

Perquè la calç: quina, quan i com

En aquest article desxifrem la descripció i caracterització de la calç, amb la intenció de preguntar-nos amb rigor científic el perquè de l'elecció d'aquest material. Un coneixement de les seves propietats que ens durà a saber escollir la calç més adequada, en quin moment i de quina manera aplicar-la, de forma única i precisa per a cada intervenció de conservació i restauració.

Why lime: which one, when and how

This article describes and characterizes lime, with the purpose of asking ourselves with scientific rigor the reason to choose this material. An understanding of its properties will allow us to choose the most appropriate lime and we will learn how and when to apply it, in a unique and precise way for each conservation and restoration intervention.

Montserrat Guixeras, Diplomada en Conservació i Restauració d'Escultura per l'ESCRBCC. Mestre de la calç.
Diploma in Conservation and Restoration of Sculpture by the ESCRBCC. Master of lime.
joystuc@gmail.com

Sònia Argano, Diplomada en Conservació i Restauració d'Arqueologia per l'ESCRBCC i Tècnica Superior de laboratori químic. Mestre de la calç.
Diploma in Conservation and Restoration of Archaeology by the ESCRBCC and Superior Technician of a chemical laboratory. Master of lime.
sargano@wanadoo.es



INTRODUCCIÓ

Calç és un terme genèric que es refereix a un ampli ventall de materials amb diferents característiques i formes d'aplicació. En aquest article, quan parlem de la calç, farem referència a la calç aèria en pasta o calç grassa, l'anomenat *grasello di calce*.

La calç aèria en pasta s'empra des dels inicis de l'activitat constructiva, per tant es tracta d'un material mundialment conegut. L'ús de la calç en el camp de la restauració de construccions històriques comença a ser una pràctica habitual, a mesura que s'ha recuperat el coneixement de les característiques tècniques d'aquest material –durabilitat, transpiració, elasticitat i qualitat estètica–.

El nostre objectiu és la descripció i caracterització de la calç aèria en pasta, com a camí per a preguntar-nos amb rigor científic –entenent en profunditat el seu funcionament–, el perquè triem aquest material, a part de per la seva ja sabuda similitud amb els materials constructius patrimonials. Un coneixement científic de les seves propietats ens durà al bon ús d'aquest material, és a dir, a saber escollir la calç més adequada, en quin moment i de quina manera aplicar-la, que seran únics per a cada intervenció de conservació o restauració, on les actuacions no poden, ni han de ser irreversibles.

Façana esgrafiada del carrer Rubiors de Cornellà (Barcelona), (Fotografia: Estucs Campreciós, 2010).

QUÈ ÉS LA CALÇ

Calç és un terme general que inclou formes físico-químiques de diferents varietats que poden presentar-se com a òxids:

- Calç viva aèria (CaO, MgO).
- Calç hidràulica (CaO, MgO amb silicats hidràulics).

O com a hidròxids:

- Calç aèria apagada en massa, calç aèria en pasta o calç grassa (Ca(OH)₂, Mg(OH)₂).
- Calç aèria apagada en pols (Ca(OH)₂, Mg(OH)₂).
- Calç hidràulica (Ca(OH)₂, Mg(OH)₂ amb silicats hidràulics).

La norma UNE-EN 459-1/01 defineix la calç de manera genèrica com a un aglomerant que conté principalment CaO, Ca(OH)₂, MgO i Mg(OH)₂, a més de SiO₂, Al₂O₃ i Fe₂O₃.

En la següent taula podem veure els principals elements químics que componen els diferents tipus de calçs amb la seva nomenclatura comercial. **1**

La calç grassa la trobem comercialitzada dintre de la categoria CL-90, és a dir, dins de les calçs amb un contingut en CaCO igual o superior al 90%. Com que la calç grassa ha de contenir com a mínim un 95% de CaCO, veiem com aquesta denominació (CL-90) no ens assegura que es

¹ Aquest article ha estat traduït del castellà al català per Aleix Álvarez Vall, alumne de primer curs de l'ESCRBCC.

