

ANNEX 3
**CLAUSTRE DE MAS DEL VENT,
PALAMÓS, GIRONA**
Patrimoni 2.0 consultors, s.l
Dept. Cristal·lografia i Mineralogia. UB



PATRIMONI

consultors

patrimoni històric:
estudis i projectes



UNIVERSITAT DE BARCELONA

U

B



Claustre de Mas del Vent, Palamós, Girona

Dades analítiques per a la seva
cronologia medieval

Dept. Cristal·lografia i Mineralogia
Universitat de Barcelona
tel 93 402 13 57 fax 93 402 13 40
www.patrimoni-ub.net
info@patrimoni-ub.net

Patrimoni 2.0 consultors, s.l.
Escultor Canet 36, local.
Barcelona 08028
tel. 93 200 99 44
www.fempatrimoni.cat
info@fempatrimoni.cat



Claustre de Mas del Vent, Palamós, Girona

Dades analítiques per a la seva
cronologia medieval

Autors:

Màrius Vendrell (Universitat de Barcelona)

Pilar Giráldez (Patrimoni 2.0)

Sarah Boularand (Patrimoni 2.0)

Sabrina Senouci (Patrimoni 2.0)

Andrés Vadillo (Patrimoni 2.0)

Lorena Merino (Patrimoni 2.0)

Barcelona, juliol de 2014

Introducció	1
Procediment analític	2
Criteri de mostreig	2
Extrapolació de les dades analítiques	5
Resultats analítics	5
Pedra	5
Morters	20
Recobriments artificials	25
Estat de conservació	36
Degradació deguda a tractaments modernes	36
Degradacions mecàniques	37
Degradacions físico-químiques	46
Degradacions biològiques	47
Discussió dels resultats	54
Dades relatives a l'avaluació de l'antiguitat del claustre	54
Sistemes constructius (original i reconstrucció)	71
Conclusions	72
Datació absoluta	72

Introducció

El juliol del 2012, els autors del present informe van fer una primera visita en el decurs de la qual es va fer una inspecció general del conjunt i se'n van extreure algunes mostres, l'estudi i anàlisi de les quals va donar lloc a l'esmentat informe "***Claustre de Mas del Vent, Palamós (Girona) - Estudi dels materials constitutius; anàlisi de danys i recobriments. Valoració d'accions anteriors. Contribució a la seva cronologia***" de juliol de 2012.



Com a continuació del referit informe, en el present estudi s'aprofundeix en el coneixement del claustre a través de les anàlisis dels seus materials i del seu estat de conservació, incloent la caracterització de les pàtines i altres recobriments que no havien estat analitzats amb prou detall en l'estudi anterior.

En una segona visita efectuada a principis de l'any 2014 s'ha pogut fer una inspecció més sistemàtica (la primera va tenir una durada limitada a dues hores) i realitzar un mostreig complementari per estendre la informació disponible. El present informe recull, doncs, els resultats d'ambdues campanyes i les conclusions que els autors proposen considerant la globalitat dels materials analitzats i la informació addicional disponible. Complementàriament, s'han efectuat dues visites de treball a la catedral de Salamanca, especialment a l'actual claustre, a més d'altres edificis i monuments de la ciutat construïts amb la mateixa pedra que el claustre de Mas del Vent.

Procediment analític

Criteri de mostreig

S'han extret mostres del claustre durant les dues visites esmentades: una el juliol de 2012 i una altre a principis del 2014. Ambdós mostreigs s'han realitzat després d'una acurada observació *in situ* visual i amb microscopi portàtil per poder recollir dades que permetin una completa caracterització dels



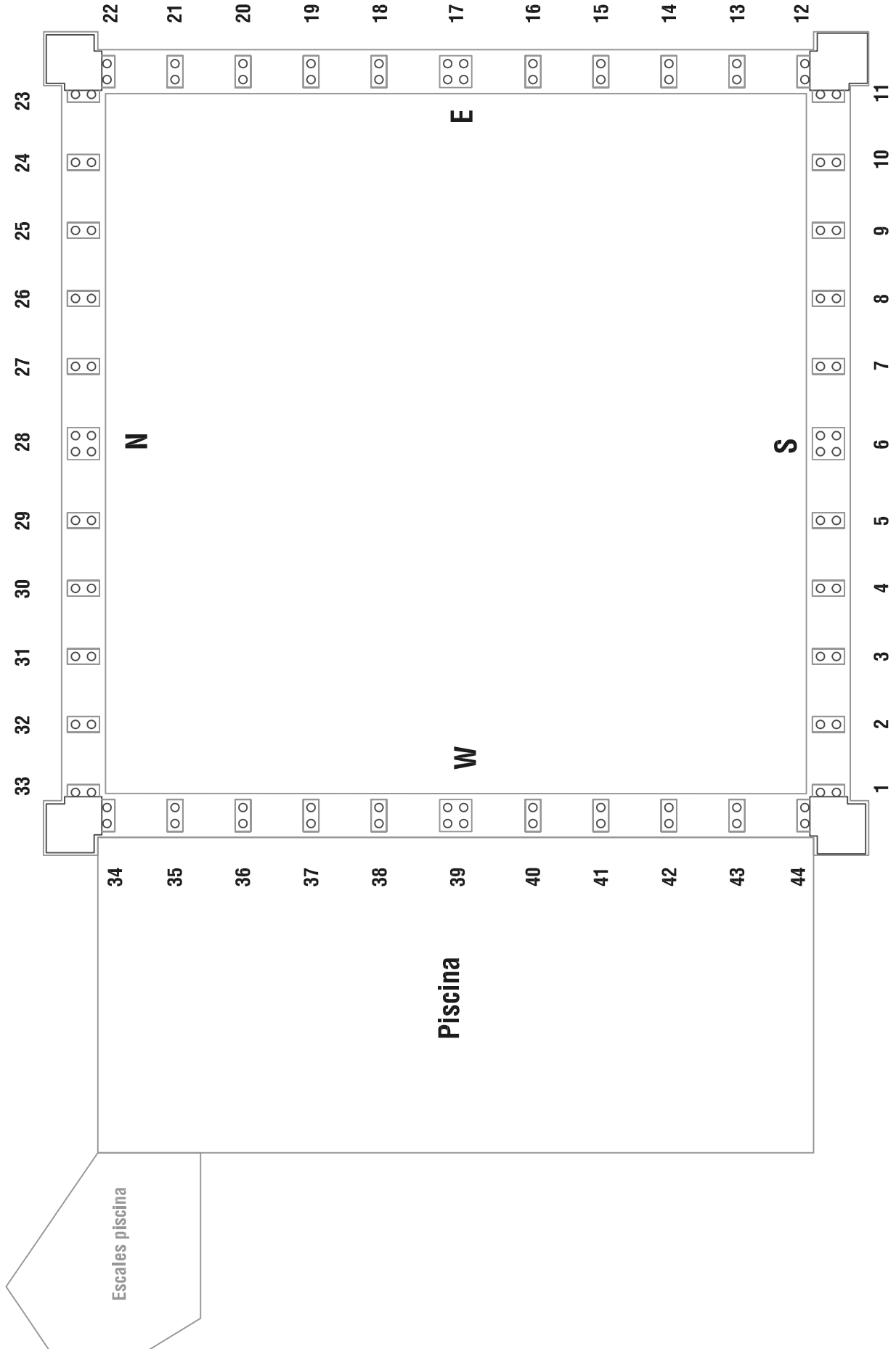
materials i comprendre els processos de degradació que els han portat a l'estat actual.

Per aconseguir aquest doble objectiu, s'han extret mostres segons els següents criteris: disposar de dades d'elements arquitectònics de diferents tipologies (capitells, bases, dovelles...);

analitzar materials de cada una de les quatre galeries del claustre, així com de les peces que es troben a terra; i finalment, estudiar tant el material de suport (pedra, ocasionalment morter) com els eventuais recobriments (aplicats o naturals) que s'observen. Òbviament, el mostreig ha estat condicionat pel criteri superior de mínima afectació del monument, especialment en aquells elements amb treball escultòric, com els capitells. Per això, en molts dels casos s'ha optat per extreure pols per raspats de la superfície, considerant que la tecnologia disponible permet una bona identificació amb una quantitat raonablement petita de mostra.

Amb aquests criteris, s'han extret les mostres que es recullen en la següent taula, de les que en els plànols adjunts es presenta la seva ubicació.

Nom	Tipus	Ubicació
Pal-1	Pols de taca vermella	Capitell 34
Pal-2	Pols de pàtina blanca	Capitell 23
Pal-3	Pols de taca vermella	Capitell 44
Pa-4	Pols de possibles sals a l'arrencada del arc	Dovelles a terra
Pal-5	Pedra	Fragment de base de capitell fora de context
Pal-6	Pedra	Fragment de l'arrencada del arc 33
Pal-7	Pedra	Fragment de la base del capitell 37 (no muntats, a terra)
Pal-8	Pedra	Base 44
Pal-9	Superfície de pedra	Capitell 39 (no muntat, capitells a terra)
Pal-10	Capa intermèdia de la base	Capitell 39 (no muntat, capitells a terra)
Pal-11	Pedra	Peça fora de context, al costat de la piscina
Pal-12	Pedra	Peça fora de context
Pal-13	Possible morter d'unió	Superfície de dovella fora de context
Pal-14	Possible morter de l'interior de l'encaix del fust	Fust fora de context
Pal-15	Pedra amb possibles restes de pàtina	Dovella fora de context
Pal-16	Morter de l'interior d'un fust	Fust fora de context, al costat del pàrquing
Pal-17	Pedra nova	
Pal-18	Possible pàtina	Capitell 10
Pal-19	Possible pàtina	Capitell 11
Pal-20	Possible pàtina	Capitell 17
Pal-21	Pedra	Peça fora de context



Extrapolació de les dades analítiques

Per raons evidents de preservació del conjunt monumental, així com de tractament de la informació, no es poden extreure mostres de cada element, en cada ala, en diferents cares... No obstant, la quantitat, qualitat i diversitat de les mostres adquirides es consideren més que suficients per extrapol·lar la informació obtinguda a la totalitat dels elements del claustre.

Els criteris marcats pel mostreig tenen com a objectiu l'obtenció de mostres representatives, en el sentit que responen a una tipologia de geometria, de material, de recobriment i de degradació que –gràcies a la inspecció visual *in situ*- s'ha pogut comprovar que es repeteix en tot el claustre.

Resultats analítics

A continuació es presenten els resultats de les anàlisis de les mostres extretes del conjunt del claustre, amb els comentaris necessaris per una millor comprensió i valoració dels resultats.

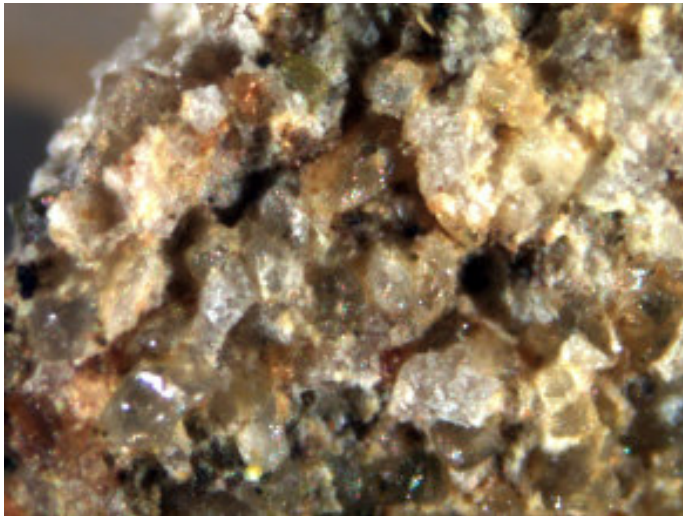


Pedra

Caracterització i origen

La inspecció visual duta a terme, així com els resultats de les anàlisis efectuades en les mostres de pedra, permeten concloure que pràcticament la

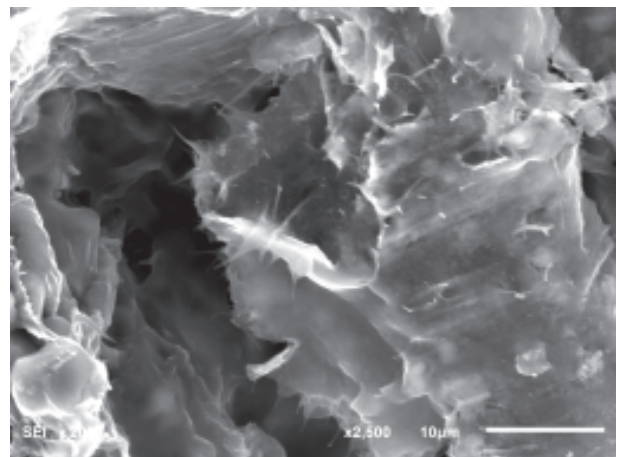
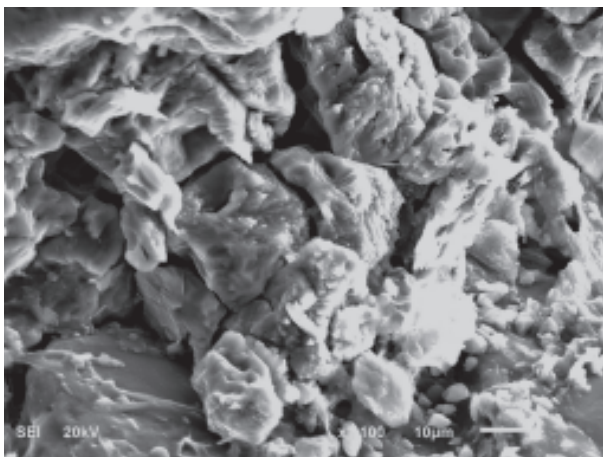
totalitat de les peces del claustre estan tallades amb el mateix tipus de pedra. Es tracta d'un gres silícic amb la fase detrítica



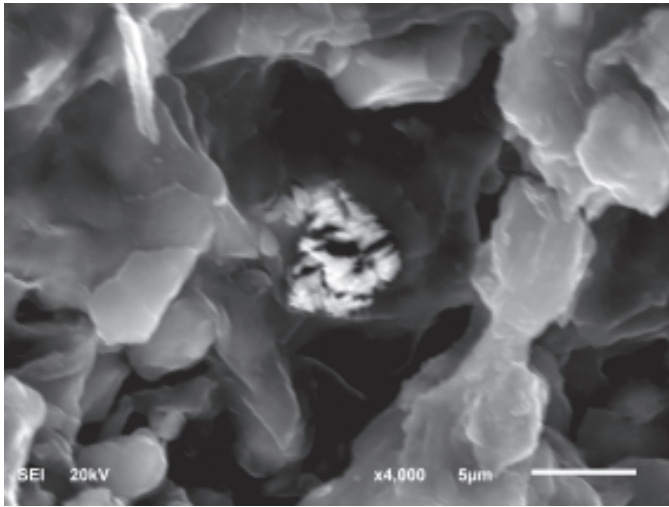
Fotomicrografia de la pedra del claustre. Es poden observar els grans de quars, feldspats i plagiòclasis.

formada per grans de quars, feldspats potàssics i plagiòclasis en menor proporció, units per una matriu composta per una barreja de dues argiles: per una banda, esmectita, un mineral amb estructura laminada molt característica i per altra, paligorskita, una argila amb una morfologia fibrosa molt peculiar i fàcilment identificable en una observació en microscòpia electrònica. Una petita quantitat d'òxids

i hidròxids de ferro associats a les argiles aporten el to groc-marronós de la pedra. Les argiles són minerals del grup dels fil·losilicats que tenen una estructura cristal·lina en làmines, entre les quals es disposen cations que poden donen lloc a enllaços residuals (tipus van der Waals) amb molècules d'aigua. Per aquesta raó, una de les propietats de les argiles (i especialment de les esmectites) és que al mullar-se adsorbeixen aigua i incrementen el seu volum i la seva plasticitat, el que fa fàcilment treballable aquesta pedra, que endureix en assecar-se.



Fotomicrografia amb microscopi electrònic de rastreig amb electrons secundaris de la matriu de la pedra: a l'esquerra, es veu una esmectita (estructura laminada) i a la dreta una paligorskita (morfologia fibrosa).



Fotomicrografia amb microscopi electrònic de rastreig amb electrons secundaris d'una inclusió de baritina en la pedra.

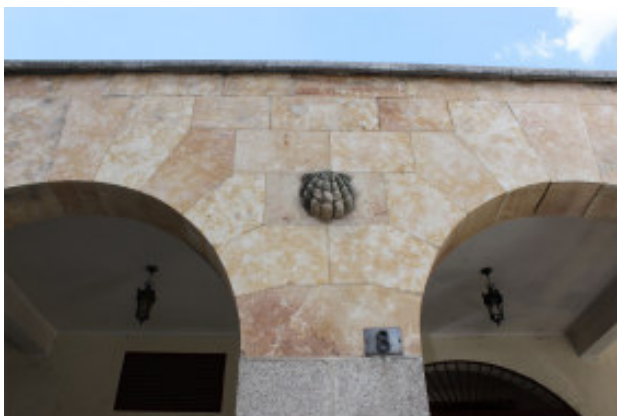
Puntualment, en la pedra es detecten inclusions de barita (sulfat de bari, $BaSO_4$), de mides i formes molt variables: des de grans d'unes micres fins a inclusions de varis centímetres.

El conjunt de característiques composicionals i texturals de la pedra i en particular la presència de paligorskita -una argila poc freqüent- i les inclusions de barita, permeten identificar-la com a pertanyent a la Formació Areniscas de

Cabrerizos, històricament explotada en Villamayor del Río, prop de la ciutat de Salamanca i comercialitzada com a pedra o “arenisca” de Villamayor o “*pedra franca*”.



Hotel Rector, Salamanca



Mercado de san Juan, Salamanca

Quan aquesta pedra està saturada d'aigua, que és com surt de les pedreres, és molt tova a causa de la presència i comportament de les argiles. Això fa que resulti fàcil de tallar, treballar, esculpir, etc. i addicionalment, l'extracció de la pedra en cantera és relativament fàcil perquè els nivells d'extracció contenen aigua. En canvi, quan s'asseca aconsegueix certa duresa per la pèrdua de plasticitat de les argiles. D'altra banda, associats a les argiles, hi ha hidròxids de ferro que s'oxiden en contacte amb l'aire i per això, un cop tallades i col·locades les peces, el seu color canvia amb el pas del temps, adquirint les tonalitats daurades a vermelloses tant característiques dels edificis de Salamanca.

