica i la terra de jaciment a 1:2, tenen un bon comportament també.

Quant a la resistència a l'abrasió, amb l'assaig del *Lineal Abraser*, les provetes que més afectades han resultat, han estat la terra de jaciment amb putzolana i la terra de jaciment amb xamota. A mesura que s'apliquen més cicles, l'erosió és major.

La terra d'obra i jaciment amb resina acrílica resulten ser les més resistents. Després d'aquesta, es situa la terra d'obra amb proporció 1:3. Als cinc primers cicles l'erosió no és molt gran però

al darrer cicle resulta ser més alta, amb diferència respecte a la primera. És el mateix cas de la següent proveta, la de terra d'obra amb xamota, on els efectes són més erosius que l'anterior.

Les provetes amb una proporció 1:2 i la terra de jaciment amb xamota, són les següents més resistents. Tot i així, les diferències no són molt grans en comparació a les anteriors a l'igual que la terra d'obra amb putzolana.

Com a conclusió general, la terra d'obra a proporció 1:3, resulta ser el morter més efectiu i el que menys resultats positius ha aportat, ha estat la terra d'obra amb putzolana.

En general, la terra d'obra té un millor comportament que la terra de jaciment. La putzolana amb les diferents terres no obtenen un bon comportament i segons el tipus de condició atmosfèrica, la resina acrílica presenta un mal comportament. No obstant això, és la més resistent a l'abració, per tant, s'hauria de valorar en fer un canvi en la proporció i estudiar el comportament posterior.





# BIBLIOGRAFIA



## 5. BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ, José Ignacio; MARTÍN, Antonio; CASADO, PJ García. Historia de los morteros. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 1995, vol. 13, p. 52-59.

ARRANZ, María Almudena Domínguez; ESPALLARGAS, Alfonso Monforte; ZALDÍVAR, Elena María Maestro. Criterios de consolidación y conservación del yacimiento de La Vispesa (Tamarite de Litera, Huesca). *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 2004, no 4, p. 363-382.

ARTOFEX BALEAR. *El Marés I: Datos básicos*.

<http://www.artifexbalear.org/mares.htm>[Consulta 3 de Juny 2017].

BARBERÀ, Xavier Mas. Estudio y caracterización de morteros compuestos, para su aplicación en intervenciones de sellados, reposiciones y réplicas, de elementos pétreos escultórico-ornamentales. 2008. Tesis Doctoral.

CARRASCOSA MOLINER, Begoña. La conservación y restauración de objetos cerámicos arqueológicos. Tecnos, 2009.

CARRASCOSA MOLINER, Begoña; PASÍES OVIEDO, Trinidad. La conservación y restauración del mosaico. 2004.

BRUNETI, Gonzalo Buceta. Diagnóstico sobre los agentes de alteración en el yacimiento medieval de La Rocha Forte (Santiago de Compostela, A Coruña). *Gallaecia*, 2006, no 25, p. 173-185.

CAU, M. A.; CHÁVEZ, M<sup>a</sup> Esther. El fenómeno urbano en Mallorca en época romana: los ejemplos de Pollentia y Palma. *Mayurqa*, 2003, vol. 29, p. 27-49.

CHÁVEZ, M<sup>a</sup> Esther; ORFILA, Margarita; CAU, M. A. El foro de Pollentia (Alcudia-Mallorca, España). *Descubrimientos recientes. Bolletino di Archeologia on line*, 2010, vol. 1, p. 1-7.

CORTINA, Mariano González; DE VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, Luis. Morteros hidráulicos de cal y chamota. *Materiales de construcción*, 2002, no 266, p. 65-76.

DE LUCA, Raffaella, et al. Archaeometric study of mortars and plasters from the Roman City of Pollentia (Mallorca-Balearic Islands). *Period Mineral*, 2013, vol. 82, no 3, p. 353-379.



MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

FLORES LÓPEZ, LAURA. Estudio del comportamiento de adhesivos sintéticos y de sus propiedades físico-químicas aplicados sobre soporte lúgneo. 2016. Trabajo final de máster.

GENESTAR, C.; PONS, C.; MÁŠ, A. Analytical characterisation of ancient mortars from the archaeological Roman city of Pollentia (Balearic Islands, Spain). *Analytica Chimica Acta*, 2006, vol. 557, no 1, p. 373-379.

GONZÁLEZ CORTINA, Mariano. Recuperación de morteros romanos de cal y chamota en aplicaciones actuales. 2000. Tesis Doctoral. Arquitectura.

MARCO, Dolores Julia Yusá. ESTUDIO QUÍMICO ANALÍTICO DE OBRAS DE ARTE. UN ENFOQUE PRÁCTICO. Editorial Universitat Politècnica de València, 2015.

MÁRQUEZ, Bartomeu Vallori; PONS, Margarita Orfila; ONTIVEROS, Miguel Ángel Cau. Las excavaciones de Gabriel Llabrés, Rafael Isasi y Juan Llabrés en la ciudad romana de Pollentia (Alcudia, Mallorca)(1923-1946). *Archivo Español de Arqueología*, 2011, vol. 84, p. 285-304.

MARTÍNEZ BAZÁN, M. L. Colorimetría aplicada al campo de la Conservación y Restauración. 2007.

MARTÍNEZ, Antonio Gallud; AYNAT, Miguel Del Rey. Intervención y consolidación del segundo recinto amurallado del Castillo de Biar. En *Arché*. Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV, 2010. p. 427-438.

MOLINER, María Begoña Carrascosa; PÉREZ, Montserrat Lastras. Conservar el pasado. Actuaciones in situ en yacimientos arqueológicos. En *Arché*. Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV, 2006. p. 133-138.

PALOU, Antoni Arribas. La romanització de les Illes Balears. 1983.

PÉREZ CENTENO, María del Rosario. Evolución de las ciudades insulares del " conventus carthaginensis" durante el siglo III dC: Pollentia, Palma y Ebusus. 1997.

ROSELL AMIGÓ, Juan Ramón. Algunas consideraciones sobre la cal y sus morteros. En *II Jornadas FICAL: Barcelona, 2011*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Grup de Recerca GICITED, 2012. p. 6-16.

SIMÓN CORTÉS, José Manuel. Caracterización físico-química de las alteraciones de los paneles devocionales y vía crucis del siglo XVIII en la Comunidad Valenciana. 2012. Tesis Doctoral. Editorial Universitat Politècnica de València.

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

SORIA SANTAMARÍA, Francisco. Las puzolanas y el ahorro energético en los materiales de construcción. *Materiales de construcción*, 1983, vol. 33, no 190-191, p. 69-84.





**ANNEXES**



## 6. ANNEXES

Taula 53. Valors de la derivació de les coordenades  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponents al assaig UV 24 hores després.

Nom	$L^*(a)$	Nominació	$L^*(d)$	Nominació	$C^*(a)$	Nominació	$C^*(d)$	Nominació	$h^\circ(a)$	Nominació	$h^\circ(d)$	Nominació
TY/C/A/P/9	76,00	Molt clar	73,84	Clar	7,77	Dèbil	7,94	Dèbil	55,66	Taronja roig	54,15	Taronja roig
TO/C/A/P/2	86,29	Blanc	86,73	Blanc	6,62	Grisós	6,41	Grisós	79,42	Groc ataronjat	81,02	Groc ataronjat
TY/C/A/CHAM/12	87,71	Blanc	72,34	Clar	9,75	Dèbil	10,01	Dèbil	78,46	Taronja-groc	55,44	Taronja roig
TO/C/A/1:3/4	87,07	Blanc	85,71	Molt clar	7,93	Dèbil	7,38	Dèbil	76,16	Taronja-groc	81,48	Groc ataronjat
TO/C/A/1:2/10	78,11	Molt clar	86,87	Blanc	6,61	Grisós	8,88	Dèbil	56,97	Taronja roig	75,36	Taronja-groc
TY/C/A/1:2/6	87,78	Blanc	76,38	Molt clar	9,23	Dèbil	6,85	Grisós	79,72	Groc ataronjat	56,42	Taronja roig
TO/C/A/AC/1	88,83	Blanc	86,76	Blanc	6,26	Grisós	8,32	Dèbil	79,59	Groc ataronjat	74,12	Taronja-groc
TY/C/A/1:3/12	89,30	Blanc	76,55	Molt clar	5,57	Grisós	6,31	Grisós	79,23	Groc ataronjat	56,81	Taronja roig
TY/C/A/AC/8	88,47	Blanc	88,07	Blanc	4,87	Grisós	7,00	Grisós	79,07	Groc ataronjat	75,51	Taronja-groc
TO/C/A/CHAM/9	83,26	Molt clar	71,45	Clar	6,91	Grisós	9,38	Dèbil	81,72	Groc ataronjat	57,13	Taronja

Taula 54. Valors de la derivació de les coordenades  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponents al assaig UV 48 hores després.