Aquesta pedra respon a la descripció genèrica d'“un gres silícic amb matriu argilosa” i per aquesta raó, i a fi d'excloure altres possibles orígens, s'han estudiat diverses pedres explotades històricament al nord de la província de Burgos que responen a aquesta descripció genèrica. Per això, s'han analitzat mostres de pedra de Vilviestre del Pinar, Regumiel de la Sierra i Castrillo de la Reina (Burgos), entre d'altres. En tots els casos, si be petrològicament totes elles responen a un gres silícic amb certa quantitat d'argiles en la matriu i la mida de gra resulta comparable (o lleugerament major, segons les



varietats) amb la pedra de Mas del Vent, les argiles que formen la matriu d'aquests materials burgalesos són majoritàriament il·lita i en menor proporció, caolinita en alguns dels casos. En cap ocasió s'ha trobat paligorskita ni esmectita i les morfologies microscòpiques de les mostres estudiades són completament diferents.

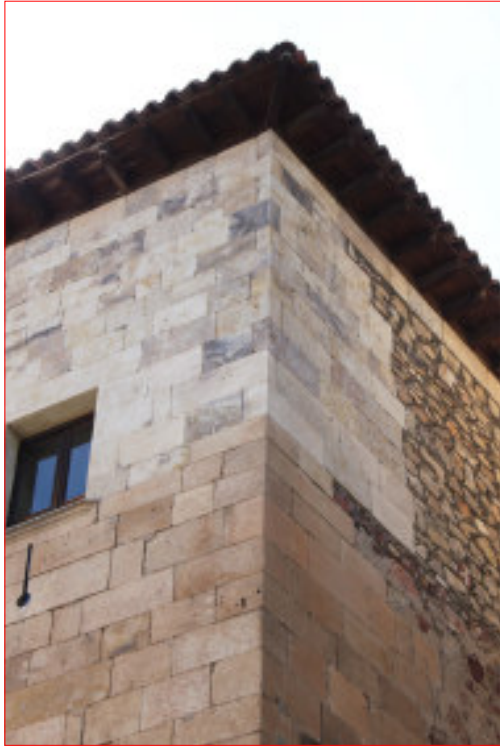
Conseqüentment, s'han descartat les formacions de gresos del nord de Burgos com a possible origen de la pedra del claustre de Mas del Vent. Aquesta dada resulta rellevant perquè originalment, s'havia suggerit que l'origen d'aquest claustre podria ser Regumiel de la Torre (Burgos) o de forma més genèrica, el nord de la província (Merino de Càceres, en declaracions a Telemadrid el 21 de juny de 2012 (<http://www.youtube.com/watch?v=6qqDsdSD8NU>)).

Evolució del color de la pedra de Villamayor

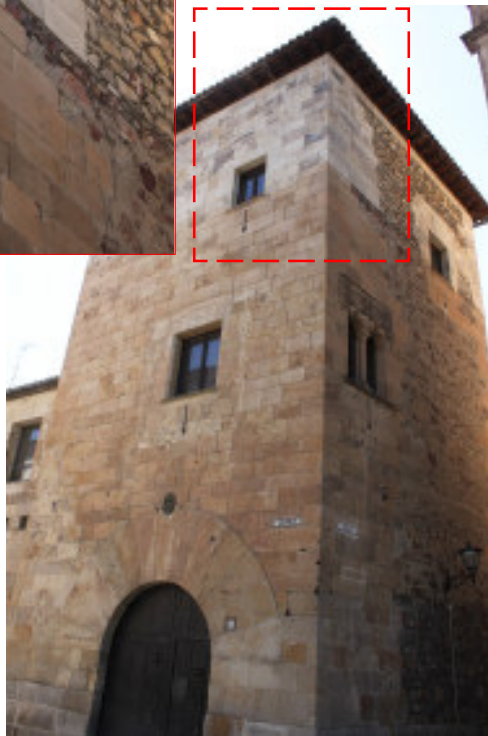
El color de la pedra de Villamayor està relacionat amb la presència d'òxids i hidròxids de ferro associats a les argiles de la matriu, que tendeixen a oxidar-se quan estan exposats a la intempèrie. Aquest procés ha donat lloc al color *torrat* característic de la ciutat de Salamanca i que es pot veure en molts dels seus monuments.

L'adquisició d'aquesta coloració és un procés relativament lent: com a punt de referència de l'escala de temps es pot considerar l'exemple de la

Torre de Abrantes, de la ciutat de Salamanca. Es tracta d'un edifici del segle XVI que s'ha restaurat (probablement varies vegades al llarg de la seva història) i remuntat l'any 1976. La pedra emprada per la remunta és de Villamayor, provinent de les mateixes pedreres que el material original. No obstant, es pot observar una significativa diferència de color entre la part original de l'edifici i la



Fotografies general i de detall de la Torre de Abrantes, Salamanca. Es nota molt clarament el contrast cromàtic entre la part original i la remunta posterior.



part superior. Això ens indica que en el pas de 40 anys, no s'ha recuperat el nivell d'oxidació del ferro de la fàbrica original.

De fet, en la bibliografia s'esmenta que la lenta oxidació (del ferro) també era un problema pels restauradors antics i

s'explica que des d'època barroca hi ha indicis que es patinaven els materials de substitució o els afegits escultòrics per millorar la integració amb el conjunt existent. D'altra manera, es notava massa i durant massa temps el contrast cromàtic entre ambdues parts.

També sembla que el claustre ha patit, al menys, una neteja abrasiva en el moment del seu muntatge a Palamós i potser, una anterior a Ciudad Lineal. La segona neteja -Mas del Vent - ha afectat cert espessor de pedra (fins a un mil·límetre), eliminant part tant de la pròpia talla escultòrica i dels recobriments naturals i artificials, com certs biofilms antics i part de les pàtines artificials. En aquest procés es podria haver eliminat l'anilina si aquesta només hagués impregnat superficialment la pedra.

Substitucions de pedra

Les inspeccions *in situ*, així com el registre fotogràfic (fotografies actuals i antigues) per una banda, i els resultats



de les anàlisis per altra, permeten concloure que des del moment del trasllat del claustre de Ciudad Lineal (Madrid) a Mas del Vent (Palamós) fins l'actualitat s'ha dut a terme certa reutilització de pedra, segurament en el mateix moment del muntatge a Palamós, així com la substitució d'alguns elements necessaris per al muntatge (fusts i bases).

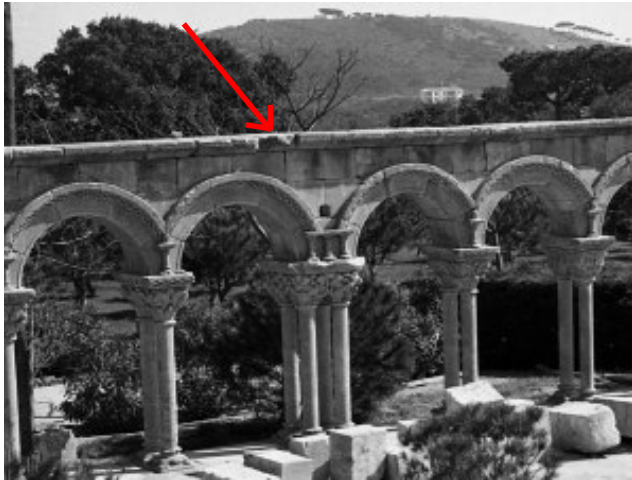
En el moment del muntatge a la ubicació actual, es devia seguir la numeració realitzada en Ciutat Lineal

consistent en números pintats en vermell, deixant buits els espais de peces inutilitzables o mancants quan es tractava d'elements que no comprometien l'estabilitat del conjunt, com es el cas de les cornises. En els casos en que era necessari, com els fusts o alguna base, sembla que es van utilitzar peces de les ales que no es muntarien per tal de completar els mancants i mantenir una imatge integrada i homogènia del claustre; en aquesta operació resulta evident que no van tenir prous fusts en bones condicions de conservació, donat que són les peces més sensibles als danys pel paper estructural que exerceixen (per exemple en el terratrèmol o en el moment del desmuntatge) i són –juntament amb alguna base- els únics elements que van ser substituïts per peces d'altre tipus de pedra i treballades amb torn. Aquest aspecte es comentarà àmpliament en la discussió del criteris d'ús de les peces.

Una vegada finalitzat el treball general de muntatge, es va seguir reutilitzant el material sobrant per tal de reomplir els buits de les peces mancants i les restants es van deixar emmagatzemades en diversos punts del jardí.



Fotografia de les arcades de l'ala Est on faltava un tram de cornisa; s'ha deixat el buit en el moment del muntatge segurament amb la voluntat de seguir i respectar la numeració realitzada en Ciutat Lineal i posteriorment s'ha completat amb peces sobrants de l'ala no muntada.



Senyalades en aquesta fotografia del muntatge del claustre en el 1959 s'observa un tram de cornisa en mal estat de conservació, presentant ruptures i pèrdues de material.



El mateix tram de cornisa fotografiat en el 2014 mostra una sèrie de peces en bones condicions, amb una tonalitat i un acabat diferents a la resta.

Trams de cornisa executats amb pedra de color menys vermellós i arestes ben definides.

De la mateixa manera, la comparació entre les fotografies del claustre en el moment del seu muntatge a Mas del Vent i el seu estat actual, permet veure que s'ha dut a terme cert grau de substitució de pedres. Per exemple, hi ha trams de cornisa que es veien degradats el 1959 i que actualment estan en bon estat, amb arestes ben definides i sense indicis d'alteració del material. A més, aquestes peces presenten una coloració més clara perquè el canvi de tonalitat característic d'aquesta pedra

és un procés que requereix anys per produir-se. És possible que es tracti de material procedent de Madrid retraballat, o la pròpia peça de cornisa girada i tallada per donar-li la forma adient.

Aquesta operació sembla lògic atribuir-la a l'obra de condicionament realitzada recentment en la que, a més, es va col·locar una coberta de zinc per tal de protegir de la pluja tot el coronament de les ales muntades.



Un altre fet que permet identificar material de reposició modern són els fusts de columna executats amb torn mecànic –una tècnica moderna que confirma que es tracta d’una peça de substitució–, mentre la resta presenten un acabat visiblement manual. A més a més, es poden distingir també elements substituïts executats amb formes diferents a les originals; és el cas d’algunes bases de columnes, que s’han realitzat amb un disseny més senzill que la resta.



Base de columna substituïda, amb un disseny més senzill que les originals.

Fust executat amb un torn mecànic.

Les anàlisis realitzades sobre mostres d’aquests elements de reposició permeten concloure que es tracta d’un gres silícic amb majoria de quars i ciment càlcic – a diferència de la matriu argilosa de la pedra de Villamayor. A la vista de les imatges antigues i actuals, el tipus de pedra, la finor de les juntes i la funció dels diferents elements, es pot assegurar que les bases i fusts que no originals van ser substituïdes durant el muntatge de 1959 a Palamós; mentre que les peces de cornisa van ser



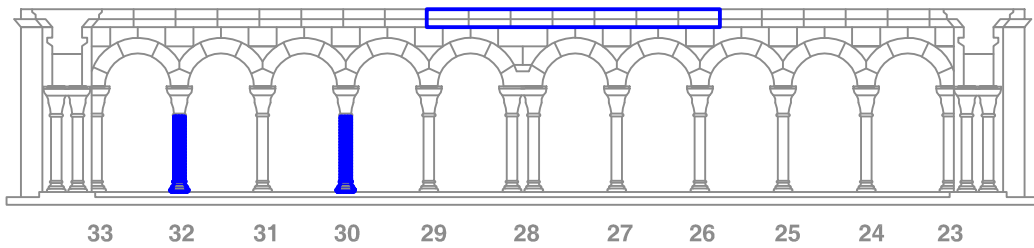
restaurades amb peces reutilitzades en una època més recent. En canvi, les dovelles dels arcs, els capitells, les impostes i els carreus no presenten diferències d'aspecte o de comportament que suggereixin una procedència diferent de l'original, és a dir, tots aquets elements formen part del conjunt romànic original.

Comentari

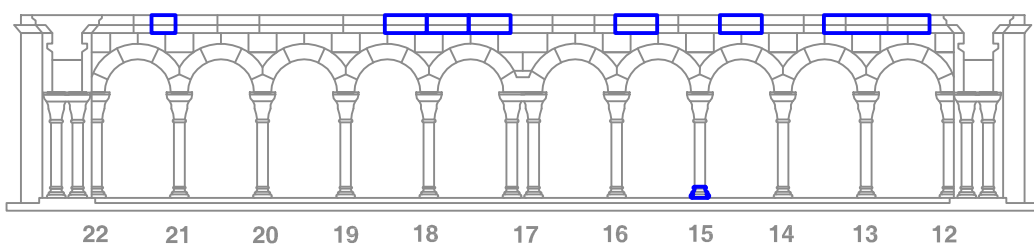


Es pot subratllar que en ambdues campanyes de substitució o reposició de peces tant sols s'han reemplaçat alguns elements de cornises, fusts i bases (i potser alguns carreus, tot i que no s'han evidenciat diferències de procedència), que constitueixen elements menys significants a nivell escultòric i per tant, més fàcils de reproduir. Cap capitell, imposta o

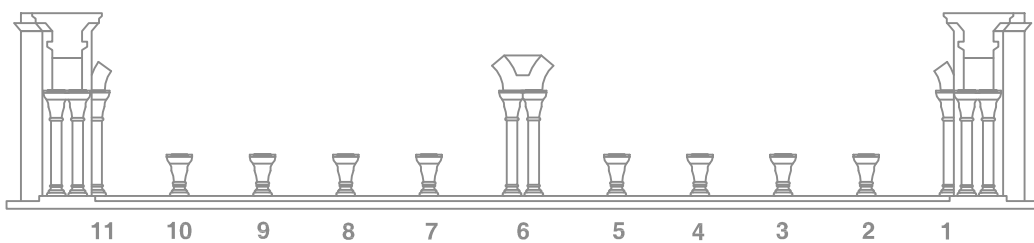
dovella s'ha trobat en aquest cas: tots estan esculpits amb una pedra d'identiques característiques i envelliment, sense cap indicatiu de substitució.



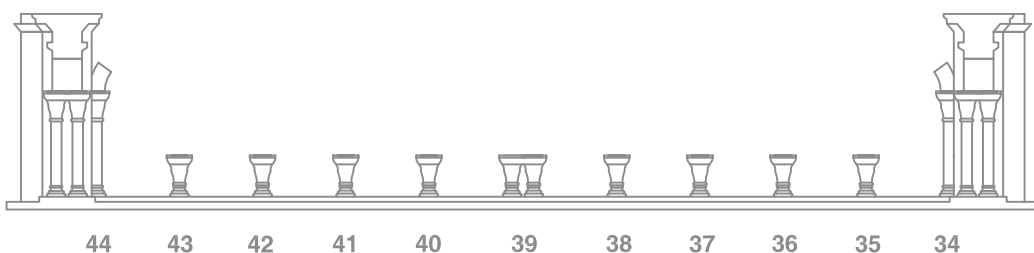
Nord



Est



Sud



Alçats amb les pedres que semblen retreballades per formar de nou la peça: en sòlid aquelles que s'han treballat a torn i per tant, es tracta de pedres subministrades expressament, en perfil aquelles que es podria suposar que es tracta de peces antigues retreballades: el grau d'oxidació superficial és diferent de les que s'atribueixen a antigues, però el seu aspecte està lluny del dels fusts treballats a torn.

Peces originals reutilitzades fora del claustre

S'observen varis punts en què s'han aprofitat peces del conjunt original com a elements decoratius o auxiliars per facilitar l'accés al claustre o a la piscina, col·locant-les fora del seu context i sense respectar la seva tipologia. Aquest fet es manifesta especialment en dues zones: a) a cada costat del claustre es troben elements allargats per formar esglaons per salvar l'altura i permetre un accés més fàcil; es tracta d'un tram de cornisa -identificable pel seu perfil trapezoïdal- i al menys tres carreus; i b) un segon punt és a l'escala d'accés a la piscina, per una banda hi ha un monticle de terra d'on sobresurten dovelles, carreus, trams de fust, etc. que visiblement pertanyen al claustre i per sobre d'aquest, s'han col·locat altres elements de pedra a mode d'esglaons.



Tram de cornisa (esquerra) i tres carreus (dreta) aprofitats com a esglaons d'accés a l'interior del claustre.

Tot i que aquest conjunt d'elements estan mig enterrats en terra vegetal, es pot observar clarament que tenen les mateixes característiques pel que fa a mides, material i formes, que els elements del claustre muntat. A més a més, en la cara d'alguns es pot veure el mateix tipus de numeració incisa en la pedra – de tipologia barroca- que s'ha trobat en les peces sense

muntar ubicades fora de context que es descriuen a continuació. Per tant, es tracta amb seguretat de pedres del conjunt que s'han utilitzat com a elements auxiliars en la zona.



Perfil de terreny: es pot veure el monticle de terres i l'escalera que permet l'accés a la piscina.



Pedra del descans de l'escalera: apareix un número que respon a la mateixa tipologia que les peces del claustre fora de context.



El "monticle" de terres esta en realitat constituït per elements arquitectònics del claustre. Es distingeixen dovelles, carreus, restes de fust...



Aspecte de les peces del claustre recobertes pel terra i vegetació del jardí.



Peces fora de context

Més enllà de les peces visiblement provinents del claustre aprofitades per altres usos, en la parcel·la de Mas del Vent es troben diverses zones amb pedres esculpides soltes. La seva composició (pedra de Villamayor), les seves formes i mides corresponen perfectament amb els elements muntats al claustre i per tant resulta evident que pertanyen al conjunt original, són les galeries sense muntar (sud i oest). En alguns casos, s'han disposat amb cert d'ordre: alineades o apilades amb certa cura formant una decoració romàntica. En altres, estan –malauradament- avocades de manera caòtica i inclòs en varis punts es troben quasi cobertes de terra o envaïdes entre vegetació.



Peces descontextualitzades però respectant un cert ordre.

Per confirmar que les peces formaven part del claustre i que corresponen a elements de les dues ales parcialment muntades, s'ha realitzat una estimació de les peces que falten per completar aquestes galeries i dels elements que es troben actualment a terra o reutilitzats (descrits en el paràgraf anterior). El resultat d'aquesta valoració és que la quantitat de dovelles escampades per la parcel·la encaixa quasi perfectament amb el nombre de dovelles que falten per

reconstruir les arcades mancants. Amb la resta d'elements, el recompte és menys satisfactori: faltaria quasi la meitat dels carreus, quasi tots els fusts i gran part de les cornises. Tampoc s'ha localitzat cap resta d'imposta. Es tracta d'una estimació semi-quantitativa de la disponibilitat de peces, donat que algunes estan pràcticament enterrades i poc visibles sense un desbrossat previ i ha calgut fer alguna hipòtesis sobre el seu nombre i tipologia. No obstant, l'ordre de magnitud resultant permet confirmar que es tracta d'elements del claustre que no s'han muntat i que la suma total correspon amb bastant certesa al nombre de peces de la totalitat del claustre. El fet que faltin carreus i cornises (també podrien estar enterrats en altres zones que les inspeccionades) té certa lògica donat que són peces amb una geometria senzilla que es poden reaprofitar



Conjunt de pedres tallades bolcades sense cap cura. En la fotografia es pot veure inclòs com ha crescut vegetació.

en molts llocs. En canvi, les dovelles tenen una estereotomia particular que impedeix col·locar-les en qualsevol estructura de fàbrica.

S'ha de significar que les peces escampades arreu tenen un estat de conservació notablement pitjor que les muntades: això es deu a diversos factors. Per una banda és de suposar

que a l'hora de muntar es preferís usar peces en bon estat i deixar les més danyades al jardí; per altra costat, la seva ubicació en contacte amb el terra, constantment mullades i la seva posició propera a l'horitzontal en molts casos, en facilita la degradació i la biocolonització. D'aquí el seu pitjor aspecte, sense comptar que allà on estan poden haver rebut cops i erosions a causa del trànsit de persones i vehicles en el seu entorn immediat, o el desgast d'ús dels elements usats com a graons d'escala.

Morters

Es detecten evidències de morters en diferents punts de les restes conservades, per una part els morters emprats en

l'actual emplaçament, que han servit de junta i en certa mesura, per a recuperar volums perduts; per altra restes molt escadusseres d'un morter que es podria atribuir al muntatge a Madrid; i finalment, petites restes que s'han d'atribuir a un muntatge anterior (probablement, l'original).



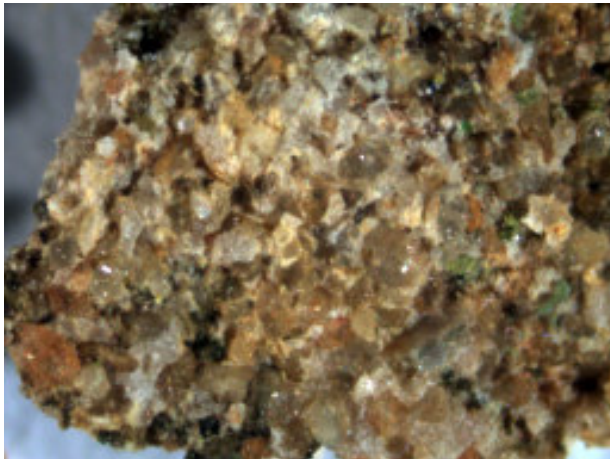
Ubicació del morter de calç a l'interior del fragment de fust.

Morter original

En alguns dels elements (superfícies de dovelles i interior del encaix quadrat de fragments de fusts) que no han estat muntats i es troben dispersos pel jardí, es detecten restes d'un morter que les anàlisis han identificat com a morter de calç aèria amb àrid de la mateixa pedra de Salamanca triturada fins a mides submil·limètriques. Aquest morter és

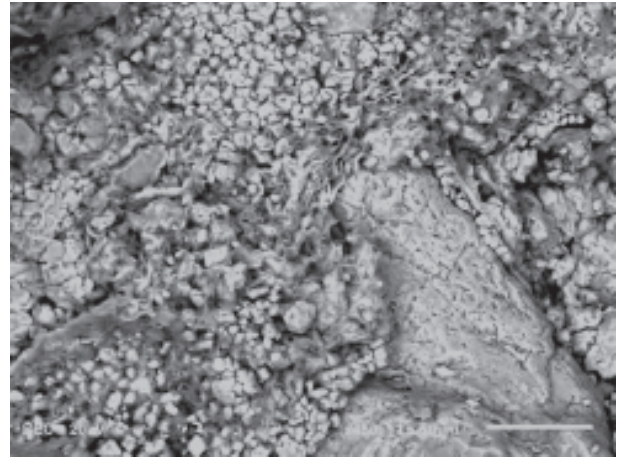
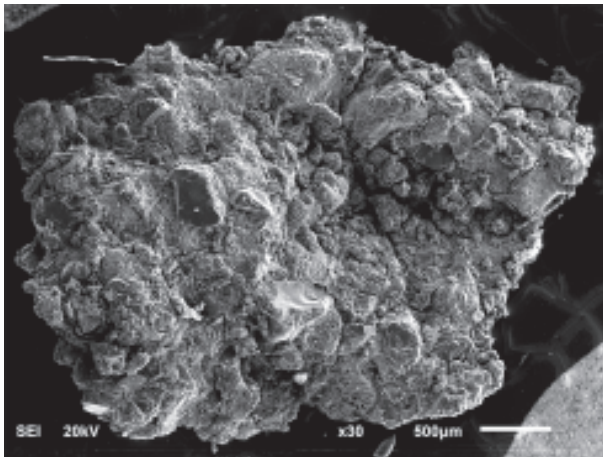


Restes de morter de calç a la superfície de la dovella.



Fotomicrografia d'una mostra de morter d'una dovella: es poden veure els grans que formen l'àrid entre la matriu de calç. A la dreta es pot veure una colonització moderna d'algues verdes

clarament anterior a la resta detectats i, en estar elaborat amb àrid de la mateixa pedra utilitzada pel claustre, és evident que ha de tractar-se del morter original que es va utilitzar per la construcció a Salamanca. Més endavant es discutiran aquestes dades per atribuir una cronologia a aquest i altres morters.



Imatges de microscòpia electrònica de rastreig d'una micromostra de morter: es pot apreciar els grans d'àrid entre una matriu de calç –els cristallets petits- i algunes restes d'argiles filamentoses –smectita-, que indica que es tracta d'àrid de pedra de Vilamayor

Morters de muntatge

Durant les dues fases de muntatge a Ciudad Lineal i Palamós s'han emprat morters hidràulics que responen als habituals de l'època: tant en els anys 1930 com en el 1959, ja s'havia difós l'ús del ciment pòrtland i dels morters hidràulics. Per tant, no resulta estrany que en els dos muntatges moderns s'empressin aquest tipus de morters, entre altres raons per la rapidesa d'enduriment, que permet retirar els cindris en un període més curt de temps que amb morters aeris de calç.

Morter bastard de calç i ciment: muntatge a Ciudad Lineal

Entre peces fora de context escampades per la parcel·la hi ha un fragment de fust on es pot observar un encaix rodó amb



Morter mixt de calç i ciment pòrtland en un encaix de fust. Es tracta d'una resta del morter de muntatge a Ciudad Lineal.

morter de color blanc, destinat a unir aquesta peça amb una altra (base o capitell). Noteu que la totalitats dels connectors dels fusts són de secció quadrada (per allotjar-hi una pedra) i aquest és l'únic rodó, probablement

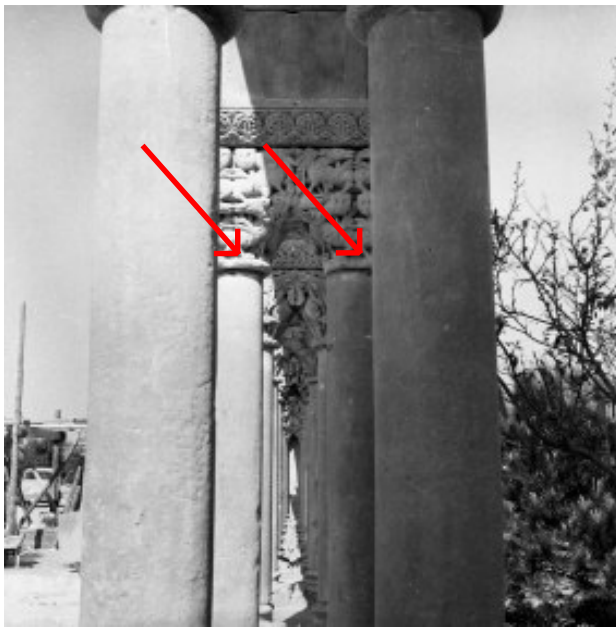
per allotjar-hi una barra de ferro. El morter d'unió d'aquest encaix amb la barra – inexistent actualment- està compostat d'una barreja de calç amb una mica de ciment pòrtland i àrid silícic (quars i feldspats).

Aquesta composició indica que es tracta d'un morter que s'ha aplicat com a mínim a partir de la segona meitat del segle XIX, quan es comença a comercialitzar el ciment pòrtland i més probablement ja entrat el s. XX quan aquest ciment es difon.

Es detecta la presència d'aquest mateix morter com a reparació de fissures als fusts o com a reblert de mancants. Per tant, la reparació amb morter clar necessàriament és anterior a l'aplicació de l'hidràulic utilitzat en el muntatge a Mas del Vent del que es parlarà més endavant. D'altra banda, el fet que sigui un fust no muntat a Palamós, que tingui un allotjament rodó i que contingui morter bord (que prova que va formar part d'un muntatge), situa aquest material en la construcció del claustre el 1931 a Ciudad Lineal.

Muntatge a Mas del Vent: reconstrucció i reparació

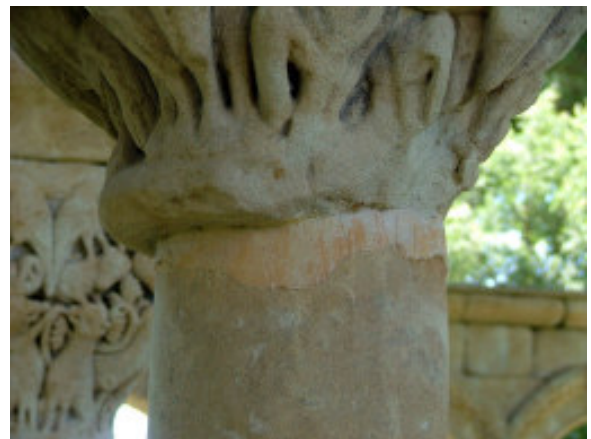
En les galeries muntades es veuen juntes i reparacions executades amb morter de ciment ràpid, que es distingeix bé pel seu color rosat característic. En les fotografies de 1959, es pot veure el morter d'unió aplicat; en aquestes imatges en blanc i negre, té una tonalitat fosca probablement deguda al seu color vermellós quan està humit, que contrasta amb el color de la pedra.



Aspecte de les juntes fosques elaborades amb morter hidràulic.

El mateix morter s'ha emprat per realitzar reparacions puntuals en els elements danyats: segellat de fissures, reintegracions volumètriques de pèrdues de secció, etc. Atès que es tracta del mateix material que el morter de junta, es pot suposar

El mateix morter s'ha emprat per realitzar reparacions puntuals en els elements danyats: segellat de fissures, reintegracions volumètriques de pèrdues de secció, etc. Atès que es tracta del mateix material que el morter de junta, es pot suposar



Morter de junta patinat per millorar la visió.



Morter de junta de dovelles



Junta entre fust i capítell executada amb morter ràpid.

raonablement que ambdues operacions (muntatge de peces i reparacions puntuals) s'han realitzat en el mateix moment o sigui en el 1959 a Mas del Vent. Algunes juntes i, sobre tot, les reparacions de més extensió, s'han patinat d'un color ocre groguenc per tal que s'integrin millor cromàticament amb la pedra i el conjunt. A més a més, a les galeries muntades s'han detectat reparacions de fissures amb el morter bastard

anteriorment descrit, posteriorment segellades amb morter hidràulic; per tant aquesta operació ha de ser posterior a la identificada com a muntatge a Ciudad Lineal.



El morter hidràulic (de color rosat) està per sobre del morter bastard, de color blanc



Reparació d'una dovella fissurada.



Morter de reintegració volumètrica patinat per millorar la integració cromàtica.

Comentari

El sistema constructiu suggerit per la tipologia i les característiques de les peces de pedra no és coherent amb els tipus de morters d'unió detectats emprats a Madrid i més tard a Palamós. En ambdues construccions s'han emprat morters amb lligants hidràulics que assequen i carbonaten ràpidament i permeten obtenir una bona adherència entre peces. En aquest cas, perquè els constructors haurien esculpit els canals de distribució en les dovelles, quan no era necessari?

Recobriments artificials

En el present apartat es presenten els recobriments d'origen antròpic aplicats sobre la pedra. Aquests responen a una voluntat de protecció i/o decoració de la pedra (pàtina artificial), del seu tractament per minimitzar la degradació (consolidant, biocida). S'examinen primerament els recobriments que es

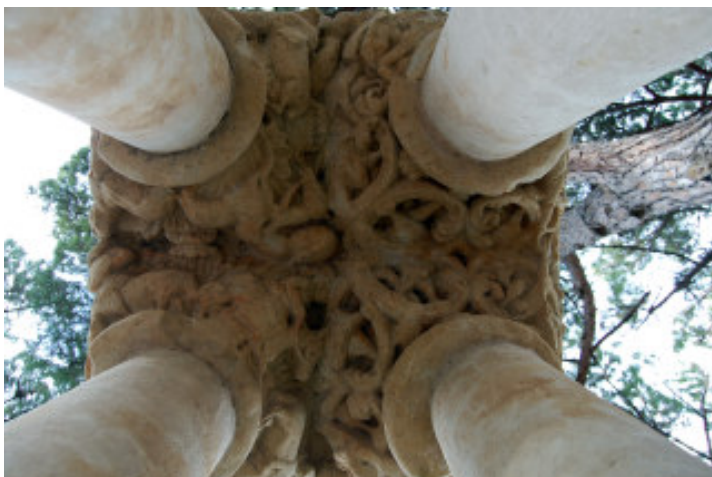
consideren més antics i posteriorment, els més moderns.

Tractaments superficials antics

Pàtines artificials

En diversos elements del claustre es poden observar taques de color vermell que poden presentar variacions de tonalitat que oscil·len des del marró clar fins al vermell

intens. No obstant, cal subratllar que en ocasions, les anàlisis revelen que no es tracta d'un recobriment artificial (pàtina o



policromia), sinó d'una colonització de microorganismes (inclòs el cas de la coloració vermell intens). Es discutirà d'aquest aspecte en l'apartat *Estat de conservació, Degradacions biològiques*.

En diversos punts s'han detectat restes de recobriments, la composició dels quals indica una procedència d'origen antròpic. Aquests no s'han posat de manifest de forma generalitzada ja que cal recordar que l'antiquari que va vendre el claustre va sotmetre el conjunt a una neteja abrasiva, com es comentarà a l'apartat *Tractaments superficials moderns*. Per això resulta difícil detectar les pàtines artificials, que són tractaments usuals d'elements arquitectònics antics, però en zones inferiors, protegides i de difícil accés es poden trobar encara restes conservades de pàtines.



Detall d'un dels capitells on s'ha observat un recobriments artificial amb una argila rica en òxids de ferro (pigment terra), calç i un component orgànic.

En racons especialment protegits i poc visibles, com les parts inferiors de les parelles (o doble parella) de capitells, on les accions de neteja i tractament aplicades per a la venda no deuen haver arribat, es detecta la presència de pàtines marró més o menys fosc. Les anàlisis de mostres extretes per raspats d'aquestes superfícies mostren la presència de

calç com a càrrega amb argiles que aporten el color marró pels òxids i hidròxids de ferro associats, així com oxalats de calci i restes d'un producte orgànic, probablement proteic, quin estat de degradació no fa possible la seva caracterització precisa. Els oxalats són el producte de reacció amb la calç del compost final de la cadena de degradació de les proteïnes (àcid oxàlic), el que confirma el mal estat de l'aglutinant.

Aquesta composició no pot correspondre a un producte d'origen natural ni a una bioconstrucció, ja que això no explicaria la presència d'argiles. Cal atribuir-lo, per tant, a una pàtina aplicada intencionadament en algun moment de la història del conjunt. Malauradament, les restes conservades de pàtines són molt escadusseres a causa dels tractaments que ha patit el claustre en la seva instal·lació a Madrid i potser,



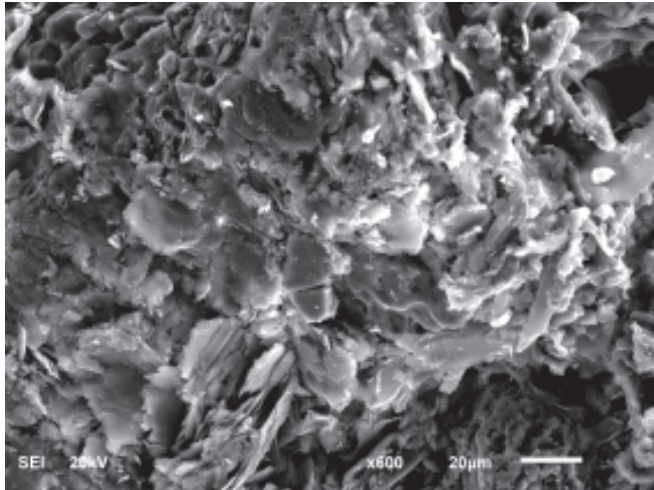
Foto del CRBMC

també a Palamós. Aquest tipus de recobriment artificial s'ha detectat en diverses zones encara que no s'han extret mostres de tot arreu per evitar danys als capitells que no aportarien major informació que la descrita fins ara. Però en tot cas, la seva existència s'ha palesat analíticament en diversos punts i l'extrapolació a altres capitells per l'aspecte característic resulta possible.

Preconsolidació

La pedra de Villamayor és un gres silícic i a diferència de les pedres amb ciment carbonàtic, presenta una bona resistència a l'atac químic. No obstant això, la presència d'argiles en la seva matriu, i en particular de l'esmeclita, és el factor que limita de la seva durabilitat. Les argiles són fil·losilicats que es caracteritzen per la seva estructura laminar; les làmines estan unides per enllaços de baixa energia i per tant, es separen amb facilitat i permeten l'adsorció d'aigua no estructural en la superfície dels cristallets, potenciant la seva plasticitat. Aquestes característiques fan que les pedres amb matriu argilosa siguin sensibles als cicles humitat-sequedat. A més, és una pedra relativament porosa. Per tant, una pedra de poca duresa i limitada durabilitat en certes circumstàncies.

Al llarg de la Història els constructors s'han trobat amb la necessitat de millorar les característiques de la pedra – normalment local- per perllongar la seva vida útil. Una possible



Fotomicrografia amb microscopi electrònic de rastreig en electrons secundaris d'una mostra de extreta d'un fust. S'observa esmectita, amb la seva estructura laminar molt característica. Es pot veure que aquesta està oberta, amb una separació entre làmines que genera un augment de volum.