Nom	$L^*(a)$	Nominació	$L^*(d)$	Nominació	$C^*(a)$	Nominació	$C^*(d)$	Nominació	$h^\circ(a)$	Nominació	$h^\circ(d)$	Nominació
TY/C/A/CHAM/6	76,00	Molt clar	82,83	Molt clar	7,77	Dèbil	8,24	Dèbil	55,66	Taronja vermellós	80,45	Groc ataronjat
TY/C/A/AC/2	86,29	Blanc	90,46	Blanc	6,62	Grisós	6,18	Grisós	79,42	Groc ataronjat	77,81	Groc Taronja
TY/C/A/1:3/4	87,71	Blanc	89,87	Blanc	9,75	Dèbil	6,39	Grisós	78,46	Taronja-groc	77,69	Groc Taronja
TO/C/A/1:3/2	87,07	Blanc	83,00	Molt clar	7,93	Dèbil	7,09	Dèbil	76,16	Taronja-groc	79,66	Groc ataronjat
TO/A/C/1:2/2	78,11	Molt clar	83,15	Molt clar	6,61	Grisós	8,05	Dèbil	56,97	Taronja roig	81,21	Groc ataronjat
TO/C/A/AC/7	87,78	Blanc	87,51	Blanc	9,23	Dèbil	6,97	Grisós	79,72	Groc ataronjat	77,26	Taronja-groc
TY/C/A/P/2	88,83	Blanc	86,35	Blanc	6,26	Grisós	9,86	Dèbil	79,59	Groc ataronjat	77,27	Taronja-groc
TO/C/CHAM/2	89,30	Blanc	90,89	Blanc	5,57	Grisós	4,75	Grisós	79,23	Groc ataronjat	78,39	Taronja-groc
TY/C/A/1:2/9	88,47	Blanc	89,02	Clar	4,87	Grisós	8,31	Dèbil	79,07	Groc ataronjat	79,42	Groc ataronjat
TO/C/A/P/13	83,26	Molt clar	90,89	Blanc	6,91	Grisós	4,56	Grisós	81,72	Groc ataronjat	78,90	Groc Taronja

Taula 55. Valors de la derivació de les coordenades  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponents al assaig UV 72 hores després.

Nom	$L^*(a)$	Nominació	$L^*(d)$	Nominació	$C^*(a)$	Nominació	$C^*(d)$	Nominació	$h^\circ(a)$	Nominació	$h^\circ(d)$	Nominació
TY/C/A/P/9	76,00	Blanc	82,06	Molt clar	7,77	Dèbil	8,24	Dèbil	55,66	Taronja vermellós	80,45	Groc ataronjat
TO/C/A/P/2	86,29	Blanc	71,39	Clar	6,62	Grisós	6,18	Grisós	79,42	Groc ataronjat	77,81	Taronja-groc
TY/C/A/CHAM/12	87,71	Blanc	88,87	Blanc	9,75	Dèbil	6,39	Grisós	78,46	Taronja-groc	77,69	Taronja-groc
TO/C/A/1:3/4	87,07	Blanc	87,91	Blanc	7,93	Dèbil	7,09	Dèbil	76,16	Taronja-groc	79,66	Groc ataronjat

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

TO/C/A/1:2/10	78,11	Blanc	82,81	Molt clar	6,61	Grisós	8,05	Dèbil	56,97	Taronja roig	81,21	Groc ataronjat
TY/C/A/1:2/6	87,78	Blanc	90,47	Blanc	9,23	Dèbil	6,97	Grisós	79,72	Groc ataronjat	77,26	Taronja-groc
TO/C/A/AC/1	88,83	Blanc	87,73	Blanc	6,26	Grisós	9,86	Dèbil	79,59	Groc ataronjat	77,27	Taronja-groc
TY/C/A/1:3/12	89,30	Blanc	74,81	Claro	5,57	Grisós	4,75	Grisós	79,23	Groc ataronjat	78,39	Taronja-groc
TY/C/A/AC/8	88,47	Blanc	86,12	Blanc	4,87	Grisós	8,31	Dèbil	79,07	Groc ataronjat	79,42	Groc ataronjat
TO/C/A/CHAM/9	83,26	Molt clar	89,40	Blanc	6,91	Grisós	4,56	Grisós	81,72	Groc ataronjat	78,90	Groc ataronjat

Taula 56. Valors de la derivació de les coordenades  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponents al assaig de corrosió 24 hores després.

Nom	$L^*(a)$	Nominació	$L^*(d)$	Nominació	$C^*(a)$	Nominació	$C^*(d)$	Nominació	$h^\circ(a)$	Nominació	$h^\circ(d)$	Nominació
TY/C/A/P/9	76,00	Molt Clar	68,95	Clar	7,77	Dèbil	11,07	Dèbil	55,66	Taronja vermellós	62,08	Taronja
TO/C/A/P/2	86,29	Blanc	70,47	Clar	6,62	Grisós	11,94	Dèbil	79,42	Groc ataronjat	61,84	Taronja
TY/C/A/CHAM/12	87,71	Blanc	82,89	Molt Clar	9,75	Dèbil	12,73	Dèbil	78,46	Taronja-groc	82,36	Groc ataronjat
TO/C/A/1:3/4	87,07	Blanc	89,36	Blanc	7,93	Dèbil	8,81	Dèbil	76,16	Taronja-groc	84,01	Groc ataronjat
TO/C/A/1:2/10	78,11	Molt Clar	88,26	Blanc	6,61	Grisós	7,54	Dèbil	56,97	Taronja roig	83,34	Groc ataronjat
TY/C/A/1:2/6	87,78	Blanc	84,63	Molt Clar	9,23	Dèbil	13,35	Dèbil	79,72	Groc ataronjat	78,51	Taronja-groc
TO/C/A/AC/1	88,83	Blanc	86,92	Blanc	6,26	Grisós	12,41	Dèbil	79,59	Groc ataronjat	84,47	Groc ataronjat
TY/C/A/1:3/12	89,30	Blanc	86,00	Blanc	5,57	Grisós	14,44	Dèbil	79,23	Groc ataronjat	81,13	Groc ataronjat
TY/C/A/AC/8	88,47	Blanc	86,29	Blanc	4,87	Grisós	14,71	Dèbil	79,07	Groc ataronjat	80,90	Groc ataronjat
TO/C/A/CHAM/9	83,26	Molt Clar	82,73	Molt Clar	6,91	Grisós	13,21	Dèbil	81,72	Groc ataronjat	83,41	Groc ataronjat

Taula 57. Valors de la derivació de les coordenades  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponents al assaig de corrosió 48 hores després.