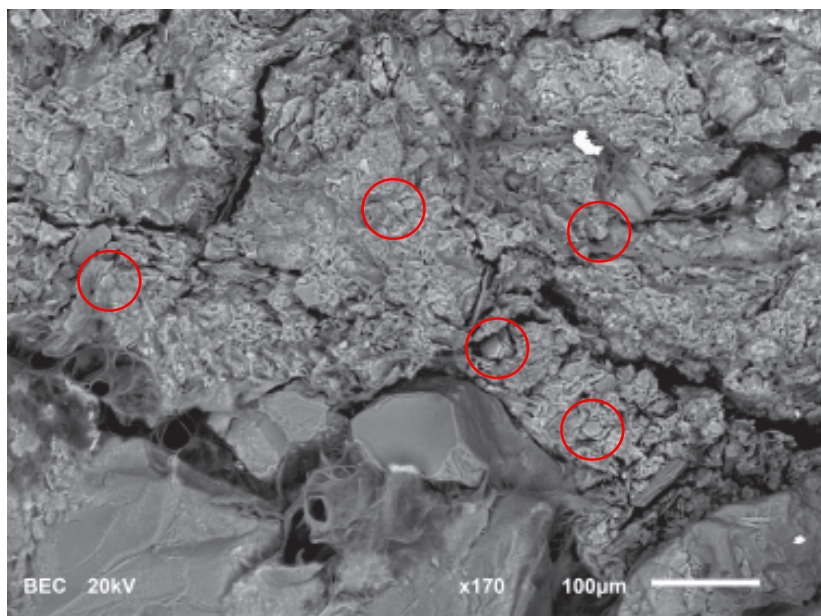
solució aplicada tradicionalment en pedres de baixa qualitat és el tractament amb una beurada de calç –una suspensió de cristalls nanomètrics de calç- mantinguda en immersió per un període molt llarg de temps: en aquestes condicions els cristalls d'hidròxid de calci esdevenen molt petits (alguns centenars de nanòmetres) i poden penetrar amb l'aigua succionada pel sistema porós i quan aquesta evapora, romanent en els espais intergranulars de la pedra, on carbonaten per transformar-se en calcita (CaCO_3), que actua de ciment que

cohesiona la pedra: se'n mostra un exemple d'un tram de la muralla de Tarragona tractat d'aquesta manera.



Un exemple de preconsolidació es troba molt clarament a la muralla de Tarragona: els carreus de la fàbrica han perdut secció degut als cicles de mullat-assecat de les argiles de la matriu però en les vores s'observa que hi ha 1-2 centímetre molt ben conservats. Això és el resultat de la preconsolidació: en l'espessor de pedra on ha penetrat la calç s'ha mantingut la seva cohesió.

En el conjunt de Mas del Vent, s'ha trobat que sistemàticament totes les pedres contenien calcita en els primers 7 o 8



Fotomicrografia amb microscopi electrònic de rastreig amb electrons retrodispersats d'una mostra de pedra preconsolidada provinent d'una dovella. Els cercles vermells assenyalen la presència dels cristalls hexagonals de calcita pseudomorfs d'hidròxid de calci.

mil·límetres de la superfície. Atès que la pedra no conté carbonats, aquesta ha de ser atribuïda a aquest tipus de tractament. Les mostres analitzades en microscòpia electrònica han mostrat la presència en la part propera a la superfície de cristallets tabulars de forma hexagonal que corresponen a pseudomorfs d'hidròxid càlcic, que no canvien de morfologia en el procés de

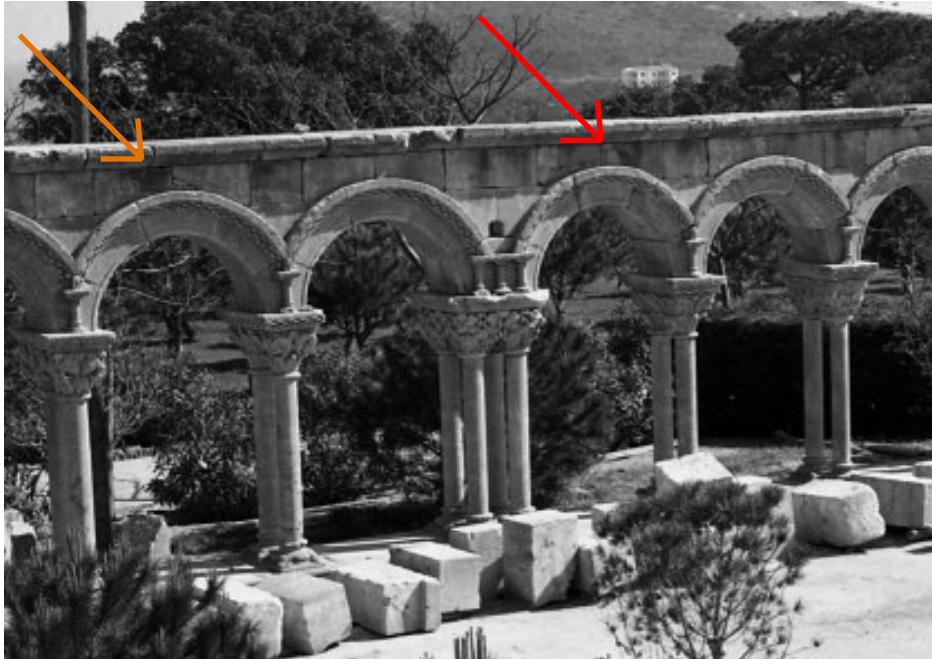
carbonatació a causa de la lentitud d'aquest i al sistema de difusió del CO_2 . La presència d'aquest tipus de cristalls en el sistema porós de la pedra és característica del tractament de preconsolidació suara descrit.

Tractaments moderns

Neteja abrasiva

Les fotografies del muntatge del claustre en Mas del Vent aporten informació sobre l'estat del conjunt el 1959, en el moment de la seva col·locació. La comparació amb l'estat actual de la pedra permet avaluar l'evolució del seu estat de conservació i els canvis que s'han produït entre el aquella data i avui dia.

En les imatges antigues es pot notar la presència de regalims on s'han desenvolupat microorganismes, generant taques fosques en algunes zones. Actualment, aquestes zones ja no hi són, el que porta a concloure que la pedra s'ha netejat.



Fotografies de l'any 1959 per una banda i del 2014 per l'altra, on es pot observar que les taques fosques de les imatges antigues ja no hi són a l'actualitat.



Quin tipus de neteja es va realitzar? Es pot observar que bona part dels elements tenen un aspecte molt erosionat; la comparació de les fotografies del conjunt en el moment del seu muntatge a Mas del Vent amb l'actualitat mostra una transformació de l'estat superficial de moltes peces (en particular de les bases de columnes) fins a una pèrdua bastant homogènia dels seus relleus i detalls. Igualment, molts dels fusts vells (no els substituïts) presenten evidències d'haver estat erosionats d'una forma un tant grollera, deixant arestes en el procés.

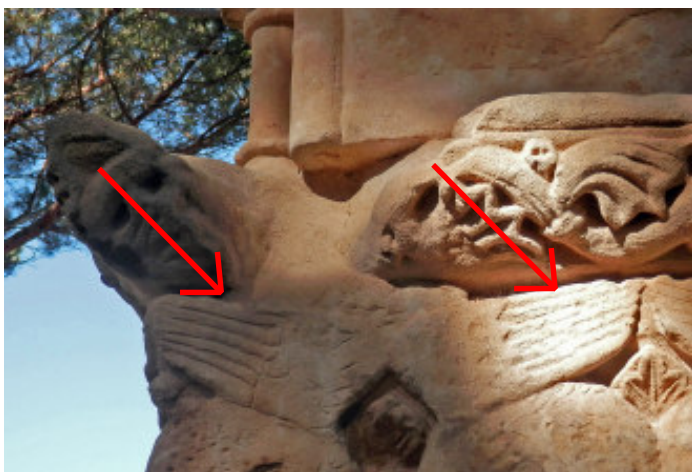


Per tant, és lògic considerar que l'evolució de l'estat de superfície de les peces es deu a una acció antròpica, que ha afectat un gruix relativament important de material. És coherent la hipòtesi d'una neteja abrasiva, que s'hauria dut a terme temps després del muntatge del claustre. És possible que en els fusts i les bases s'hagin desenvolupat colònies de microorganismes, que s'hagin format escates superficials... o qualsevol patró de degradació que justifiqués una neteja en profunditat de la pedra.

Altres observacions semblen confirmar aquesta hipòtesi: per una banda, es veuen marques d'erosió mecànica en algunes zones de la pedra, que semblen de raspallat. Pot ser que la esmentada neteja s'hagi fet mecànicament, amb raspalls metàl·lics, que eliminin material



Noteu les marques d'erosió dels collarins de sengles capitell.

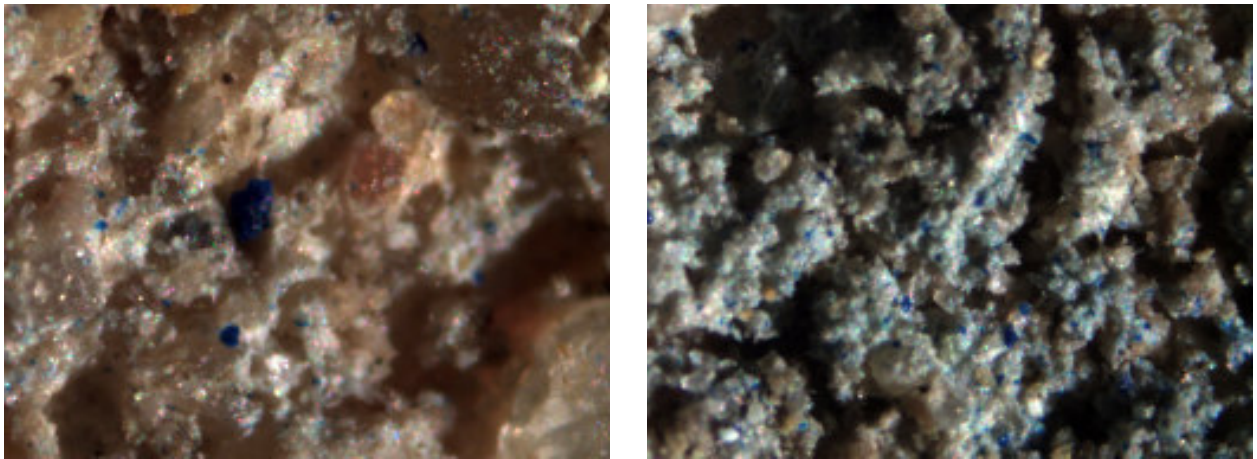


En el motiu del capitell, el dibuix de l'ala a l'esquerra està retocat amb molt menys art que l'original, del que ens queda un exemple (tot i parcialment erosionat) a l'ala de la dreta.

superficial menys cohesionat. Per altra banda, l'examen acurat de les peces de pedra mostra que alguns elements han estat retocats: el dibuix original s'ha remarcat amb una eina punxant, com per reproduir-ho tot, per bé que amb una qualitat molt inferior. Això suggereix que els operaris es van *passar* amb la neteja, erosionant excessivament el relleu dels elements esculpits en alguns punts. Confirmaria la hipòtesi d'una neteja abrasiva la quasi absència de recobriments artificials (pàtina aplicada) i de la permanència de restes d'antigues colònies de líquens i fongs en els racons del relleu, que s'haurien eliminat parcialment durant aquest procés.



En moltes de les mostres analitzades s'han detectat la presència de coure, probablement aplicat com a biocida. Aquest correspon a un sulfat de coure hidratat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), un producte utilitzat per les seves propietats herbicides, fungicides i pesticides en general. En tot cas, el coure és un catió força nociu per a la vida dels microorganismes i per tant, sobre una pedra actua com a biocida fins que es dissol en l'aigua de pluja i perd eficàcia perquè desapareix. Es tracta d'una operació realitzada en un moment indeterminat, però en tot cas fa cert temps, ja que les anàlisis han detectat coure en els cossos d'alguns microorganismes (líquens i fongs) morts, mentre que la colonització viva no ha patit d'aquest tractament, indicant que s'ha recolonitzat força després de l'aplicació del biocida. Podria ser un tractament aplicat a Madrid?

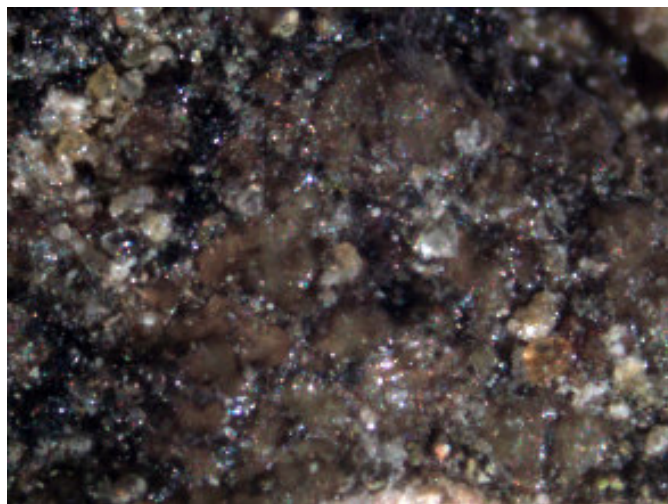


Detalls de la superfície d'una pedra on s'aprecia els grans blaus de sulfat de coure.

Consolidant orgànic

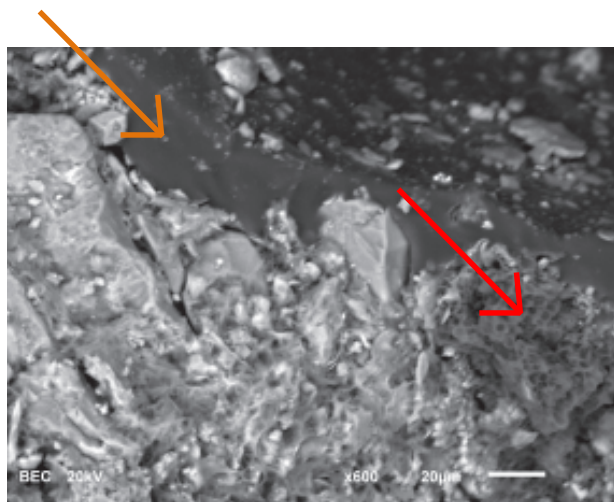
En la galeria a la vora de la piscina, les peces (capitells i bases, no hi ha fusts) estan recobertes per un consolidant modern que forma una pel·lícula plàstica sobre la superfície d'aplicació:

correspon a un copolímer d'acrílic amb estirè. L'observació d'un fragment de pedra després mostra un aspecte brillant i continu en tota la seva superfície.

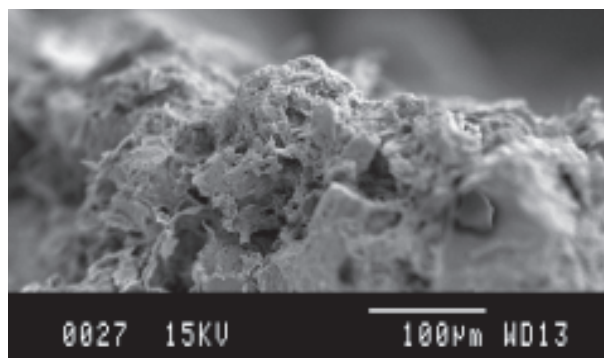
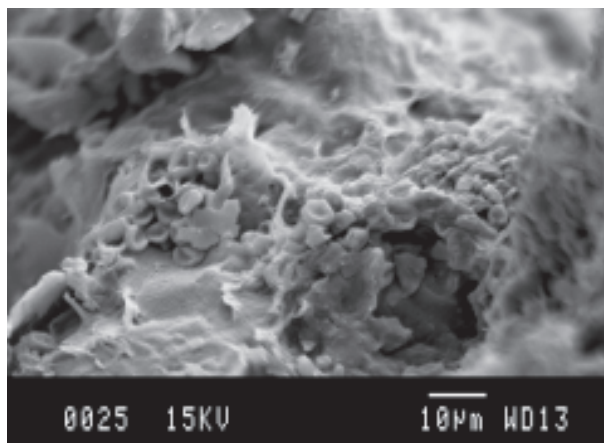


Detall amb lupa binocular de la superfície del fragment de pedra consolidat procedent de les peces escultòriques al costat de la piscina. S'aprecia l'aspecte brillant que dona el copolímer acrílic i estiren.

Cal notar que es tracta d'un producte transparent que es torna groc al envellir-se. No obstant, el color negre de la superfície de la pedra és degut a la colonització per fongs negres (fongs tipus llevat). Estudis microbiològics han mostrat que aquests productes poden ser bioreceptius i formar part de la cadena tròfica d'alguns organismes, especialment fongs. Addicionalment, es troben també algues verdes unicel·lulars perquè en les zones on es



Imatge per microscòpia electrònica de rastreig (SEM) de la part superior de la pedra consolidada. S'observa clarament la pel·lícula del consolidant orgànic en la superfície de la pedra (fletxa taronja). A la dreta de la imatge es distingeix un grup de fongs sota la capa orgànica (fletxa vermella).



Superfície de pedra tractada amb copolímer acrílic sobre el que s'han desenvolupat algues verdes (boles xafades en el moment de fer el buit a la mostra) i colònies de bacteris, així com algunes hifes de fongs.

pot retenir humitat, aquestes poden desenvolupar-se i viure sense problemes.

Es de notar que aquests capitells, a causa de l'aplicació de la resina acrílica, pateixen una degradació molt important, no únicament de caràcter biològic, sinó a causa de la retracció de la resina, que arrenca part de la pedra adherida a aquesta amb la consegüent pèrdua de relleu escultòric. Així es formen escates de pedra amb resina que es desprenen parcialment, facilitant l'entrada d'aigua en l'espai obert i accelerant, d'aquesta manera, la degradació.



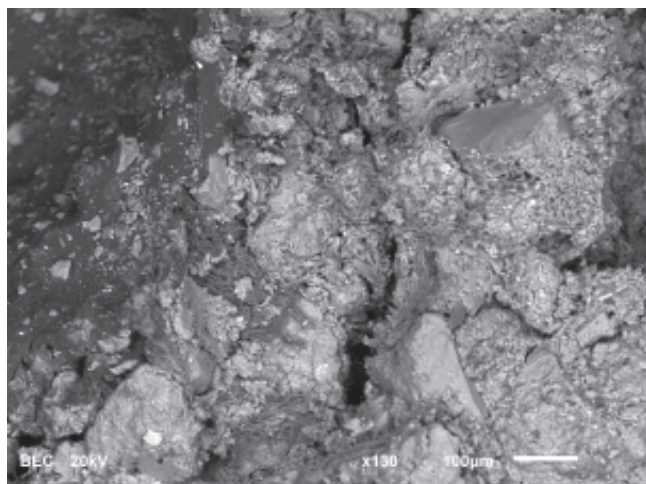
Despreniment d'escates degut a la retracció de la resina aplicada, que arrenca la pedra perquè l'adherència entre aquesta i la resina és superior a la de la pròpia pedra.

Estat de conservació

Degradació deguda a tractaments modernes

Consolidant i biocida

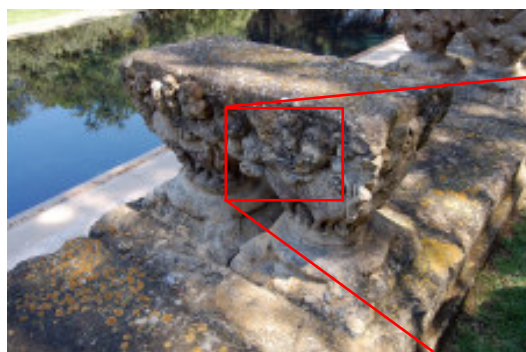
L'aplicació del consolidant de naturalesa acrílica en la filera de capitells i bases sense fusts al costat de la piscina, produeix un canvi important de la porositat de la pedra ja que forma una pel·lícula contínua i impermeable en superfície. Al tancar la porositat s'impedeixen els intercanvis d'aire i d'humitat entre



Vista del fragment de pedra consolidat observat per microscòpia electrònica de rastreig (SEM). La reïna acrílica (el consolidant) present a l'esquerra de la imatge mostra un aspecte llis i continu que tanca totalment la porositat de la pedra.

l'interior i l'exterior de la pedra i els processos de mullat-assecat generen majors danys i a major profunditat. Així mateix, a més de l'aplicació del consolidant, aquests capitells es troben en condicions d'humitat més desfavorables que la resta del conjunt escultòric muntat: La proximitat del sòl (i del subsòl) degut a l'absència dels fusts, donen major humitat per capilaritat que en el cas de les galeries muntades. De la pèrdua considerable del epidermis pètria

d'aquests capitells resulta un dany contundent en la lectura dels detalls iconogràfics dels capitells.



Vista general i detall d'un capitell consolidat amb resina acrílica on s'ha perdut gran part dels detalls escultòrics de la talla.



A això cal afegir la retracció de la resina (aplicada en excés), que arrossega la part exterior de pedra, millor adherida a la

resina que la pròpia cohesió de la pedra.

Cal insistir que aquesta degradació de la pedra té com origen l'aplicació del consolidant sintètic modern. En les fotografies del claustre a Ciudad Lineal, els mateixos capitells mostraven un estat de conservació significativament millor, amb un nivell de detall de la talla que s'ha perdut definitivament.



Detall d'un capitell de la filera oest que s'està esquerdant i desprenent-se la part superior del relleu escultòric.

Degradacions mecàniques

Degradacions/modificacions d'origen antròpic

Degudes al desmuntatge

Moltes peces -tant muntades com les que es troben a terra- presenten ruptures localitzades en les seves vores. Es tracta de fractures generalment de forma semi-circular, que es troben

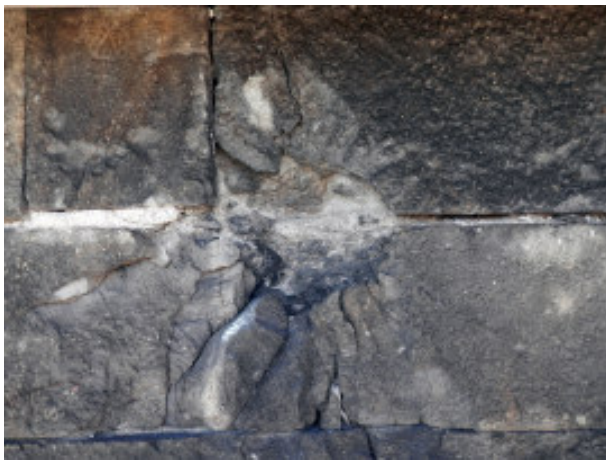
en les arestes inferior i/o superior de les peces. La seva regularitat en el contorn així com el seu caràcter localitzat ens permet concloure que es tracta molt clarament de ruptures mecàniques: efectivament, si fossi un fenomen de degradació de la pedra estaria molt més distribuïts, i el ventall de mides de les pèrdues serien més ampli degut a les microcondicions d'exposició a la intempèrie de cada peça.



Dovelles afectats per ruptures semi circulars en les vores i cantonades.



Carreus i dovelles afectats per ruptures semi circulars en les vores i cantonades.



Exemple d'impacte mecànic degut a un tret de tir en el campanar de l'església Sant Just i Pastor de Barcelona. Es pot apreciar que l'energia dissipada al xocar contra el mur ha provocat l'aparició de xarxes de fissures radials al voltant del punt d'impacte.



També es pot descartar la hipòtesi segons que serien impactes mecànics. Si fos així, l'energia del projectil o d'un impacte manual es dissipa en el material petri; a banda de que on es produeix la col·lisió sol aparèixer un buit associat a una xarxa de fissures de distribució radial al seu voltant. Això no s'observa aquí. Finalment, també és estadísticament poc probable que es produeixin una sèrie d'impactes que tant sols afecten a les vores de les peces

Les ruptures observades obeeixen més aviat a un patró de degradació mecànica deguda a una eina. La forma i localització d'aquestes -en les vores i molt sovint en les cantonades- podrien estar provocades per l'acció d'una eina manual de tipus palanca. El moment generat per aquesta exerceix una força en la interfase entre dues peces per superar l'adhesió del morter d'unió. El resultat és la separació de les peces, per exemple amb l'objectiu d'un desmuntatge.

En les fotografies antigues realitzades l'any 1932 a Ciudad Lineal, es pot comprovar que ruptures amb les mateixes formes i patró de distribució ja es detecten en les peces de la fàbrica.

Desperfectes de muntatge



Peça de cornisa trencada al mig: no és una ruptura estructural, sinó que la peça ja estava fracturada en el moment de la seva col·locació.

Altres degradacions o desperfectes estan vinculats amb el procés de muntatge del claustre:

- Peces muntades amb ruptures

Es pot observar que algunes peces col·locades en el conjunt estan trencades. No es tracta d'unes ruptures estructurals, ja que afecten solament a peces puntuals i no tenen continuïtat en la fàbrica. Es dedueix que són elements que ja estaven trencats quan s'han muntat.

- Peces retreballades

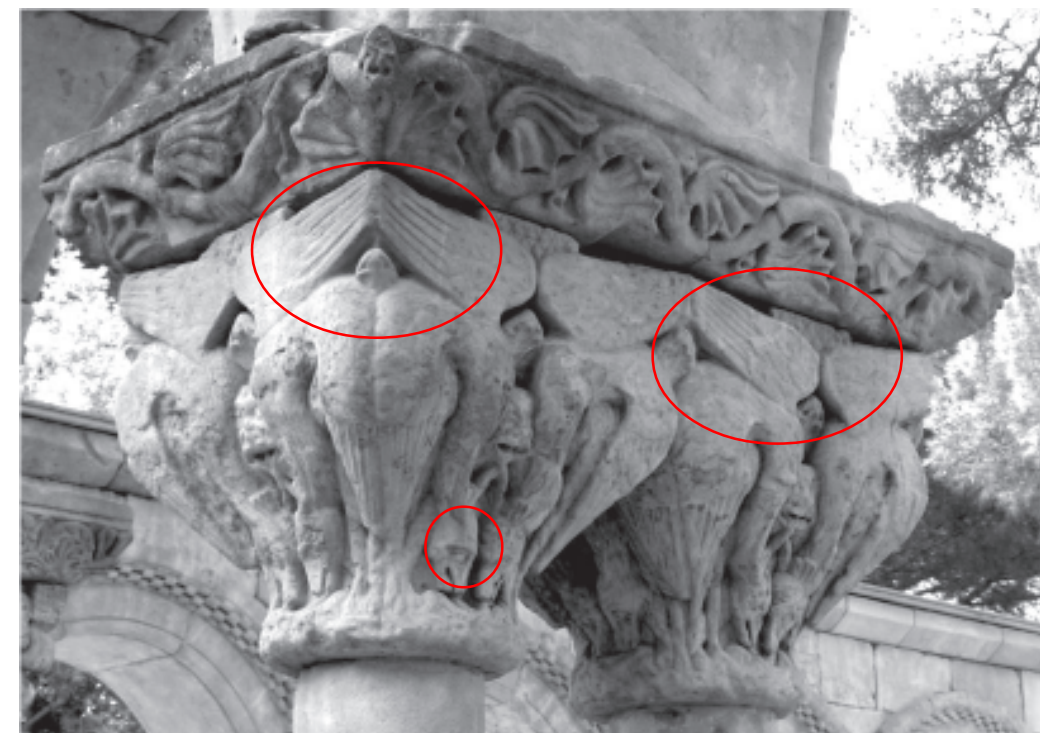
Finalment, l'examen acurat de les peces de pedra en el seu estat actual i la seva comparació amb les fotografies del 1959 proporcionades pel

Instituto de Patrimonio Histórico Español permet detectar certes diferències: a banda de l'evolució de l'estat de conservació del material petri, es nota que algunes línees de les figures s'han remarcat, sembla ser amb la intenció justament de compensar la pèrdua de precisió del dibuix per erosió del material. En alguns casos, l'acabat original ja no es veu en bon estat inclòs en les fotografies antigues, però apareixen detalls visibles avui dia.

Per tant, es pot dir que alguns elements s'han retreballat entre l'any 1959 (data de les fotografies) i l'actualitat. Els retocs són de factura gruixuda i burda, i es distingeixen bastant clarament de la traça antiga molt més fina i detallada.



1959



2012

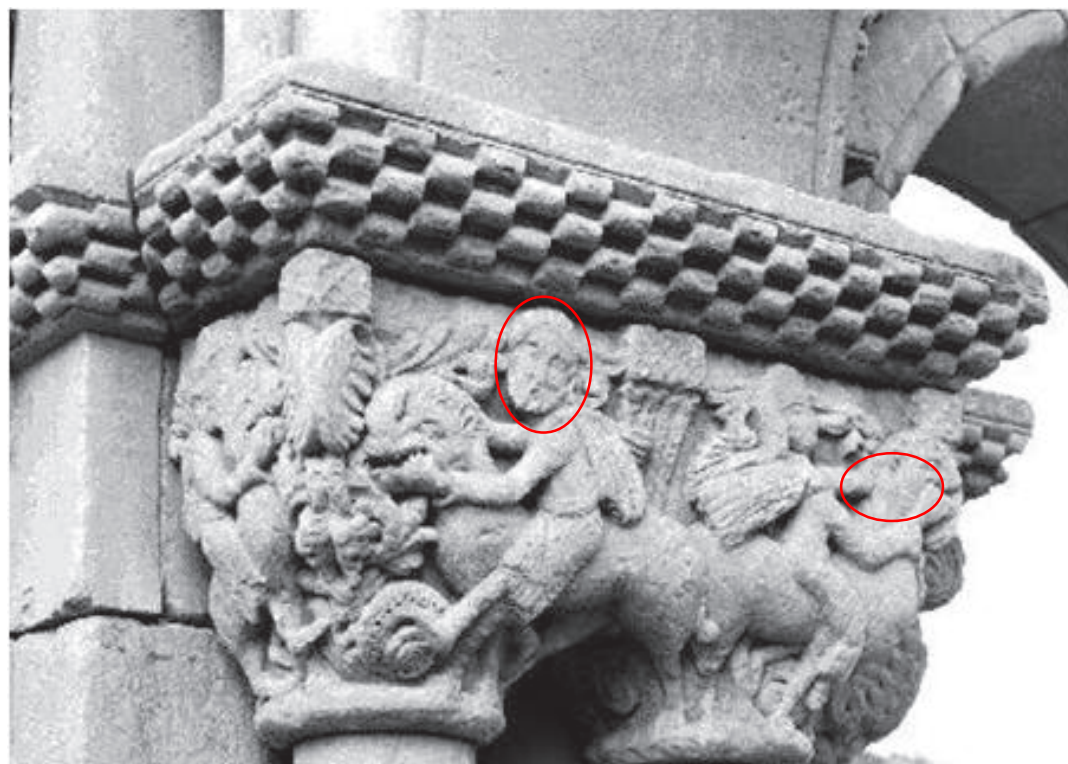


1959



2012

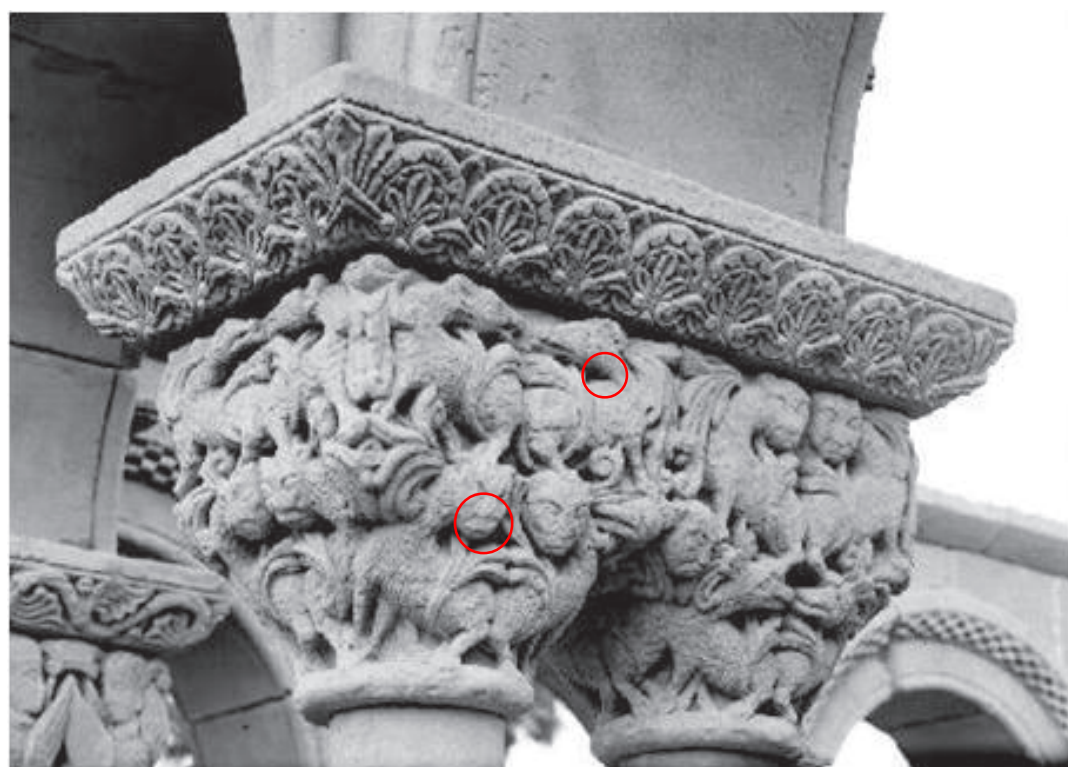
Comparativa de l'estat actual a Mas del Vent, Palamós (fotografies de 2012) i l'estat a Ciudad Lineal (fotografies de 1959) de diversos capitells. Es pot apreciar l'estat de conservació del material petri en les dues fases i es posa de manifest que en algun moment entre el 1959 i l'actualitat s'ha produït una neteja agressiva i en ocasions, un retreballat de les peces, de factura més aviat burda i fàcilment diferenciable de les traces antigues més fines i detallades.



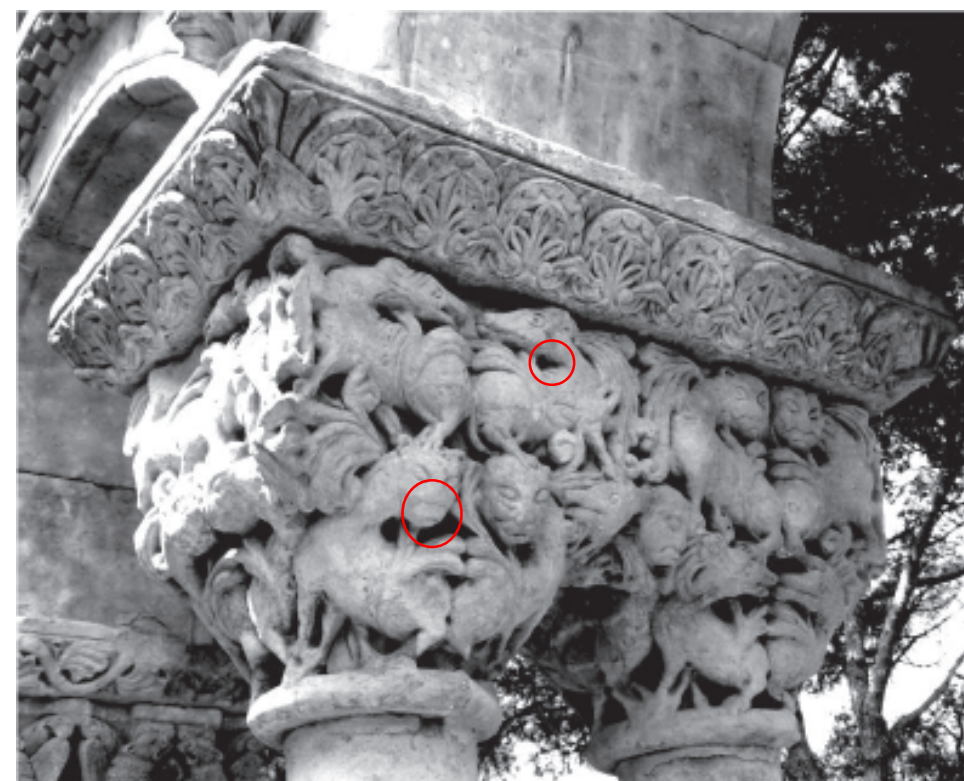
1959



2012



1959



2012

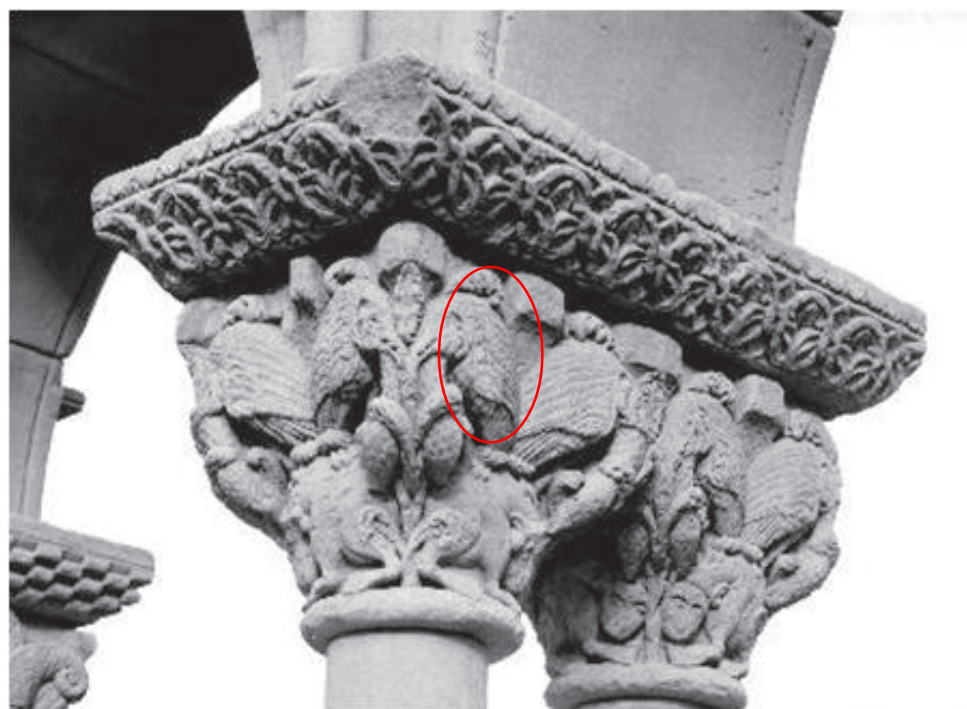
Comparativa de l'estat actual a Mas del Vent, Palamós (fotografies de 2012) i l'estat a Ciudad Lineal (fotografies de 1959) de diversos capitells. Es pot apreciar l'estat de conservació del material petri en les dues fases i es posa de manifest que en algun moment entre el 1959 i l'actualitat s'ha produït una neteja agressiva i en ocasions, un retreballat de les peces, de factura més aviat burda i fàcilment diferenciable de les traces antigues més fines i detallades.