Nom	$L^*(a)$	Nominació	$L^*(d)$	Nominació	$C^*(a)$	Nominació	$C^*(d)$	Nominació	$h^\circ(a)$	Nominació	$h^\circ(d)$	Nominació
TY/C/A/P/9	76,00	Muy claro	66,69	Clar	7,77	Dèbil	11,40	Dèbil	55,66	Taronja vermellós	61,73	Taronja
TO/C/A/P/2	86,29	Blanco	67,93	Clar	6,62	Grisós	12,70	Dèbil	79,42	Groc ataronjat	61,73	Taronja
TY/C/A/CHAM/12	87,71	Blanco	81,63	Muy claro	9,75	Dèbil	13,38	Dèbil	78,46	Taronja-groc	81,77	Groc ataronjat
TO/C/A/1:3/4	87,07	Blanco	88,65	Blanco	7,93	Dèbil	9,16	Dèbil	76,16	Taronja-groc	82,93	Groc ataronjat
TO/C/A/1:2/10	78,11	Muy claro	88,02	Blanco	6,61	Grisós	8,03	Dèbil	56,97	Taronja roig	83,36	Groc ataronjat
TY/C/A/1:2/6	87,78	Blanco	84,30	Muy claro	9,23	Dèbil	12,92	Dèbil	79,72	Groc ataronjat	77,17	Taronja-groc
TO/C/A/AC/1	88,83	Blanco	86,06	Blanco	6,26	Grisós	12,48	Dèbil	79,59	Groc ataronjat	84,24	Groc ataronjat
TY/C/A/1:3/12	89,30	Blanco	85,79	Muy claro	5,57	Grisós	14,95	Dèbil	79,23	Groc ataronjat	79,82	Groc ataronjat
TY/C/A/AC/8	88,47	Blanco	85,05	Muy claro	4,87	Grisós	14,99	Dèbil	79,07	Groc ataronjat	79,38	Groc ataronjat
TO/C/A/CHAM/9	83,26	Muy claro	82,27	Muy claro	6,91	Grisós	12,48	Grisós	81,72	Groc ataronjat	82,89	Groc ataronjat

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

Taula 58. Valors de la derivació de les coordenades  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponents al assaig de corrosió 72 hores després.

Nom	$L^*(a)$	Nominació	$L^*(d)$	Nominació	$C^*(a)$	Nominació	$C^*(d)$	Nominació	$h^\circ(a)$	Nominació	$h^\circ(d)$	Nominació
TY/C/A/P/9	76,00	Blanco	63,44	Claro	7,77	Dèbil	11,72	Dèbil	55,66	Taronja vermellós	60,20	Taronja-groc
TO/C/A/P/2	86,29	Blanco	86,24	Blanco	6,62	Grisós	14,04	Dèbil	79,42	Groc ataronjat	79,93	Taronja
TY/C/A/CHAM/12	87,71	Blanco	79,61	Muy claro	9,75	Dèbil	13,64	Dèbil	78,46	Taronja-groc	80,22	Taronja-groc
TO/C/A/1:3/4	87,07	Blanco	84,40	Muy claro	7,93	Dèbil	11,61	Dèbil	76,16	Taronja-groc	76,32	Taronja-groc
TO/C/A/1:2/10	78,11	Muy claro	83,83	Muy claro	6,61	Grisós	14,85	Dèbil	56,97	Taronja roig	78,10	Groc ataronjat
TY/C/A/1:2/6	87,78	Blanco	66,02	Claro	9,23	Dèbil	10,97	Dèbil	79,72	Groc ataronjat	61,89	Groc ataronjat
TO/C/A/AC/1	88,83	Blanco	87,20	Blanco	6,26	Grisós	9,56	Dèbil	79,59	Groc ataronjat	83,44	Groc ataronjat
TY/C/A/1:3/12	89,30	Blanco	87,24	Blanco	5,57	Grisós	10,67	Dèbil	79,23	Groc ataronjat	83,49	Groc ataronjat
TY/C/A/AC/8	88,47	Blanco	77,93	Muy claro	4,87	Grisós	14,10	Dèbil	79,07	Groc ataronjat	81,39	Taronja
TO/C/A/CHAM/9	83,26	Muy claro	84,06	Muy claro	6,91	Grisós	12,52	Grisós	81,72	Groc ataronjat	82,25	Roig-Taronja

Taula 59. Valors de la derivació de les coordenades  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponents al assaig de corrosió 96 hores després.

Nom	$L^*(a)$	Nominació	$L^*(d)$	Nominació	$C^*(a)$	Nominació	$C^*(d)$	Nominació	$h^\circ(a)$	Nominació	$h^\circ(d)$	Nominació
TY/C/A/P/9	76,00	Molt clar	55,08	Mig	7,77	Dèbil	12,44	Dèbil	55,66	Taronja vermellós	54,96	Taronja vermellós
TO/C/A/P/2	86,29	Blanc	85,54	Molt clar	6,62	Grisós	13,59	Dèbil	79,42	Groc ataronjat	79,38	Groc ataronjat
TY/C/A/CHAM/12	87,71	Blanc	78,04	Molt clar	9,75	Dèbil	14,23	Dèbil	78,46	Taronja-groc	79,19	Groc ataronjat
TO/C/A/1:3/4	87,07	Blanc	82,32	Molt clar	7,93	Dèbil	13,07	Dèbil	76,16	Taronja-groc	74,78	Taronja-groc
TO/C/A/1:2/10	78,11	Molt clar	82,42	Molt clar	6,61	Grisós	13,84	Dèbil	56,97	Taronja roig	76,59	Groc ataronjat
TY/C/A/1:2/6	87,78	Blanc	61,64	Clar	9,23	Dèbil	11,24	Dèbil	79,72	Groc ataronjat	58,32	Taronja
TO/C/A/AC/1	88,83	Blanc	85,94	Molt clar	6,26	Grisós	9,22	Dèbil	79,59	Groc ataronjat	83,49	Groc ataronjat
TY/C/A/1:3/12	89,30	Blanc	87,08	Blanc	5,57	Grisós	11,00	Dèbil	79,23	Groc ataronjat	83,36	Groc ataronjat
TY/C/A/AC/8	88,47	Blanc	76,78	Molt clar	4,87	Grisós	12,24	Dèbil	79,07	Groc ataronjat	79,63	Groc ataronjat
TO/C/A/CHAM/9	83,26	Molt clar	84,25	Molt clar	6,91	Grisós	11,76	Dèbil	81,72	Groc ataronjat	81,20	Groc ataronjat

Taula 60. Valors de la derivació de les coordenades  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponents al assaig de corrosió 120 hores després.

Nom	$L^*(a)$	Nominació	$L^*(d)$	Nominació	$C^*(a)$	Nominació	$C^*(d)$	Nominació	$h^\circ(a)$	Nominació	$h^\circ(d)$	Nominació
TY/C/A/P/9	76,00	Molt clar	69,05	Clar	7,77	Dèbil	8,84	Dèbil	55,66	Taronja vermellós	72,58	Taronja-groc
TO/C/A/P/2	86,29	Blanc	70,05	Clar	6,62	Grisós	9,94	Dèbil	79,42	Groc ataronjat	61,73	Taronja
TY/C/A/CHAM/12	87,71	Blanc	83,20	Molt clar	9,75	Dèbil	9,89	Dèbil	78,46	Taronja-groc	71,77	Taronja-groc
TO/C/A/1:3/4	87,07	Blanc	88,15	Blanc	7,93	Dèbil	10,01	Dèbil	76,16	Taronja-groc	82,36	Groc ataronjat
TO/C/A/1:2/10	78,11	Molt clar	87,42	Blanc	6,61	Grisós	9,78	Dèbil	56,97	Taronja roig	83,14	Groc ataronjat



MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

TY/C/A/1:2/6	87,78	Blanc	85,82	Molt clar	9,23	Dèbil	9,74	Dèbil	79,72	Groc ataronjat	79,63	Groc ataronjat
TO/C/A/AC/1	88,83	Blanc	87,41	Blanc	6,26	Grisós	10,39	Dèbil	79,59	Groc ataronjat	82,47	Groc ataronjat
TY/C/A/1:3/12	89,30	Blanc	85,51	Molt clar	5,57	Grisós	13,99	Dèbil	79,23	Groc ataronjat	80,94	Groc ataronjat
TY/C/A/AC/8	88,47	Blanc	86,07	Muy claro	4,87	Grisós	11,41	Dèbil	79,07	Groc ataronjat	60,36	Taronja
TO/C/A/CHAM/9	83,26	Molt clar	80,64	Molt clar	6,91	Grisós	8,69	Dèbil	81,72	Groc ataronjat	42,29	Roig-Taronja

Taula 61. Valors de la derivació de les coordenades L\*, C\*, h° amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponents al assaig de Temperatura i Humitat (Primer cicle).