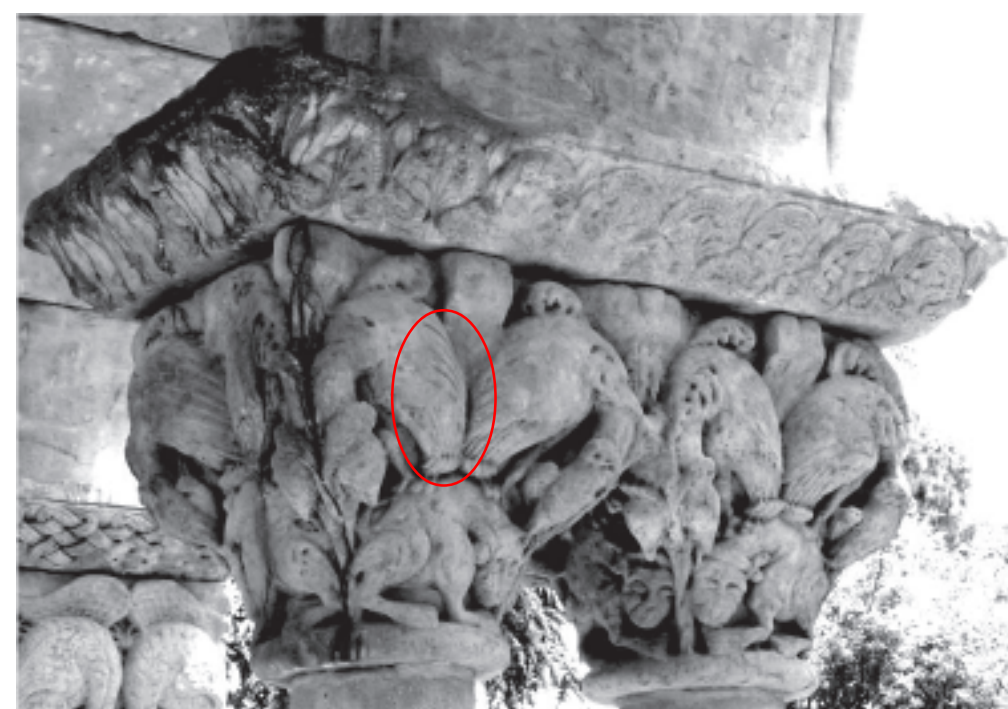
1959



2012



1959



2012

Comparativa de l'estat actual a Mas del Vent, Palamós (fotografies de 2012) i l'estat a Ciudad Lineal (fotografies de 1959) de diversos capitells. Es pot apreciar l'estat de conservació del material petri en les dues fases i es posa de manifest que en algun moment entre el 1959 i l'actualitat s'ha produït una neteja agressiva i en ocasions, un retreballat de les peces, de factura més aviat burda i fàcilment diferenciable de les traces antigues més fines i detallades.

Fractures estructurals

La segona categoria de deformacions mecàniques no han estat generades pel ser humà, sinó que són el resultat de moviments estructurals.

Fusts de columnes fracturats

Els fusts del conjunt es poden classificar en les següents categories:



A l'esquerra de la fotografia es veu un fust nou (fabricat amb torn mecànic) mentre el de la dreta és un fust de pedra de Villamayor en bon estat de conservació.



Trams de fusts a terra, sense muntar. La longitud reduïda d'aquests suggereix que es tracta d'elements trencats, que mai s'han muntat a Palamós.

- Fusts de pedra de Villamayor en bon estat de conservació.

- Fusts de substitució, executats mecànicament. Es distingeixen molt bé dels fusts executats manualment: el seu acabat és homogeni, amb les marques regulars d'una eina mecànica (torn).

- Fusts trencats, a terra. No es pot determinar si aquests trams de fust s'han transportat ja trencats a Palamós o si les ruptures s'han produït durant el transport o el muntatge a Mas del Vent. No obstant, ja es veuen trams de fusts trencats a terra en les fotografies de Ciudad Lineal.

- Fusts de pedra de Villamayor muntats però amb deformacions o parcialment trencats: alguns fusts tenen evidències de reparacions amb morter que suggereixen ruptures anteriors. El tipus de fractures observades s'assimila a moviments de flexo-torsió, que poden haver estat

provocats sota esforços horitzontals, com un terratrèmol, com es discuteix en els següents paràgrafs.



Darrera del nen que es veu en la fotografia realitzada a Ciudad Lineal, es pot veure un tram de fust trencat.



Fotografies d'un fust muntat amb fractures.

Efectes d'un terratrèmol

Entre les peces distribuïdes pel jardí hi ha una quantitat important de dovelles, carreus, alguna cornisa i alguna resta fragmentària de fust. La totalitat de fragments de fusts, així com bona part dels muntats a les dues galeries, presenten fractures en els extrems (en contacte amb la base o amb el capitell) que indiquen un esforç a flexió que no se sol donar estàticament, sobre tot en un claustre de un sol nivell i tant lleuger com aquest.

Aquests esforços a flexió només es poden donar desplaçant (girant) el fust sobre la base a causa d'una força horitzontal. Aquest és el tipus d'esforços que tenen lloc en ocasions de

terratrèmols i, atès que les dades històriques apunten a l'existència de certs danys quan estava muntat a Salamanca a causa del terratrèmol de 1755, s'ha considerat la possibilitat –que es raona en els següents paràgrafs- de quina seria l'afectació per un sisme.

En cas que la coberta fos més aviat lleugera (com sembla), la deformació de les arcades no hauria estat una conseqüència dels danys a les bigues i coberta, sinó que els dos problemes serien un efecte simultani del terratrèmol, el qual actua generant en tots els elements forces horitzontals (en realitat, acceleracions) proporcionals a la seva massa i per tant, tant els pilars de les arcades com les bigues haurien tendit a deformar simultàniament.

Degut a les característiques del claustre, el pes que suportaven les bigues (i per tant, les arcades) no era molt important, per tant és fàcil que entre els efectes d'un terratrèmol les bigues es moguessin i que el sistema de bigues i coberta, en el seu conjunt, quedés una mica desorganitzat. No obstant, no sembla probable que les bigues de fusta experimentessin dany, però sí que experimentessin moviments sensibles i que alguns d'aquests empenyessin les pantalles del claustre. D'altra banda, els pilars de les arcades haurien pogut sofrir desploms, especialment en el sentit perpendicular al plànol de les galeries, solidàriament al moviment de les bigues de fusta i en un cas extrem, a la seva caiguda per pèrdua de recolzament.

Ruptures paral·leles a la superfície en fusts

Un altre dany que s'observa en alguns fusts és la presència d'una ruptura o fissura en un pla recte i paral·lel a la superfície. Es tracta segurament d'una irregularitat de la pedra, com un

pla de diàclasi o una veta de material diferent, que ha aparegut al tallar els blocs de pedra en la cantera. No obstant, les peces s'han acceptat i muntat en el claustre amb lo qual devien ser cohesionades malgrat aquesta discontinuïtat.

El fet que s'hagi trencat en algun cas (com en la fotografia) suggereix que s'ha produït segurament un canvi en l'estat de càrregues que s'aplicaven sobre el fust, fent que la seva secció útil sigui més reduïda. Es pot imaginar que han ocorregut moviments del terreny de recolzament que han provocat desploms dels pilars i ha modificat la distribució de les tensions que transmetien. Com a conseqüència, si la part més esvelta i desconfinada, o sigui la part del fust "pretallada" per la fissura subvertical es produeix una ruptura del material segons aquest pla, com en el tram de fust que es veu en la fotografia.



A l'esquerra, el tram de fust fotografiat presenta una fissura perpendicular a la seva secció –subvertical mentre que a la dreta, per un fust de geometria semblant, ja s'ha produït la ruptura.

Degradacions físico-químiques

Aigua

Un altra font de degradació de la pedra, en particular quan té una matriu argilosa com és el cas de la pedra de Villamayor, és la presència d'aigua com a principal agent d'alteració físico-

química. Pel mateix mecanisme de cicles de mullat-assecat de les argiles descrit anteriorment en el present informe, la



Cantonada de capitell trencada segurament per impacte mecànic i erosionat per el pas de l'aigua.

presència d'aigua provoca canvis de volum dins de la matriu pètria. Les subseqüents tensions arriben a produir trencaments localitzats.

Aquest mecanisme genera una pèrdua de cohesió de l'estructura de la pedra i afavoreix l'arrossegament dels grans per l'aigua d'escolament. L'aspecte erosionat de la superfície pètria està degut a aquest procés i fa que les angles estiguin més

arrodonits. No obstant, s'ha de subratllar que l'aigua és responsable de l'erosió, però no dels trencaments importants, que són d'origen mecànics.

Degradacions biològiques

La presència de colonitzacions de microorganismes està relacionada amb la bioreceptivitat de la pedra i amb la disponibilitat d'aigua. Alhora, la bioreceptivitat és un concepte vinculat a la porositat del material petri: quan més porós, més aigua reté i més fàcil és pels microorganismes instal·lar-se dins i sobre la pedra. Ocasionalment també pot estar en relació amb la quantitat d'argiles de la pedra, que podem retenir aigua adsorbida. En canvi la disponibilitat d'aigua depèn més de la ubicació i geometria de la peça: un coronament o allà on s'escolli l'aigua o una base en contacte amb el terreny d'on puja l'aigua per capil·laritat, seran candidats al desenvolupament de colònies biològiques.

L'examen dels danys d'origen biològic permet destacar tres tipologies segons la ubicació de les peces de pedra.

Arcades completes



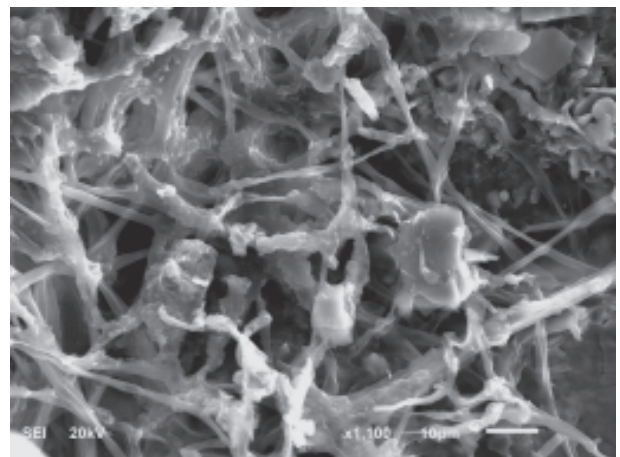
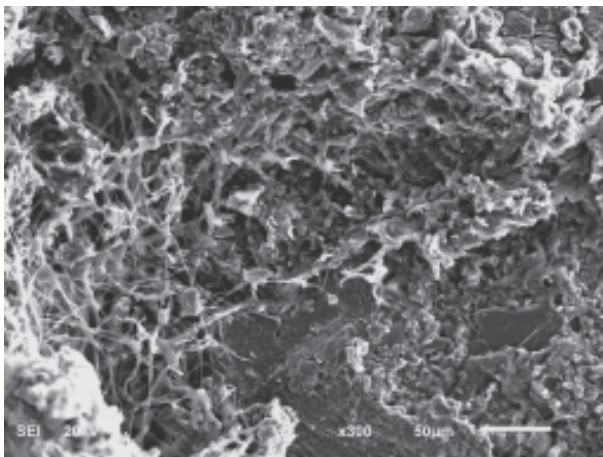
En les ales nord i est que estan reconstruïdes es pot observar la presència de taques de colors vermell, marró, blanc, vermell i alguns punts verds. En general, es poden distingir colonitzacions actives (organismes vius) i altres mortes: la presència de color verd –algues que fan la funció clorofíl·lica- resulta indicatiu de les primeres. Alhora, aquestes es distribueixen seguint un patró condicionat per la disponibilitat d'aigua, seguint les línies d'escolament.

Aspecte general d'una arcada en la que es pot veure certa concentració de colònies de microorganismes en les superfícies més exposades a la pluja i de geometria horitzontal, i dos detalls del patró de colonització de capitell i cimacis, parcialment desprotegits de la coberta.

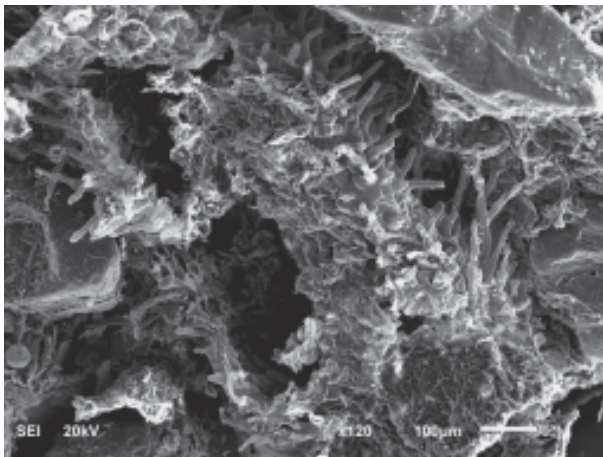


Aquestes colònies formen biofilms més o menys continus sobre la superfície de la pedra, amb una escassa penetració en el sistema porós (necessiten llum per a viure) i per tant, la seva afectació real és més estètica que degradant. En cada zona pot arribar a ser dominant algun dels grups d'organismes

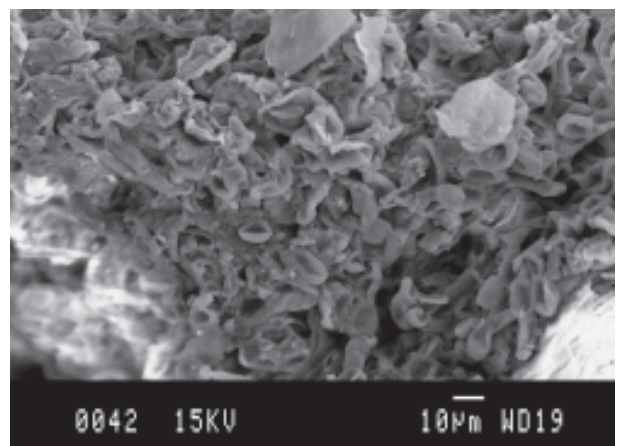
(per exemple, amb una forta disponibilitat d'aigua tendeixen a créixer algues verdes), però de forma sistemàtica es troba sempre un sistema ecològic complex en el que hi ha algues unicel·lular i en forma de colònies, fongs (colònies esfèriques o forment xarxes d'hifes), algues cianofícies, bacteris (habitualment, colònies de menys de 2-3 micres), etc. Seguidament es mostren algunes imatges que presenten la disposició d'algunes d'aquestes colònies.



Xarxa d'hifes corresponents a fongs que colonitzen preferentment les zones deprimides –porus-.



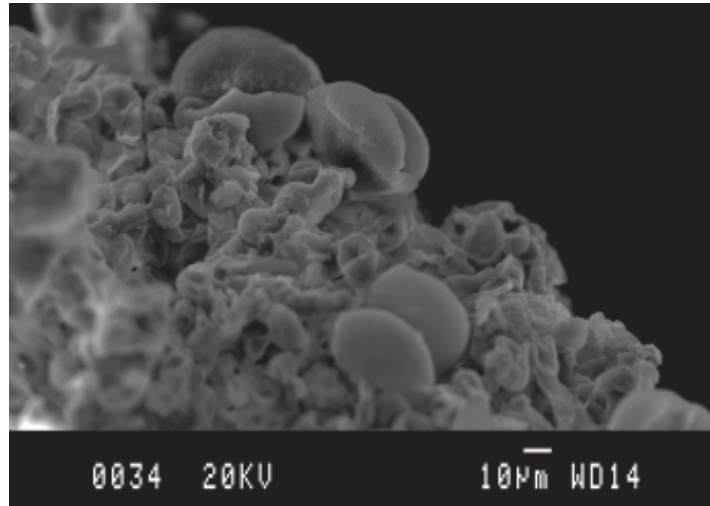
Grup d'algues verdes en posició de vida disposades al voltant d'argiles, possiblement aprofitant la capacitat d'aquests minerals per a retenir aigua adsorbida.



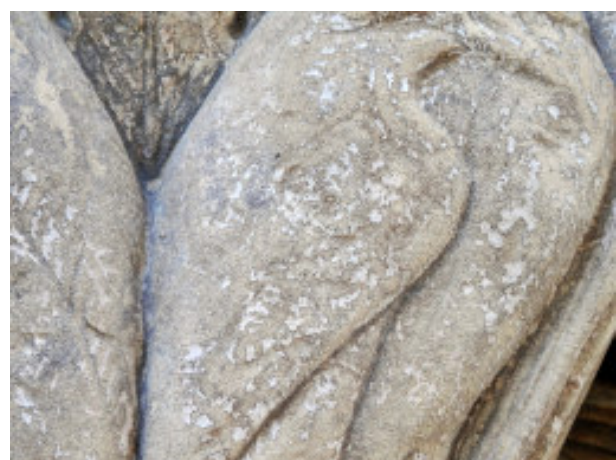
Grup d'algues unicel·lulars (xafades en el moment de fer el buit per preparar la mostra) colonitzant una zona deprimida de la superfície de la mostra.

En alguna superfície s'ha detectat una forta acumulació que forma un revestiment casi continu de color vermell intens que,

en algun moment, s'havia atribuït als efectes d'un incendi. L'estudi de mostra extreta d'aquesta zona posa de manifest que es tracta d'una acumulació d'algues –en gran part cianofícies-, el pigment de les quals és vermell intens en lloc del verd habitual de la clorofil·la.



Imatge de les taques vermelles –atribuïdes erròniament a un incendi- i fotomicrografia de les algues que constitueixen aquest recobriment vermell.



Restes de líquens que devien formar un biofilm més o menys continu, parcialment eliminades en algun tractament mecànic i morts per l'aplicació d'un biocida en base a Cu.

A més de l'activitat biològica suara esmentada, s'han trobat evidències de colonitzacions per microorganismes que no estan vius actualment. En tots els casos, les anàlisis químiques han mostrat la presència de coure, que com s'ha dit, és un potent biocida. Això implica que les restes d'antigues colònies encara romanguin en la superfície, si bé sense activitat metabòlica.



Restes d'activitat biològica del que semblen colònies de fongs o líquens tractats per un biocida de Cu i probablement erosionats per un tractament mecànic.

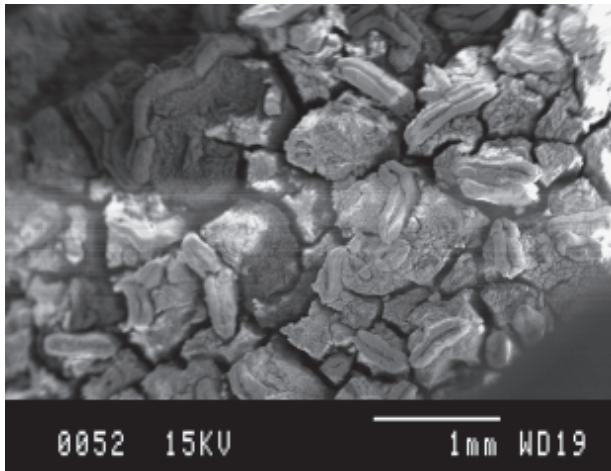
Capitells i bases sense fusts

En el cas dels capitells que s'han muntat directament sobre la seva base sense fust, la disponibilitat d'aigua és major: al estar



Parella de capitells muntats sobre l'ampit del claustre: la seva exposició en superfície horitzontal facilita la colonització d'aquesta de forma molt més intensa que zones amb altra geometria, com el propi capitell.

més a prop del sol, l'aigua del terreny pot pujar per capil·laritat i al presentar una superfície horitzontal, l'aigua s'hi acumula i filtra per gravetat. Per tant, les colònies de microorganismes es desenvolupen amb més facilitat que en els capitells muntats que en altres peces amb una geometria menys favorable.



Fotomicrografia amb microscopi electrònic de rastreig en electrons secundaris de la superfície d'una base de capitell situat a l'ala oest (costat de la piscina). Es pot apreciar la presència de nombrosos microorganismes.



Capitell de l'ala Oest on s'ha després una zona de la pedra. Es pot observar que s'ha tornat a formar un biofilm en la zona de ruptura fresca.



Acumulació d'aigua en el basament del claustre després d'una intensa però curta calamarsada –es veu la calamarsa encara sense fondre-. Aquesta aigua mulla les bases per capillaritat i por assolir el capitell.

Els capitells d'aquestes ales (sud i oest) estan tallats en el mateix tipus de pedra que la resta (Villamayor) i per tant, tenen una bioreceptivitat equivalent. No obstant, la major disponibilitat d'aigua proporciona unes condicions més adients per a la colonització per microorganismes, dels que se n'observen varis grups com fongs negres, algues verdes unicel·lulars, líquens, bacteris, etc. També, com s'ha comentat anteriorment, afavorit per la presència de resina acrílica. Es de notar que es tracta d'un procés actiu, és a dir que s'està desenvolupant actualment.

A més, en algunes peces, s'han després escates superficials del material petri arrossegat per la retracció de la resina. S'observa que el pla de la ruptura –fissura oberta-, s'ha colonitzat i va adquirint la mateixa patina orgànica que en les parts sense despreniments. El procés d'alteració induïda pel tractament amb resina acrílica ha estat comentat més amunt en descriure la presència del consolidant.

No es pot oblidar, a més, que la proximitat a la superfície de l'ampit juntament amb la manca de coberta (arcades o altre mena), facilita l'acumulació d'aigua en les irregularitats de l'ampit i que aquesta es filtri en el propi element i ascendeixi per capillaritat a través de la base i el capitell.

Això causa certa degradació de la pedra però, sobretot, en facilita la biocolonització.

Peces fora de context

Per les mateixes raons d'accessibilitat d'aigua de pluja i de capil·laritat, les peces fora de context que es troben escampades per tota la parcel·la directament en contacte amb el terreny, tenen una disponibilitat d'aigua encara més important que els capitells sense fusts.



Dovella fora de context on s'han desenvolupat algues i líquens.



Peces fora de context directament en contacte amb el sòl. Han crescut plantes superiors al seu voltant.

Com a conseqüència, s'han desenvolupat nombroses colònies de microorganismes: fongs, algues, líquens... Noteu que aquestes peces, molt més exposades que les fileres de capitells i bases sense fusts, mostren una colonització i una degradació molt inferior a aquells. Això es deu a la presència en els capitells sense fusts del tractament amb resina acrílica. Aquestes peces, sense cap tractament de protecció, en contacte amb el terra, emboscades de vegetació, han patit menys afectació per microorganismes que els esmentats capitells.

De fet, estant tant a prop del terreny facilita que també que creixin plantes superiors al seu entorn i la humitat que aquests provoquen altera la pedra

que forma aquestes peces: la proximitat del sòl amb abundant terra vegetal ha permès que es desenvolupin arrels.

Discussió dels resultats

Dades relatives a l'avaluació de l'antiguitat del claustre

Una de les dificultats a l'hora de determinar l'antiguitat de les peces del claustre resideix en la absència o l'escassetat de recobriments anteriors al muntatge de Palamós. Això és degut a que, molt probablement, es va procedit a una neteja del claustre en el moment de la seva instal·lació –molt probablement a Madrid–, com ho evidencia la presència de restes de sulfat de coure, els senyals de raspat, la pèrdua de relleu d'alguns elements –que no pot produir-se de forma natural, etc. Per tant, els indicis de recobriments s'han esborrat de forma important en moltes de les peces, tot i que encara hi ha observacions que ens aporten alguns elements de resposta, com es discutirà seguidament.

Les anàlisis i les inspeccions efectuades han constatat que la pràctica totalitat de les pedres que formen el claustre són de Villamayor del Río (Salamanca), amb l'excepció de pocs fusts que es diferencien clarament per la seva execució a torn. Igualment les peces escampades per la zona (dovelles, carreus, cornises i fragments de fusts) són totes de la mateixa pedra.

Atès que hi ha dues ales muntades i que amb les peces no col·locades es podria completar una tercera galeria i part de la quarta, la substitució de fusts de les dues ales indueix a pensar que són precisament aquests elements els més escassos en el conjunt de pedres arribades de Madrid, dels que a més, no se'n troba cap de sencer entre les peces desmuntades. No sembla, doncs, probable que s'hagin fet peces noves per al muntatge de Mas del Vent tot portant pedra

des de Villamayor del Río. De fet, la carta que es conserva d'un dels socis de Mateu&Mateu que explica l'evolució de l'empresa amb el repte del transport de pedres des de Ciudad Lineal, parla exclusivament de peces del claustre (de vegades anomenat gòtic en la carta) de Madrid, però mai de transport des de Salamanca. Per tant, des d'aquest punt de vista, sembla versemblant la hipòtesi que totes les pedres van arribar de Ciudad Lineal, sense que això exclouï que alguna peça es retreballi a peu d'obra per al seu muntatge: aquest podria ser el cas d'alguns fragments de cornisa que semblen tenir una talla diferent.



Aquesta manca de fusts en bones condicions per al muntatge de les quatre galeries, així com la sistemàtica fractura produïda en la base dels muntats i dels fragments desmuntats, causada per flexió, resulta coherent amb l'afectació pel terratrèmol de 1755, com consta documentalment. Considerant aquest fet, és versemblant que els elements més danyats hagin estat els fusts i que potser alguns d'ells ja no arribessin a Madrid a causa del mal estat i la impossibilitat de muntatge amb fusts fragmentaris.





Noteu un fust i base de nova factura: cap de les juntes entre peces tenen un gruix superior a les juntes d'altres columnes, el que suggereix un muntatge unitari.

Hi ha alguns fusts nous, executats a torn, clarament diferenciables de la resta de materials del claustre. La finor de les juntes superior i inferior dels fusts substituïts porta a concloure que es van col·locar en el moment del muntatge del claustre i no posteriorment. Si hagués estat així –més tard del muntatge de 1958-, hauria calgut l'apuntament dels arcs immediats i la substitució dels fusts hauria donat lloc, necessàriament, a juntes de major gruix que les actuals. Aquest fet porta, d'altra banda, a la consideració que per les substitucions que es devien fer el 1958-59 durant el muntatge, no es va considerar la necessitat de peces que imitessin mimèticament les existents, sinó que en aquest cas (davant l'escassetat de fusts originals) es va optar per peces modernes,

treballades a torn, clarament diferenciables de les existents. La qual cosa no exclou –com ja s'ha dit- la substitució posterior d'altres elements (cornises) amb pedres existents al jardí.

El que es constata efectivament és el retreballat d'algunes de les peces, en el sentit d'eliminar la capa superficial (potser

embrutada) per assolir pedra “sana”. I en el cas del castell, tot i que sembla ser la mateixa peça que estava a Madrid, s'ha treballat remarcant les juntes de l'especejament de carreus i la textura de la porta. Un efecte similar es posa de manifest en alguns capitells quina comparació amb les fotos obtingudes a Madrid remarca certa pèrdua de detalls escultòrics que no pot ser deguda a erosió per la seva posició i per comparació amb els processos erosius ocorreguts durant la permanència del claustre a Palamós (per a detalls, vegeu l'abans exposada comparativa de peces retreballades).



D'altra banda, es constaten erosions que per la seva tipologia i relació espacial no poden haver-se produït a Mas del Vent, les quals (com es va demostrar en un informe dels mateixos autors de juliol de 2012), tampoc poden haver ocorregut a Madrid perquè la seva cinètica no en permet el desenvolupament en el període de temps que el claustre va estar muntat a Ciudad Lineal.

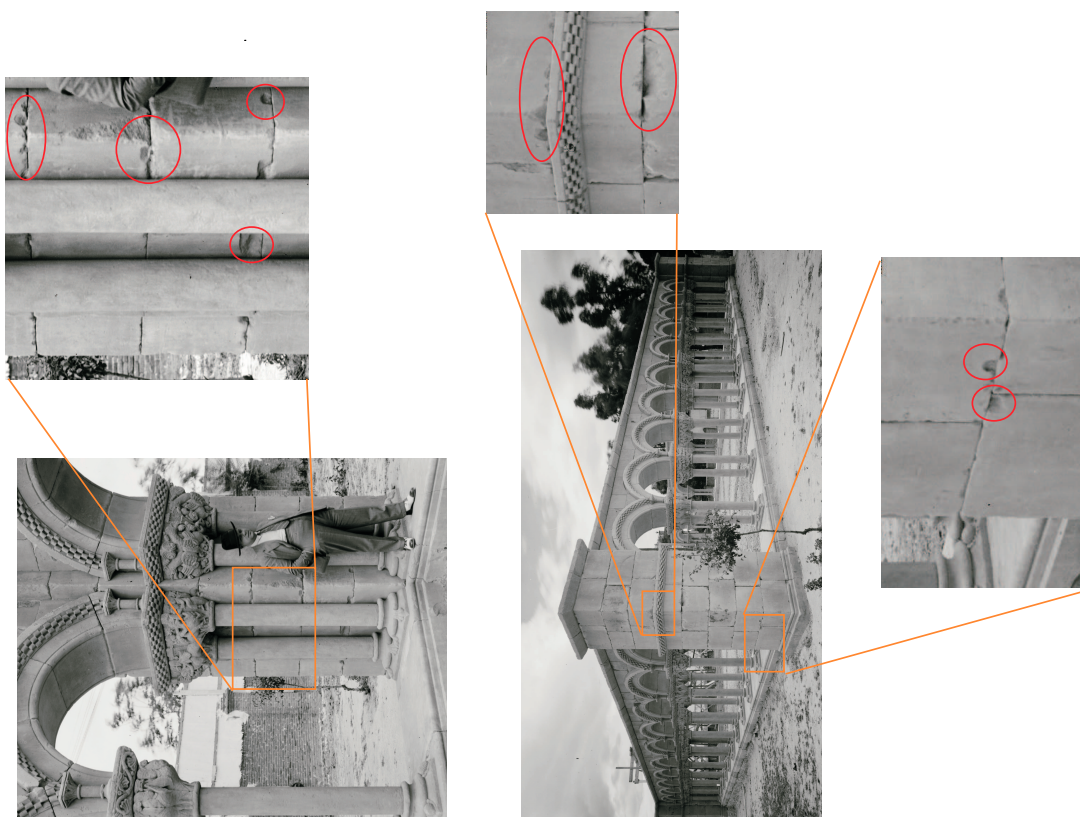
Això porta a l'existència del claustre en un enclavament anterior al seu muntatge a Madrid i a un recorregut temporal anterior a aquest que es pot xifrar en alguns segles.

S'observen, a més, danys mecànics concentrats específicament en les juntes entre carreus o dovelles quina morfologia i patró de distribució resulta impossible que tinguin lloc de forma natural, atesa la textura i composició de la pedra. Es tracta, sense dubte d'efectes de palanca produïts en el desmuntatge de les peces. Aquestes marques ja estan presents en les imatges adquirides quan el claustre estava a Madrid, per tant, han d'haver estat causades en un desmuntatge anterior.

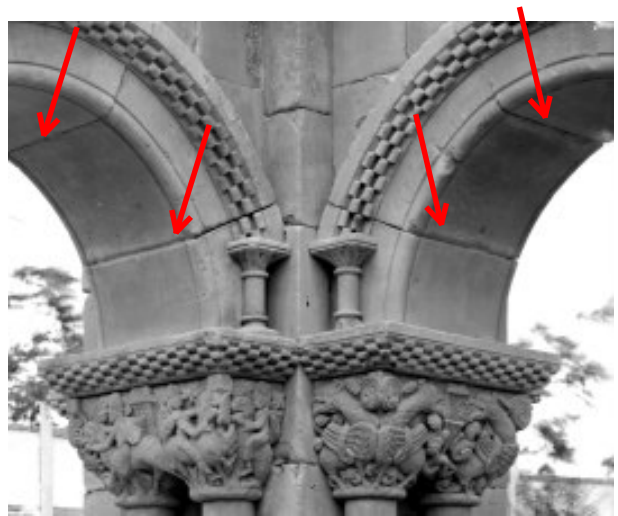
Palamós 2014



Madrid 1931



Igualment es pot observar l'obertura de les juntes entre dovelles en l'intradós dels arcs, les quals, com les marques anteriorment esmentades, no poden haver-se produït de forma natural, sinó causades per una eina tractant d'obrir les juntes i eliminar el morter entre elles: com abans, aquestes marques estan recollides en les imatges de Ciudad Lineal, el que demostra que corresponen a un desmuntatge anterior al seu emplaçament a Madrid.



El claustre a Ciudad lineal, 1931-33: Noteu que les juntes entre dovelles han estat obertes i el color més clar de la zona erosionada degut a la pèrdua de la part exterior de pedra acolorida per l'oxidació dels hidròxids de ferro. Fotos IPCE

Igualment, s'ha demostrat que les peces tenen un tractament que es podria anomenar de consolidació consistent en l'aplicació d'una beurada de calç mantinguda en immersió un llarg període de temps (anys) de forma que els cristalls d'hidròxid de calci assoleixen mides molt inferiors a la micra (pocs centenars de nanòmetres): aquesta és una pràctica ancestral que els autors d'aquest informe han demostrat que resulta força freqüent des de l'edat Mitja en pedres de qualitat limitada i quina aplicació no sembla haver arribat al segle XX. Òbviament, aquest tractament afecta pocs mil·límetres de

fondària, de forma que només té sentit aplicar-lo en peces ja treballades, com es pot comprovar a Mas del Vent.



També s'han detectat restes de pàtines que per la seva composició només poden ser atribuïdes a una aplicació intencionada: es conserven en racons especialment protegits, com les parts interiors entre parelles de capitells. Aquest tipus de recobriment de cronologia indeterminada s'ha aplicat al llarg de la

història amb composicions molt similars, no obstant l'experiència en anàlisi de pàtines en diversos monuments i circumstàncies suggereix que responen a èpoques relativament antigues (en tot cas anteriors al s. XIX) i que s'han aplicat com a protecció o uniformització del color de la pedra. Si aquests capitells van tenir policromia en el moment de la seva construcció el s. XII, no se n'ha pogut reconèixer cap resta, però si en algun moment aquesta es va perdre, l'aplicació d'una pàtina monocroma és una solució llargament emprada en nombrosos claustres (i altres elements).

Pel que fa al sistema constructiu, les fotografies del muntatge a Palamós, les dovelles desmuntades i les dels arcs incomplets, mostren l'existència de canals de la cara adossada



a la dovella immediata, els quals, un cop juntes dues dovelles formen un conducte per a la distribució del morter que s'avocava per l'obertura que queda en la part superior. Aquests canals s'han observat en dovelles desmuntades de diverses construccions medievals (entre elles Santa Maria de Castelló de Farfanya i Santa Maria del Mar)



i tenen sentit per distribuir morter aeri de calç a més del de junta, de manera que en endurir forma un sistema de trava entre dovelles que col·labora en l'estabilitat dels arcs. Aquesta tècnica per a la formació d'arcs no té sentit en una construcció moderna feta amb morters hidràulics, que tenen una major capacitat adherent que la

calç aèria i els autors d'aquest informe només l'han constatat en edificacions tradicionals, mai al segle XX.

De fet s'han analitzat dues restes de morter adherit a una dovella i en el fons d'un d'aquests forats quadrats de connexió en un fust. En ambdós casos s'ha comprovat que es tracta de morter aeri de calç amb àrid relativament fi (com correspon a juntes fines o al connector entre peces) format per sorra obtinguda de la mateixa pedra de Villamayor. Aquest material és diferent del morter hidràulic emprat en el muntatge de Palamós, de forma que –per exclusió– podria atribuir-se al muntatge a Madrid o un altre anterior. No obstant, l'únic material que pot ser atribuït al muntatge a Ciudad Lineal és un morter bord trobat en un forat de connexió d'un fust no muntat a Mas del Vent, de forma rodona, en contraposició als quadrats de tota la resta de peces. D'altra banda, la presència d'àrid de la mateixa pedra exclou la possibilitat que sigui un morter del muntatge a Ciudad Lineal, atès que per l'ús àrid de la pròpia pedra suggereix que aquesta s'està treballant a peu d'obra i per tant, es disposa de fragments, resquills i pols de la mateixa. I no hi ha cap evidència de treball de pedra a Madrid. Per tant, en tractar-se d'un morter de calç, diferent del emprat a Madrid (bord) i a Palamós (hidràulic), ha de correspondre necessàriament a un muntatge anterior a l'aparició del claustre a Ciudad Lineal.