Nom	L*(a)	Nominació	L*(d)	Nominació	C*(a)	Nominació	C*(d)	Nominació	h°(a)	Nominació	h°(d)	Nominació
TY/C/A/P/9	76,00	Blanc	82,06	Molt Clar	7,77	Dèbil	7,43	Dèbil	55,66	Taronja vermellós	79,34	Groc ataronjat
TO/C/A/P/2	86,29	Blanc	71,39	Claro	6,62	Grisós	8,60	Dèbil	79,42	Groc ataronjat	55,35	Taronja vermellós
TY/C/A/CHAM/12	87,71	Blanc	88,87	Blanc	9,75	Dèbil	8,82	Dèbil	78,46	Taronja-groc	78,75	Taronja-groc
TO/C/A/1:3/4	87,07	Blanc	87,91	Blanc	7,93	Dèbil	8,46	Dèbil	76,16	Taronja-groc	78,57	Taronja-groc
TO/C/A/1:2/10	78,11	Blanc	82,81	Molt Clar	6,61	Grisós	10,14	Dèbil	56,97	Taronja roig	78,79	Taronja-groc
TY/C/A/1:2/6	87,78	Blanc	90,47	Blanc	9,23	Dèbil	5,50	Grisós	79,72	Groc ataronjat	82,61	Groc ataronjat
TO/C/A/AC/1	88,83	Blanc	87,73	Blanc	6,26	Grisós	8,46	Dèbil	79,59	Groc ataronjat	81,38	Groc ataronjat
TY/C/A/1:3/12	89,30	Blanc	74,81	Claro	5,57	Grisós	9,12	Dèbil	79,23	Groc ataronjat	58,16	Taronja
TY/C/A/AC/8	88,47	Blanc	86,12	Blanc	4,87	Grisós	6,92	Grisós	79,07	Groc ataronjat	81,03	Groc ataronjat
TO/C/A/CHAM/9	83,26	Molt Clar	89,40	Blanc	6,91	Grisós	5,80	Grisós	81,72	Groc ataronjat	80,55	Groc ataronjat

Taula 62. Valors de la derivació de les coordenades L\*, C\*, h° amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponents al assaig de Temperatura i Humitat (Segon cicle).

Nom	L*(a)	Nominació	L*(d)	Nominació	C*(a)	Nominació	C*(d)	Nominació	h°(a)	Nominació	h°(d)	Nominació
TY/C/A/P/9	76,00	Blanc	89,98	Molt clar	7,77	Dèbil	6,15	Dèbil	55,66	Taronja vermellós	78,71	Groc ataronjat
TO/C/A/P/2	86,29	Blanc	85,70	Blanc	6,62	Grisós	6,95	Grisós	79,42	Groc ataronjat	81,37	Taronja vermellós
TY/C/A/CHAM/12	87,71	Blanc	89,88	Blanc	9,75	Dèbil	5,05	Dèbil	78,46	Taronja-groc	78,19	Taronja-groc
TO/C/A/1:3/4	87,07	Blanc	85,93	Blanc	7,93	Dèbil	10,46	Dèbil	76,16	Taronja-groc	74,93	Taronja-groc
TO/C/A/1:2/10	78,11	Blanc	88,51	Molt clar	6,61	Grisós	8,24	Dèbil	56,97	Taronja roig	76,97	Taronja-groc
TY/C/A/1:2/6	87,78	Blanc	90,53	Blanc	9,23	Dèbil	5,44	Grisós	79,72	Groc ataronjat	80,14	Groc ataronjat
TO/C/A/AC/1	88,83	Blanc	85,83	Blanc	6,26	Grisós	7,88	Dèbil	79,59	Groc ataronjat	81,04	Groc ataronjat
TY/C/A/1:3/12	89,30	Blanc	86,18	Clar	5,57	Grisós	9,78	Dèbil	79,23	Groc ataronjat	78,62	Taronja
TY/C/A/AC/8	88,47	Blanc	77,06	Blanc	4,87	Grisós	8,33	Grisós	79,07	Groc ataronjat	59,95	Groc ataronjat
TO/C/A/CHAM/9	83,26	Molt clar	76,71	Blanc	6,91	Grisós	7,94	Grisós	81,72	Groc ataronjat	56,20	Groc ataronjat

MORTERS DE CALÇ HIDRÀULICA PER A LA CONSOLIDACIÓ DE LES ESTRUCTURES DE LA CASA POLYMNIA DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE POLLENTIA (MALLORCA).

Taula 63. Valors de la derivació de les coordenades  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  amb SCI i variació del color total ( $\Delta E_{ab}^*$ ) corresponents a les mostres In Situ.

Nom	$L^*(a)$	Nominació	$L^*(d)$	Nominació	$C^*(a)$	Nominació	$C^*(d)$	Nominació	$h^\circ(a)$	Nominació	$h^\circ(d)$	Nominació
TY/C/A/P/9	76,00	Blanco	65,89	Claro	7,77	Dèbil	13,64	Dèbil	55,66	Taronja vermellós	67,49	Taronja-groc
TO/C/A/P/2	86,29	Blanco	74,81	Claro	6,62	Grisós	10,89	Dèbil	79,42	Groc ataronjat	63,71	Taronja
TY/C/A/CHAM/12	87,71	Blanco	86,25	Blanco	9,75	Dèbil	10,43	Dèbil	78,46	Taronja-groc	80,58	Groc ataronjat
TO/C/A/1:3/4	87,07	Blanco	87,62	Blanco	7,93	Dèbil	8,90	Dèbil	76,16	Taronja-groc	81,90	Groc ataronjat
TO/C/A/1:2/10	78,11	Muy claro	86,93	Blanco	6,61	Grisós	8,20	Dèbil	56,97	Taronja roig	82,15	Groc ataronjat
TY/C/A/1:2/6	87,78	Blanco	84,99	Blanco	9,23	Dèbil	8,07	Dèbil	79,72	Groc ataronjat	81,09	Groc ataronjat
TO/C/A/AC/1	88,83	Blanco	88,38	Blanco	6,26	Grisós	8,38	Dèbil	79,59	Groc ataronjat	77,51	Taronja-groc
TY/C/A/1:3/12	89,30	Blanco	85,49	Muy claro	5,57	Grisós	13,76	Dèbil	79,23	Groc ataronjat	79,32	Groc ataronjat
TY/C/A/AC/8	88,47	Blanco	80,54	Blanco	4,87	Grisós	16,87	Dèbil	79,07	Groc ataronjat	78,93	Taronja-groc
TO/C/A/CHAM/9	83,26	Muy claro	85,05	Muy claro	6,91	Grisós	10,91	Dèbil	81,72	Groc ataronjat	78,52	Taronja-groc

Taula 64. Taula de conversió lèxica pels assajos colorimètrics

CLARIDAD (L\*)

CLARIDADES	
L = Claridad	Nomenclatura
86-100	BLANCO
75-86	Muy claro
56-75	Claro
35-56	Medio
20-35	Oscuro
11-20	Muy oscuro
0-11	NEGRO

CROMA (C\*) [Varia con los tonos]

ROJO / VERDE / PURPURA	
Magenta(0°)- ROJO(30°)- naranja(60°)	
Limón(120°) –VERDE (150°)- esmeralda(180°)	
Violeta(300°) – PURPURA(330°)- magenta (360°)	
Croma	Léxico
1-7	Grisáceo
7-25	Débil
25-45	Medio
45-65	Vivo
65-80	Puro

<b>AMARILLO</b> Naranja(60°) –AMARILLO(90°)- Limón (120°)	
<b>Croma</b>	<b>Léxico</b>
1-7	Grisáceo
7-25	Débil
25-45	Medio
45-65	Fuerte
65-80	Vivo
<b>80-100</b>	Puro

<b>CYAN</b> Esmeralda(180°)-CYAN (210°)- Turquesa (240°)	
<b>Croma</b>	<b>Léxico</b>
1-7	Grisáceo
7-25	Débil
25-45	Medio
45-60	Vivo
<b>60-80</b>	Puro

<b>AZUL</b> Turquesa(240°)- AZUL (270°)- Violeta (300°)	
<b>Croma</b>	<b>Léxico</b>
1-9	Grisáceo
<b>9-25</b>	Débil
25-45	Medio
45-65	Vivo
65-80	Puro