Similarment, la connexió entre els fusts i la base i/o el capitell es feia amb una pedra aproximadament paral·lelepèdica disposada en sengles allotjaments de secció quadrada o

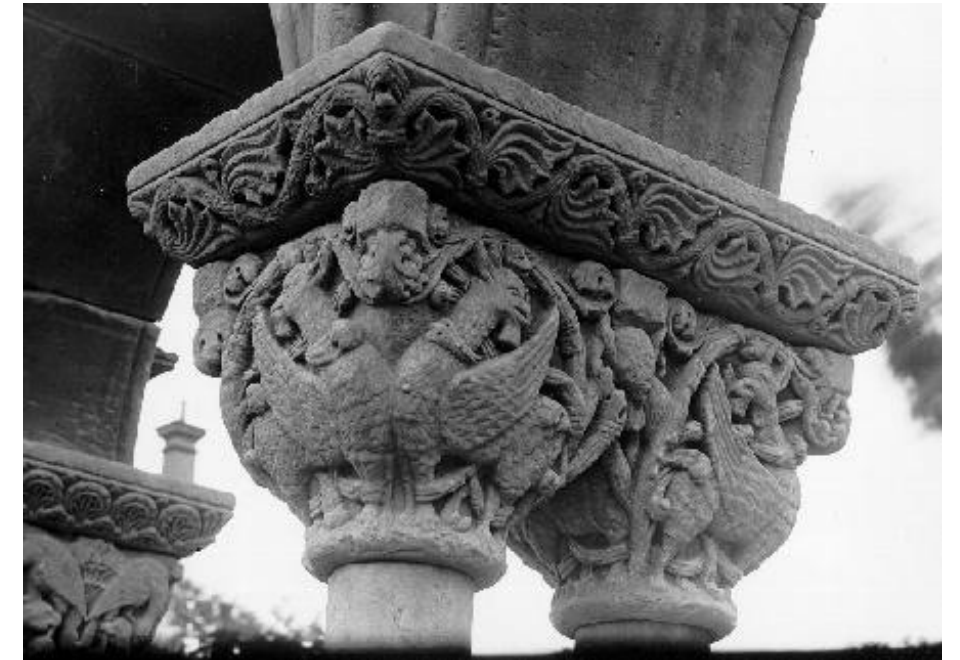


rectangular en les peces a unir. Els fragments de fusts no muntats presenten aquest allotjament quadrat, excepte un que el té rodó i parcialment ple amb morter bord (calç més ciment pòrtland), per tant atribuïble a un muntatge modern (probablement a Madrid).



La degradació dels elements de pedra està condicionada per la qualitat de cada un d'ells –varietats dins del mateix tipus de pedra-, per la seva geometria en obra i per les condicions microclimàtiques que l'afecten (escolament d'aigua, interior o exterior, protegit sota un arc o en el mur...). En tot cas, excepte en condicions especials (per exemple circulació canalitzada d'aigua), la cinètica dels processos erosius és relativament lenta, com es pot veure fent una senzilla comparació entre fotos perfectament datades com són les de Ciudad Lineal, les del muntatge a Mas del Vent i les actuals: la degradació –excepte punts especials- ha estat mínima i per tant, les peces fortament degradades es comprova que ja ho estaven a Madrid.

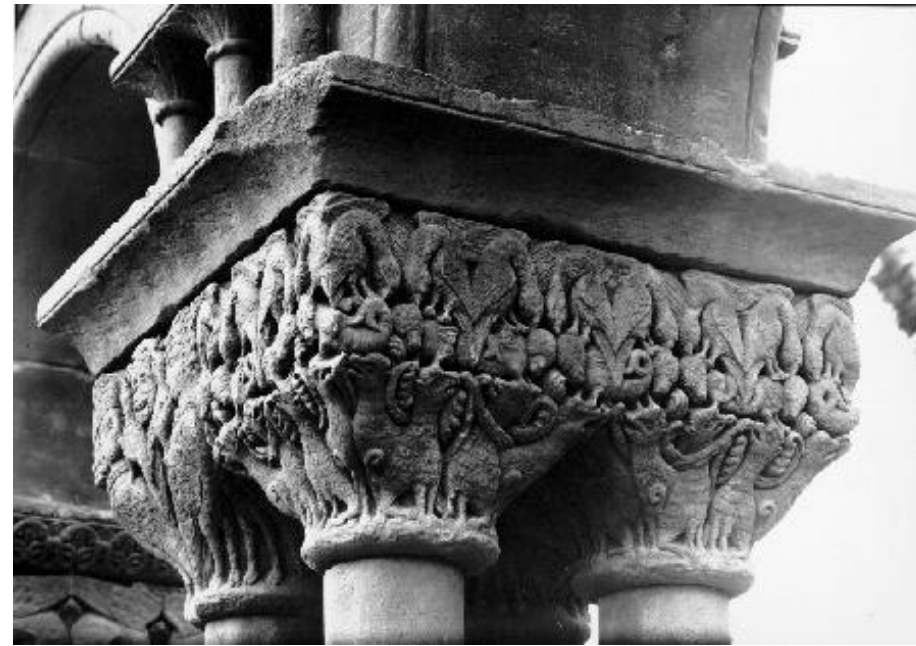
Capitells en Madrid



Capitells en Palamós



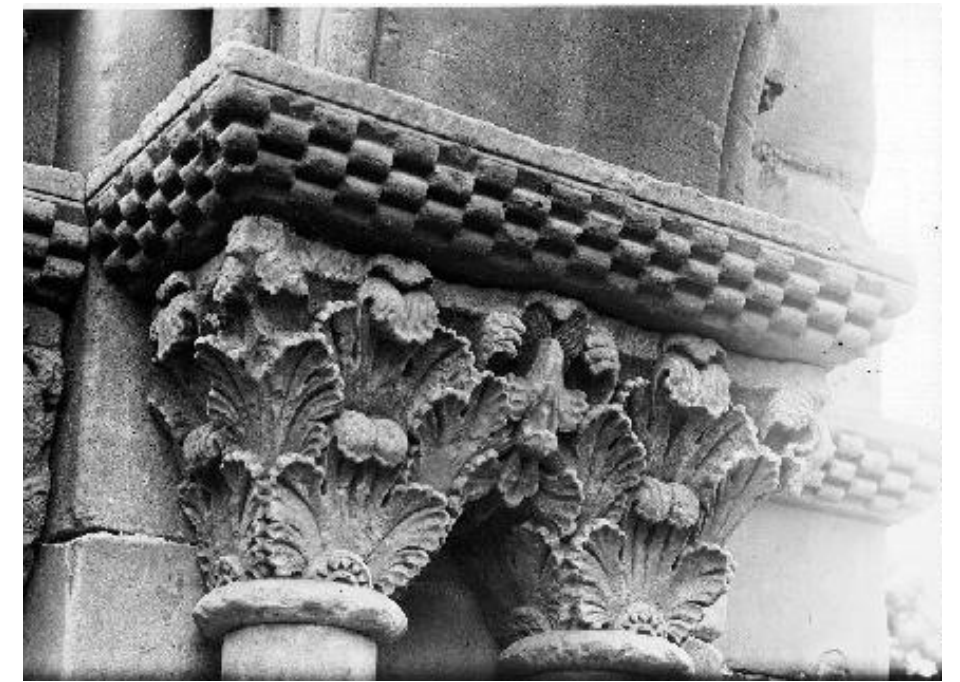
Capitells en Madrid



Capitells en Palamós



Capitells en Madrid



Capitells en Palamós



Capitells en Madrid



Capitells en Palamós



Capitells en Madrid



Capitells en Palamós



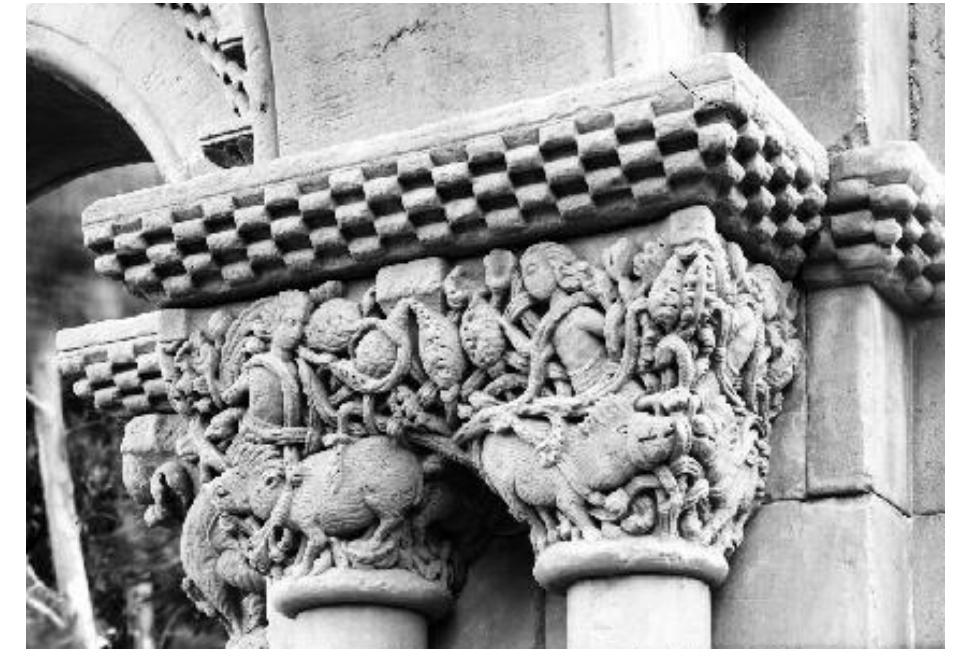
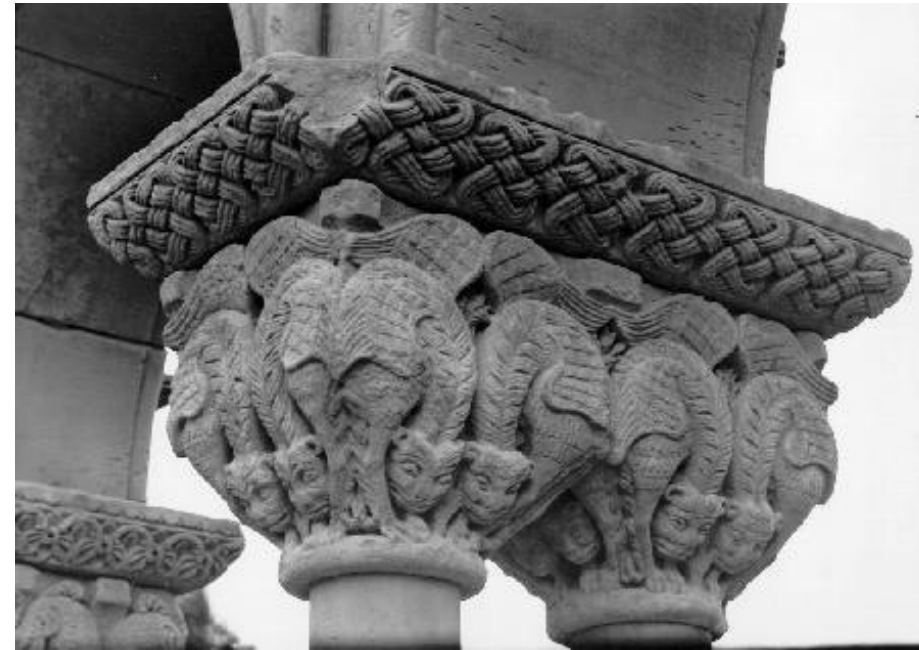
Capitells en Madrid



Capitells en Palamós



Capitells en Madrid



Capitells en Palamós



Aquestes observacions porten a la conclusió que algunes peces amb important degradació no poden haver-se fet així de malbé ni en l'estada a Madrid –poc més de 25 anys-, ni a Palamós -66 anys fins avui-. Per tant, cal deduir que el claustre procedeix d'un emplaçament força anterior a Madrid.

Des del punt de vista de la potencial interacció d'aquesta pedra amb els microorganismes, es pot dir que la majoria de les peces estan limitadament colonitzades, amb notables excepcions justificables per la geometria favorable de les superfícies afectades (en posició horitzontal i forta capacitat de retenció d'aigua). Certament que aquesta pedra, porosa i amb força argiles a la matriu, té una bioreceptivitat important i per tant, s'afavoriria la seva colonització general. No obstant, les anàlisis han mostrat que en algun moment indeterminat va ser tractada amb un compost de coure (CaSO_4), del que en queden evidències observables en el microscopi i detectables analíticament (es detecta Cu per XRF): aquest element és un biocida molt actiu i per tant, ha limitat la biocolonització en moltes de les superfícies. Menys en les de geometria propera a l'horitzontal perquè reben més aigua i a mig o llarg termini, el sulfat de coure acaba marxant dissolt en l'aigua que penetra en profunditat a través del sistema porós. De fet es detecten restes d'antigues colònies de fongs i líquens que no estan vius, el que porta a pensar que van ser afectats per l'aplicació de l'esmentat biocida. Tot i desconèixer si el coure es va aplicar a Palamós o a Madrid, el resultat és que les pedres estaven parcialment colonitzades en el moment del tractament i per tant, novament resulta una evidència d'un emplaçament anterior.

Sistemes constructius (original i reconstrucció)

En la cara superior de les dovelles sense muntar es poden observar uns canalons tallats en la pedra formant tres ramals



Dovella fora de context on es pot observar la presència dels canalons de distribució de la calç en la superfície de contacte amb les peces veïnes.

que arranquen en el punt superior de l'arc i s'estenen en quasi tota la seva amplada. Aquests estan en les dues cares de la peça, que en el muntatge estarien en contacte amb la dovella immediata. Tot i que no són visibles actualment excepte en els arcs incomplets, l'examen de les fotografies del muntatge a Palamós permet veure que aquests canals també estan en les dovelles de les galeries muntades.

Això suggereix que el sistema constructiu emprat originalment era el següent: després de col·locar les dovelles sobre el cindri de fusta per formar l'arc –probablement amb poc morter de junta-, es vessava morter relativament fluid –o sigui, amb una granulometria d'àrid reduïda, compatible amb l'espessor de la junta- per la sortida que forma el punt de trobada de les tres rames del canaló en

l'extradós de la peça. D'aquesta manera, el morter es distribueix a través dels canalons en la superfície de contacte entre peces i en endurir forma un element –l'interior dels canals- que millora l'adherència entre peces. El cindri es retirava quan un cop el morter ha assecat de forma que l'arc pugui entrar en càrrega sense donar lloc a la fluència del morter.



Muntatge de la galeria est en Mas el Vent: la dovella que està a punt d'estar col·locada en el seu lloc té els mateixos canalons que els de les peces sense muntar.

Conclusions

L'antiguitat del claustre ha estat fefaentment establerta per diverses vies metodològiques: l'estudi dels materials de construcció (que es completa en aquest document), l'estudi de la documentació històrica, la lògica deductiva, l'anàlisi de les vicissituds més recents del claustre, etc. (vegeu els enllaços en el quadre adjunt) i actualment se sap que es tracta del claustre romànic de la catedral vella de Salamanca, datat al segle XII i desmuntat el 1957 per a ser remuntat, fet que mai va passar perquè es va decidir fer un claustre nou. En el

<http://fempatrimoni.blogspot.com.es/2013/04/el-claustre-de-mas-del-vent-palamos.html>;

<http://fempatrimoni.blogspot.com.es/2013/11/cronologia-i-origen-de-les-galeries.html>

<http://fempatrimoni.blogspot.com.es/2014/06/el-claustre-de-mas-del-vent-i-van-tres.html>

present estudi no es vol entrar a discutir l'antiguitat medieval del claustre, suficientment demostrada, sinó que es vol fer èmfasis en les dades que es poden extreure de la inspecció i anàlisi dels materials de formació del claustre.

Totes les dades analítiques porten a la conclusió que es tracta d'una construcció d'una antiguitat d'ordre secular (diversos segles, sense poder-ne precisar la cronologia): els sistemes constructius, els patrons de degradació, la colonització per microorganismes anteriors al tractament biocida, els danys induïts en el desmuntatge anterior a Madrid, la cinètica de certes formes de degradació, etc. Les dades exposades en els apartats anteriors no permeten proposar una cronologia absoluta (que ha quedat establerta per altres procediments), però en tot cas situen la formació del claustre alguns segles anteriorment al seu muntatge a Madrid.

En base a aquesta afirmació es podria imaginar –escurçant les cronologies al límit- la construcció del claustre entorn del

segle XVIII, moment històric en que el romànic no era un estil particularment apreciat i resulta difícil imaginar que algú decideixi construir un claustre “*estil romànic*” de 20x20 m de quadre. Per tant, atesos els altres indicis que porten la construcció al segle XII i la versemblaritat del seu origen a la catedral vella de Salamanca, els autors d’aquest estudi estan fermament convençuts de la seva cronologia medieval, que eventualment podrà ser determinada per altres mètodes (vegeu apartat següent).

Datació absoluta

El tractament de consolidació aplicat a les superfícies de les peces un cop treballades consisteix en introduir hidròxid de calci a l’interior d’una pedra (en aquest cas Villamayor) que no conté cap mena de carbonat en la seva naturalesa, formada exclusivament per silicats. La carbonatació de la calç introduïda s’inicia immediatament després del tractament, la qual cosa implica l’entrada de carboni procedent del CO₂ atmosfèric per a formar carbonat de calci a l’interior de la pedra.

El carboni que conté l’atmosfera té una proporció ¹⁴C i ¹²C coneguda perquè el ¹⁴C, que es crea a partir del bombardeig amb radiació còsmica del nitrogen, és inestable i es transforma ràpidament a ¹⁴N: aquest procés dinàmic dóna lloc a una concentració constant de ¹⁴C a l’aire (al menys fins 1945, data de la primera bomba a Hiroshima). Per tant, en el moment de formació del carbonat, el carboni fixat té la proporció atmosfèrica dels dos isòtops. A partir de la formació del carbonat, el ¹⁴C inicia la seva desintegració, atès que es radioactiu. Es coneix el període de semidesintegració d’aquest

isòtop, que és de 5568 anys i per tant, resulta fàcil calcular d'edat de formació a partir de comparar la relació $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ del carbonat amb l'atmosfèrica.

Conseqüentment, resulta possible la datació absoluta del moment de carbonatació a partir de l'anàlisi d'aquesta relació. Atesa la limitada concentració de carboni en la zona tractada (uns 8 mm des de la superfície), no resulta possible la determinació d'aquesta relació amb la metodologia convencional, però si en laboratoris que disposin d'un accelerador, que proporciona un feix d'alta energia, d'intensitat diversos ordres de magnitud superior a la de les fonts convencionals.

Per això s'ha preparat certa quantitat de pols obtinguda per raspat de mostres de pedra sense forma recollides de les peces dipositades en el jardí i s'ha enviat a dos laboratoris equipats amb la instrumentació que possibiliti la datació absoluta per l'esmentada relació isotòpica. S'espera disposar d'aquestes dades a finals de 2014.

Barcelona, juny de 2014,

Màrius Vendrell (Dr. en Geologia)

Pilar Giráldez (restauradora)

Sabrina Senouci (enginyera geòloga)

Andrés Vadillo (enginyer químic)

Lorena Merino (geòloga)

Sarah Boularand (química)