TONOS

TONOS	
Angulo en grados	Léxico
357-4	MAGENTA
4-11	Magenta rojizo
11-19	<b>Magenta-Rojo</b>
19-27	Rojo magentado
27-34	<b>ROJO</b>
34-41	<b>Rojo anaranjado</b>
41-49	<b>Rojo-Naranja</b>
49-57	Naranja rojizo
57-64	<b>NARANJA</b>
64-71	Naranja amarillento
71-79	<b>Naranja-Amarillo</b>
79-87	Amarillo anaranjado
87-94	<b>AMARILLO</b>
94-101	Amarillo limonado
101-109	<b>Amarillo-Limón</b>
109-117	Limón amarillento
117-124	<b>LIMÓN</b>
124-131	Limón verdoso
131-139	<b>Limón-Verde</b>
139-147	Verde limonado
147-153	<b>VERDE</b>
153-161	Verde esmeraldado
161-169	<b>Verde-Esmeralda</b>
169-177	Esmeralda verdoso
177-184	<b>ESMERALDA</b>
184-191	Esmeralda cyanado
191-199	<b>Esmeralda-Cyan</b>
199-207	Cyan esmeraldado
207-214	<b>CYAN</b>
214-221	Cyan turquesado

221-229	<b>Cyan-Turquesa</b>
229-237	Turquesa cyanado
237-243	<b>TURQUESA</b>
243-251	Turquesa azulado
251-259	<b>Turquesa-Azul</b>
259-267	Azul turquesado
267-273	<b>AZUL</b>
273-281	Azul violado
281-289	<b>Azul-Violeta</b>
289-297	Violeta azulado
297-304	<b>VIOLETA</b>
304-311	Violeta purpúreo
311-319	<b>Violeta-Púrpura</b>
319-327	Púrpura violado
327-334	<b>PÚRPURA</b>
334-341	Púrpura magentado
341-349	<b>Púrpura-Magenta</b>
349-357	Magenta purpúreo

GRISES (no tienen ni tono ni croma)

<b>GRISES</b>		
<b>Croma 0</b>	<b>Claridad</b>	<b>Léxico</b>
---	86-100	BLANCO
GRIS	75-86	Muy claro
	56-75	Claro
	35-56	Medio
	20-35	Oscuro
	11-20	Muy oscuro
---	0.11	NEGRO <sup>29</sup>

<sup>29</sup> En los valores extremos (Blanco y Negro) se suprime la palabra gris.

Taula 65. Valors de la crobació dels diferents materials



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

UNE 103-101-95

IMPRESO DE ENSAYO [IE - GTC - 02 - 02]

TIPO DE MUESTRA: SUELO NATURAL CÓDIGO DE MUESTRA: 1AT

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA TOTAL (g)	A	---	518,1	REFERENCIA TARA	T-1		
MASA TOTAL RETENIDA SOBRE EL TAMIZ 20 mm, LAVADA Y SECA (g)	B	---	0,0	TARA	T	11,6	
FRACCIÓN DE MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ UNE 20 mm				HUMEDAD NATURAL	TARA+SUELO+AGUA	(1) T+S+A 556,8	
PORCIÓN QUE PASA POR EL TAMIZ 20 mm, SECA AL AIRE (g)	C	---	518,1		TARA+SUELO	(2) T+S 529,7	
FRACCIÓN COMPRENDIDA ENTRE LOS TAMICES UNE 20 Y UNE 2 mm				AGUA	A	(1)-(2) 27,1	
MUESTRA RETENIDA ENTRE EL TAMIZ 20 Y TAMIZ 2 mm, LAVADA Y SECA (g)	D	---	10,0	SUELO	S	(2)-T 518,1	
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA MUESTRA COMPRENDIDA ENTRE LOS TAMICES 20 Y 2 mm	f <sub>1</sub>	(A-B)/C	1,0000	HUMEDAD NATURAL	h.h.	(A/S) * 100 5,2	
MUESTRA TOTAL ENTRE EL TAMIZ 20 mm Y EL TAMIZ 2 mm, LAVADA Y SECA (g)	E	D X f <sub>1</sub>	10,0	FACTOR DE CORRECCIÓN POR HUMEDAD HIGROSCÓPICA	f	100 / (100+h.h.) 1,0000	
MUESTRA TOTAL RETENIDA EN EL TAMIZ 2 mm, LAVADA Y SECA (g)	F	B+E	10,0	CONDICIONES AMBIENTALES DE LABORATORIO			
FRACCIÓN DE MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ UNE 2 mm				TEMPERATURA (°C):	21,0	HUMEDAD R. (%):	42,0
MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, ENSAYADA SECADA AL AIRE (g)	G	---	508,1				
MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, ENSAYADA Y SECA (g)	H	G X f	508,1				
MUESTRA TOTAL QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, SECA (g)	J	(A-F) X f	508,1				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm	f <sub>2</sub>	J / H	1,0000				
MUESTRA TOTAL SECA (g)	K	F + J	518,1				

Nota: Los factores de corrección "f", "f1" y "f2" se calculan con 4 cifras decimales

LECTURAS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

TAMICES ASTM	UNE (mm)	RETENIDO ENTRE TAMICES (g)		PASA EN MUESTRA TOTAL		OBSERVACIONES
		PARTE ENSAYADA (g)	EN MUESTRA TOTAL (g)	(g)	% PASA	
3,5"	100		0	518,1	100,0	
3"	80		0	518,1	100,0	
2,5"	63		0	518,1	100,0	
2"	50		0	518,1	100,0	
1,5"	40		0	518,1	100,0	
1"	25		0,0	518,1	100,0	
3/4"	20		0,0	518,1	100,0	
0,5"	12,5	0,0	0,0	518,1	100,0	
3/8"	10	0,0	0,0	518,1	100,0	
1/4"	6,3	0,0	0,0	518,1	100,0	
Nº 4	5	0,0	0,0	518,1	100,0	
Nº 10	2	10,0	10,0	508,1	98,1	
Nº 16	1,25	19,55	19,6	488,6	94,3	
Nº 40	0,40	114,58	114,6	374,0	72,2	
Nº 80	0,16	94,82	94,8	279,2	53,9	
Nº 200	0,080	43,72	43,7	235,4	45,4	



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

UNE 103-101-95

**IMPRESO DE ENSAYO [IE - GTC - 02 - 02]**

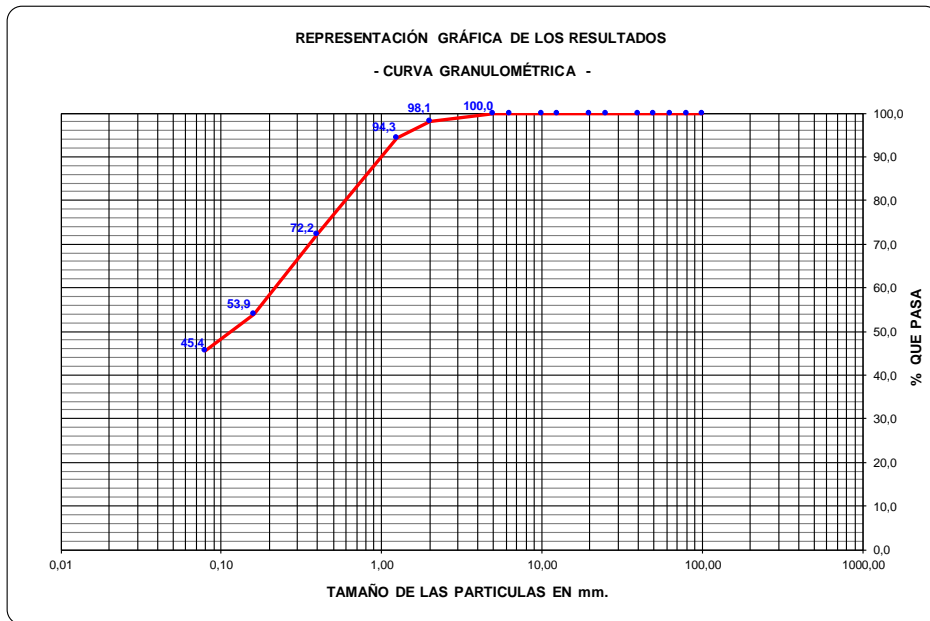
TIPO DE MUESTRA:

SUELO NATURAL

CÓDIGO DE MUESTRA:

1A7

**OBTENCIÓN Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS**



**COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA ( Clasificación S.U.C.S. )**

GRAVAS (RETIENE 5 mm)		<b>9,9</b>	%
ARENAS (PASA 5 Y RET 0,08 mm)		<b>74,1</b>	%
ARCILLAS Y LIMOS (PASA 0,08 mm)		<b>15,9</b>	%

OBSERVACIONES: Se observa presencia de materia orgánica

FECHA Y HORA INICIO DE ENSAYO:

14-12-2009 / 9:00

FECHA Y HORA FINAL DE ENSAYO:

16-12-2009 / 9:30

Laborante

Técnico Responsable del Ensayo

Fdo:

Fdo:





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

UNE 103-101-95

IMPRESO DE ENSAYO [IE - GTC - 02 - 02]

TIPO DE MUESTRA: SUELO NATURAL CÓDIGO DE MUESTRA: 3A0

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA TOTAL (g)	A	--	553,7	REFERENCIA TARA	T-1	
MASA TOTAL RETENIDA SOBRE EL TAMIZ 20 mm, LAVADA Y SECA (g)	B	--	0,0	TARA	T	11,2
FRACCIÓN DE MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ UNE 20 mm				HUMEDAD NATURAL	TARA+SUELO+AGUA	(1) T+S+A 579,4
PORCIÓN QUE PASA POR EL TAMIZ 20 mm, SECA AL AIRE (g)	C	--	553,7		TARA+SUELO	(2) T+S 564,9
FRACCIÓN COMPRENDIDA ENTRE LOS TAMIZES UNE 20 Y UNE 2 mm					AGUA	A (1)-(2) 14,5
MUESTRA RETENIDA ENTRE EL TAMIZ 20 Y TAMIZ 2 mm, LAVADA Y SECA (g)	D	--	0,0		SUELO	S (2)-T 553,7
FACTOR DE CORRECCION DE LA MUESTRA COMPRENDIDA ENTRE LOS TAMICES 20 Y 2 mm				HUMEDAD NATURAL	h.h.	(A / S) * 100 2,6
MUESTRA TOTAL ENTRE EL TAMIZ 20 mm Y EL TAMIZ 2 mm, LAVADA Y SECA (g)	E	D X f <sub>1</sub>	0,0	FACTOR DE CORRECCIÓN POR HUMEDAD HIGROSCÓPICA	f	100 / (100+h.h.) 1,0000
MUESTRA TOTAL RETENIDA EN EL TAMIZ 2 mm, LAVADA Y SECA (g)	F	B+E	0,0			
FRACCIÓN DE MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ UNE 2 mm				CONDICIONES AMBIENTALES DE LABORATORIO		
MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, ENSAYADA SECADA AL AIRE (g)	G	--	553,7	TEMPERATURA (°C):	21,0	HUMEDAD R. (%): 42,0
MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, ENSAYADA Y SECA (g)	H	G X f	553,7			
MUESTRA TOTAL QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, SECA (g)	J	(A-F) X f	553,7			
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm						
	f <sub>2</sub>	J / H	1,0000			
MUESTRA TOTAL SECA (g)	K	F + J	553,7			

Nota: Los factores de corrección "f", "f1" y "f2" se calculan con 4 cifras decimales

LECTURAS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

TAMICES ASTM UNE (mm)	RETENIDO ENTRE TAMICES (g)		PASA EN MUESTRA TOTAL		OBSERVACIONES
	PARTE ENSAYADA (g)	EN MUESTRA TOTAL (g)	(g)	% PASA	
3,5" 100		0	553,7	100,0	
3" 80		0	553,7	100,0	
2,5" 63		0	553,7	100,0	
2" 50		0	553,7	100,0	
1,5" 40		0	553,7	100,0	
1" 25		0,0	553,7	100,0	
3/4" 20		0,0	553,7	100,0	
0,5" 12,5		0,0	553,7	100,0	
3/8" 10		0,0	553,7	100,0	
1/4" 6,3		0,0	553,7	100,0	
Nº 4 5		0,0	553,7	100,0	
Nº 10 2		0,0	553,7	100,0	
Nº 16 1,25		0,89	552,8	99,8	
Nº 40 0,40		117,68	435,1	78,6	
Nº 80 0,16		343,66	91,5	16,5	
Nº 200 0,080		55,02	36,4	6,6	



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

UNE 103-101-95

**IMPRESO DE ENSAYO [IE - GTC - 02 - 02]**

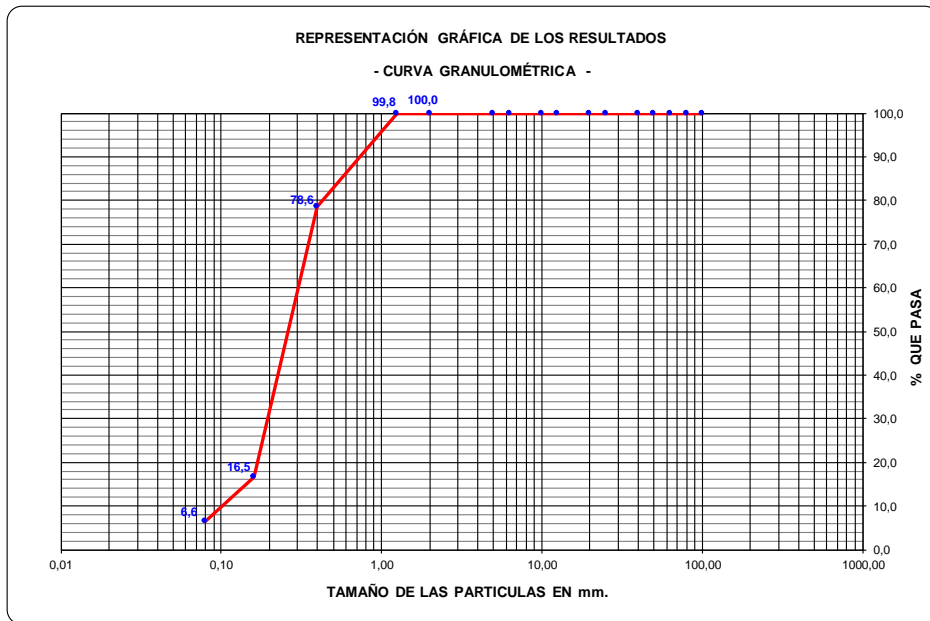
TIPO DE MUESTRA:

SUELO NATURAL

CÓDIGO DE MUESTRA:

3A0

**OBTENCIÓN Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS**



**COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA ( Clasificación S.U.C.S. )**

GRAVAS (RETIENE 5 mm)		<b>9,9</b>	%
ARENAS (PASA 5 Y RET 0,08 mm)		<b>74,1</b>	%
ARCILLAS Y LIMOS (PASA 0,08 mm)		<b>15,9</b>	%

OBSERVACIONES: Se observa presencia de materia orgánica

FECHA Y HORA INICIO DE ENSAYO:

14-12-2009 / 9:00

FECHA Y HORA FINAL DE ENSAYO:

16-12-2009 / 9:30

Laborante

Técnico Responsable del Ensayo

Fdo:

Fdo:

Laboratorio de Geotecnia - Departamento de Ingeniería del Terreno

Página 2 de 2



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

UNE 103-101-95

**IMPRESO DE ENSAYO [IE - GTC - 02 - 02]**

TIPO DE MUESTRA: SUELO NATURAL CÓDIGO DE MUESTRA: 57J

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA TOTAL (g)	A	--	510,8	REFERENCIA TARA	T-1			
MASA TOTAL RETENIDA SOBRE EL TAMIZ 20 mm, LAVADA Y SECA (g)	B	--	0,0	TARA	T	--	11,8	
FRACCIÓN DE MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ UNE 20 mm				HUMEDAD NATURAL	TARA+SUELO+AGUA	(1)	T+S+A	534,7
PORCIÓN QUE PASA POR EL TAMIZ 20 mm, SECA AL AIRE (g)	C	--	510,8		TARA+SUELO	(2)	T+S	522,6
FRACCIÓN COMPRENDIDA ENTRE LOS TAMIZES UNE 20 Y UNE 2 mm					AGUA	A	(1)-(2)	12,1
MUESTRA RETENIDA ENTRE EL TAMIZ 20 Y TAMIZ 2 mm, LAVADA Y SECA (g)	D	--	0,1		SUELO	S	(2)-T	510,8
FACTOR DE CORRECCION DE LA MUESTRA COMPRENDIDA ENTRE LOS TAMICES 20 Y 2 mm	f <sub>1</sub>	(A-B)/C	1,0000	HUMEDAD NATURAL	h.h.	(A / S) * 100	2,4	
MUESTRA TOTAL ENTRE EL TAMIZ 20 mm Y EL TAMIZ 2 mm, LAVADA Y SECA (g)	E	D X f <sub>1</sub>	0,1	FACTOR DE CORRECCIÓN POR HUMEDAD HIGROSCÓPICA	f	100 / (100+h.h.)	1,0000	
MUESTRA TOTAL RETENIDA EN EL TAMIZ 2 mm, LAVADA Y SECA (g)	F	B+E	0,1	CONDICIONES AMBIENTALES DE LABORATORIO				
FRACCIÓN DE MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ UNE 2 mm				TEMPERATURA (° C):	21,0	HUMEDAD R. (%):	42,0	
MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, ENSAYADA SECADA AL AIRE (g)	G	--	510,7					
MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, ENSAYADA Y SECA (g)	H	G X f	510,7					
MUESTRA TOTAL QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, SECA (g)	J	(A-F) X f	510,7					
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm	f <sub>2</sub>	J / H	1,0000					
MUESTRA TOTAL SECA (g)	K	F + J	510,8					

Nota: Los factores de corrección "f", "f1" y "f2" se calculan con 4 cifras decimales

**LECTURAS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO**

TAMICES ASTM UNE (mm)	RETENIDO ENTRE TAMICES (g)		PASA EN MUESTRA TOTAL		OBSERVACIONES
	PARTE ENSAYADA (g)	EN MUESTRA TOTAL (g)	(g)	% PASA	
3,5" 100		0	510,8	100,0	
3" 80		0	510,8	100,0	
2,5" 63		0	510,8	100,0	
2" 50		0	510,8	100,0	
1,5" 40		0	510,8	100,0	
1" 25		0,0	510,8	100,0	
3/4" 20		0,0	510,8	100,0	
0,5" 12,5	0,0	0,0	510,8	100,0	
3/8" 10	0,0	0,0	510,8	100,0	
1/4" 6,3	0,0	0,0	510,8	100,0	
Nº 4 5	0,0	0,0	510,8	100,0	
Nº10 2	0,1	0,1	510,7	100,0	
Nº16 1,25	10,02	10,0	500,7	98,0	
Nº40 0,40	61,31	61,3	439,4	86,0	
Nº80 0,16	57,74	57,7	381,7	74,7	
Nº200 0,080	34,02	34,0	347,6	68,1	



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

UNE 103-101-95

**IMPRESO DE ENSAYO [IE - GTC - 02 - 02]**

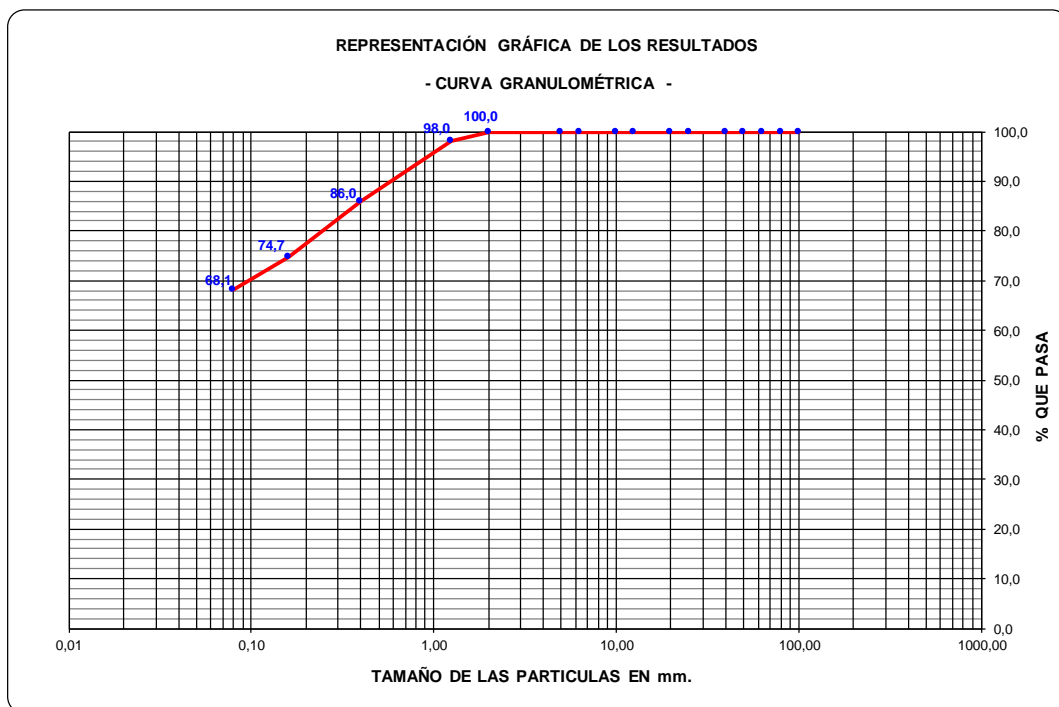
TIPO DE MUESTRA:

SUELO NATURAL

CÓDIGO DE MUESTRA:

57J

**OBTENCIÓN Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS**



**COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA ( Clasificación S.U.C.S. )**

GRAVAS (RETIENE 5 mm)		<b>9,9</b>	%
ARENAS (PASA 5 Y RET 0,08 mm)		<b>74,1</b>	%
ARCILLAS Y LIMOS (PASA 0,08 mm)		<b>15,9</b>	%

OBSERVACIONES: Se observa presencia de materia orgánica

FECHA Y HORA INICIO DE ENSAYO: 14-12-2009 / 9:00

FECHA Y HORA FINAL DE ENSAYO: 16-12-2009 / 9:30

Laborante

Técnico Responsable del Ensayo

Fdo:

Fdo:



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

UNE 103-101-95

IMPRESO DE ENSAYO [IE - GTC - 02 - 02]

TIPO DE MUESTRA: SUELO NATURAL CÓDIGO DE MUESTRA: 4 TV

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA TOTAL (g)	A	--	547,7	REFERENCIA TARA	T-1		
MASA TOTAL RETENIDA SOBRE EL TAMIZ 20 mm, LAVADA Y SECA (g)	B	--	0,0	TARA	T	--	11,6
FRACCIÓN DE MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ UNE 20 mm				TARA+SUELO+AGUA	(1)	T+S+A	560,2
PORCIÓN QUE PASA POR EL TAMIZ 20 mm, SECA AL AIRE (g)	C	--	547,7	TARA+SUELO	(2)	T+S	559,3
FRACCIÓN COMPRENDIDA ENTRE LOS TAMIZES UNE 20 Y UNE 2 mm				AGUA	A	(1)-(2)	0,9
MUESTRA RETENIDA ENTRE EL TAMIZ 20 Y TAMIZ 2 mm, LAVADA Y SECA (g)	D	--	171,9	SUELO	S	(2)-T	547,7
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA MUESTRA COMPRENDIDA ENTRE LOS TAMIZES 20 Y 2 mm				HUMEDAD NATURAL	h.h.	(A / S) * 100	0,2
MUESTRA TOTAL ENTRE EL TAMIZ 20 mm Y EL TAMIZ 2 mm, LAVADA Y SECA (g)	E	D X f <sub>1</sub>	171,9	FACTOR DE CORRECCIÓN POR HUMEDAD HIGROSCÓPICA	f	100 / (100+h.h.)	1,0000
FRACCIÓN DE MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ UNE 2 mm				CONDICIONES AMBIENTALES DE LABORATORIO			
MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, ENSAYADA SECADA AL AIRE (g)	G	--	375,8	TEMPERATURA (°C):	21,0	HUMEDAD R. (%):	42,0
MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, ENSAYADA Y SECA (g)	H	G X f	375,8				
MUESTRA TOTAL QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm, SECA (g)	J	(A-F) X f	375,8				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA MUESTRA QUE PASA POR EL TAMIZ 2 mm							
MUESTRA TOTAL SECA (g)	K	F + J	547,7				

Nota: Los factores de corrección "f", "f1" y "f2" se calculan con 4 cifras decimales

LECTURAS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

TAMICES ASTM UNE (mm)	RETENIDO ENTRE TAMICES (g)		PASA EN MUESTRA TOTAL		OBSERVACIONES
	PARTE ENSAYADA (g)	EN MUESTRA TOTAL (g)	(g)	% PASA	
3,5" 100		0	547,7	100,0	Frac. Ret. UNE 20 mm
3" 80		0	547,7	100,0	
2,5" 63		0	547,7	100,0	
2" 50		0	547,7	100,0	
1,5" 40		0	547,7	100,0	
1" 25		0,0	547,7	100,0	
3/4" 20		0,0	547,7	100,0	
0,5" 12,5	0,0	0,0	547,7	100,0	
3/8" 10	0,0	0,0	547,7	100,0	
1/4" 6,3	36,9	36,9	510,9	93,3	
Nº 4 5	17,5	17,5	493,3	90,1	
Nº10 2	117,5	117,5	375,8	68,6	
Nº16 1,25	50,54	50,5	325,3	59,4	
Nº40 0,40	110,89	110,9	214,4	39,1	
Nº80 0,16	81,36	81,4	133,0	24,3	
Nº200 0,080	45,82	45,8	87,2	15,9	



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

UNE 103-101-95

**IMPRESO DE ENSAYO [IE - GTC - 02 - 02]**

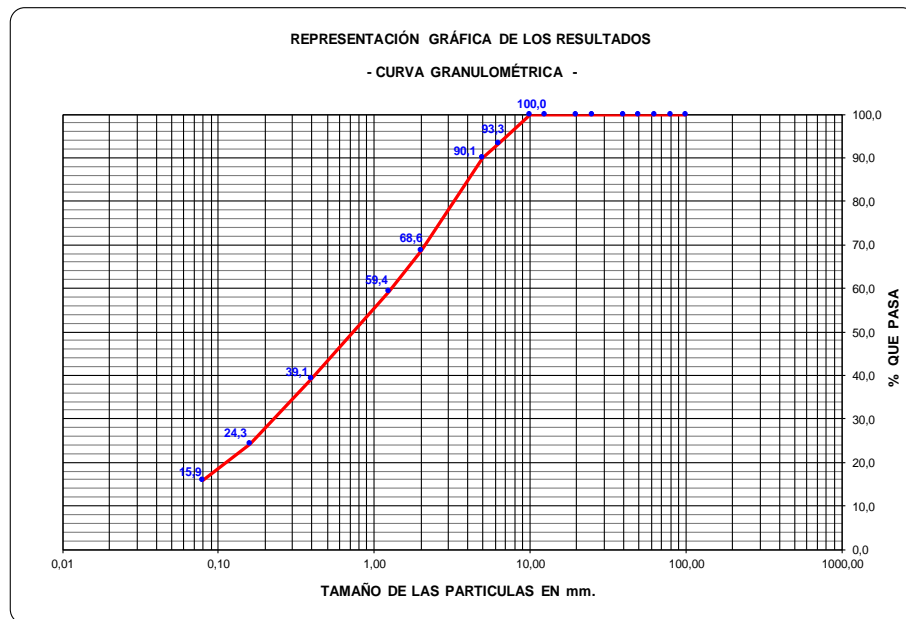
TIPO DE MUESTRA:

SUELO NATURAL

CÓDIGO DE MUESTRA:

4 TV

**OBTENCIÓN Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS**



**COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA ( Clasificación S.U.C.S. )**

GRAVAS (RETIENE 5 mm)		<b>9,9</b>	%
ARENAS (PASA 5 Y RET 0,08 mm)		<b>74,1</b>	%
ARCILLAS Y LIMOS (PASA 0,08 mm)		<b>15,9</b>	%

OBSERVACIONES: Se observa presencia de materia orgánica

FECHA Y HORA INICIO DE ENSAYO:

14-12-2009 / 9:00

FECHA Y HORA FINAL DE ENSAYO:

16-12-2009 / 9:30

Laborante

Técnico Responsable del Ensayo

Fdo:

Fdo:

Laboratorio de Geotecnia - Departamento de Ingeniería del Terreno

Página 2 de 2

## ÍNDIX D'IMATGES

Figura 1. Localització de Pollentia en el mapa

Figura 2. Mapa Pollentia

Figura 3. Traçat casa Polymnia

Figura 4. Mapa de danys sobre una part d'una estructura

Figura 5. Percentatge aproximat de la quantitat de morter present

Figura 6. Vista general zona superior de la Casa Polymnia

Figura 7. Detall de les estructures

Figura 8. Detall vegetació sobre estructures

Figura 9. Detall mostra calç hidràulica

Figura 10. Detall mostra putzolana

Figura 11. Detall mostra Acril 33®

Figura 12. Propietats de la xamota

Figura 13. Propietats de l'àrid

Figura 14. Pesat dels materials

Figura 15. Agitador elèctric

Figura 16. Pesada per tamany

Figura 17. Detall granulometries de la Putzolana

Figura 18. Detall granulometries de la terra de jaciment

Figura 19. Detall granulometries terra d'obra

Figura 20 . Detall granulometries

Figura 21. Motlle

Figura 22. Preparació del morter

Figura 23. Abocament del morter al motlle

Figura 24. Provetes

Figura 25. Mesures colorimètriques

Figura 26. Puntetes per a l'abradió

Figura 27. Lineal Abraser

Figura 28. Realització dels primers cicles

Figura 29. Càmera So<sub>2</sub>

Figura 30. Càmera temperatura i humitat

Figura 31. Càmera UV

Figura 32. Detall de la col·locació de les mostres

Figura 33. Observació lupa binocular

Figura 34. Mostres In Situ

Figura 35. Detall de les mostres In Situ

Figura 36. TO/C/A/1:3/2

Figura 37. TO/C/A/1:2/1

Figura 38. TO/C/A/P

Figura 39. TY/C/A/P/1

Figura 40. TO/C/A/CHAM/1

Figura 41. TY/C/A/1:2/1

Figura 42. TY/C/A/1:3/2

Figura 43. TY/C/A/AC/3

Figura 44. TO/C/AC/3

Figura 45. TY/C/A/CHAM

Fig 46. Mostra abans del cicle 10 x

Fig 47. Detall 10 X

Fig 48. Detall 10 X



Fig 49. Detall 10 X

Fig 50. Mostra abans del cicle

Fig 51. Detall 10 X

Fig 52. Detall 10 X

Fig 53. Detall 10 X

Fig 54. Mostra abans del cicle 10 x

Fig 55. Detall 10 X

Fig 56. Detall 10 X

Fig 57. Detall 10 X

Fig 58. Mostra abans del cicle 10 x

Fig 59. Detall 10 X

Fig 60. Detall 10 X

Fig 61. Detall 10 X

Fig 63. Detall 10 X

Fig 64. Detall 10 X

Fig 65. Detall 10 X

Fig 66. Mostra abans del cicle 10 x

Fig 67. Detall 10 X

Fig 68. Detall 10 X

Fig 69. Detall 10 X

Fig 70. Mostra abans del cicle 10 x

Fig 71. Detall 10 X

Fig 72. Detall 10 X

Fig 73. Detall 10 X

Fig 74. Mostra abans del cicle

Fig 75. Detall 10 X

Fig 76. Detall 10 X

Fig 77. Detall 10 X

Fig 78. Mostra abans del cicle

Fig 79. Detall 10 X

Fig 80. Detall 10 X

Fig 81. Detall 10 X

Fig 82. Mostra abans del cicle

Fig 83. Detall 10 X

Fig 84. Detall 10 X

Fig 85. Detall 10 X