1	critèris	denominació	designació actual	designació anterior 1981-1996
calçs naturals sense additius	Concentració en CaO i MgO	calç càlcica	CL90 90% CaO mín CL80 80% CaO mín CL70 70% CaO mín	calç aèria apagada per construcció
		calç dolomítica	DL85 85% CaO + MgO mín DL80 80% CaO + MgO mín	
aglutinants afegits	Resistència mínima a la compressió	calç hidràulica natural	NHL 2 NHL 3,5 NHL 5	XHN o calç hidràulica natural
		calç hidràulica natural amb afegits de materials hidràulics o puzolànics 20% máx	NHL-Z 2 NHL-Z 3,5 NHL-Z 5	
aglutinants reformulats	Resistència mínima a la compressió	calçs CL i DL barrejades amb materials hidràulics o puzolànics	HL 2 HL 3'5 HL 5	no designats

HL: calç hidràulica – **NHL:** calç hidràulica natural – **DL:** calç dolomítica – **CL:** calç càlcica

Taula de classificació comercial de les calçs (imatge: M. GUIXERAS, S. ARGANO, *Cal aèria en pasta*, Barcelona: Joystuc, 2009, p. 22).

tracti sempre d'una calç grassa, sent aquestes petites variacions de composició les que determinen la bona qualitat de la calç resultant.

PROPIETATS DE LA CALÇ GRASSA

La calç aèria en pasta és un material molt particular, amb unes característiques diferencials que són les següents:

- Té qualitat pètria, perquè en endurir es transforma en pedra (CaCO_3).
- És aèria, perquè carbonata (endureix) amb el CO_2 de l'atmosfera.
- És natural, perquè no se li agreguen productes químics.
- És una pasta, ja que hidratada es manté en estat amorf.

1. PROPIETATS TÈCNIQUES

Poca retracció; bona adherència; transpirable al vapor d'aigua; no acumula humitat i té un bon comportament davant ella; gran durabilitat; bon comportament tèrmic; resistent al foc; reacciona amb substàncies silícies de baixa estabilitat (putzolanes, Pòrtland, terres...); és neutra, no interacciona negativament amb cap altre material; gran plasticitat i facilitat de manipulació.

2. PROPIETATS ESTÈTIQUES

Ofereix una àmplia gamma d'acabats estètics amb gran varietat de textures atesa la seva facilitat de manipulació; transparència, proporcionant així vibració òptica i profunditat; permet aconseguir un ampli cromatisme a causa del seu color blanc, que facilita la tinció; és reversible; en treballar-se amb aigua aconsegueix fondre les juntes i reparacions.

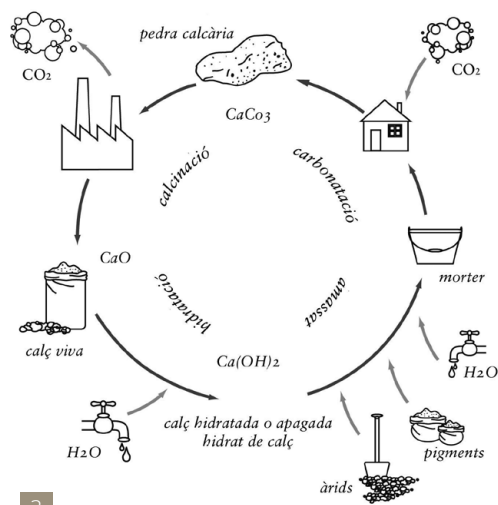
3. PROPIETATS SANITÀRIES I ECOLÒGIQUES

És càustica i per tant desinfectant, evitant la proliferació de microorganismes en tenir acció antimicrobiana; no té electricitat estàtica i per tant no atreu ni reté la pols. En el procés de fabricació l'emissió de CO_2 és baixa (no se superen els 1000 °C); no desprèn gasos

tòxics; prové de recursos renovables i és ràpidament biodegradable en no contenir additius; es treballa amb aigua.

EL CICLE DE LA CALÇ

Els diferents tipus de calçs s'obtenen seguint una sèrie de processos coneguts com "el cicle de la calç", que es poden resumir en el següent diagrama. 2



Esquema del cicle de la calç (imatge: M. GUIXERAS, S. ARGANO, *Cal aèria en pasta*, Barcelona: Joystuc, 2009, p. 20).

Comprendre la tecnologia de la calç consisteix en saber les característiques i qualitats que definiran el tipus de material que s'obtindrà. Aquesta comprensió és l'eina bàsica per a escollir el tipus de calç més idoni en cada intervenció i poder rendibilitzar al màxim les seves propietats.

1. EL PROCÉS DE CALCI-NACIÓ

El procés de calcinació de la pedra calcària o dolomia, determina les propietats físiques del material resultant, és a dir: porositat, densitat, reactivitat, dimensió i forma dels cristalls. Durant aquesta cocció es transforma el carbonat de calci i/o magnèsic (pedres calcàries o dolomies) en òxid de calci i/o magnèsic.

1.1. Tipus de calç

Segons la naturalesa química de la pedra calcària calcinada s'obtenen els diferents tipus de calços que es poden trobar en el mercat.

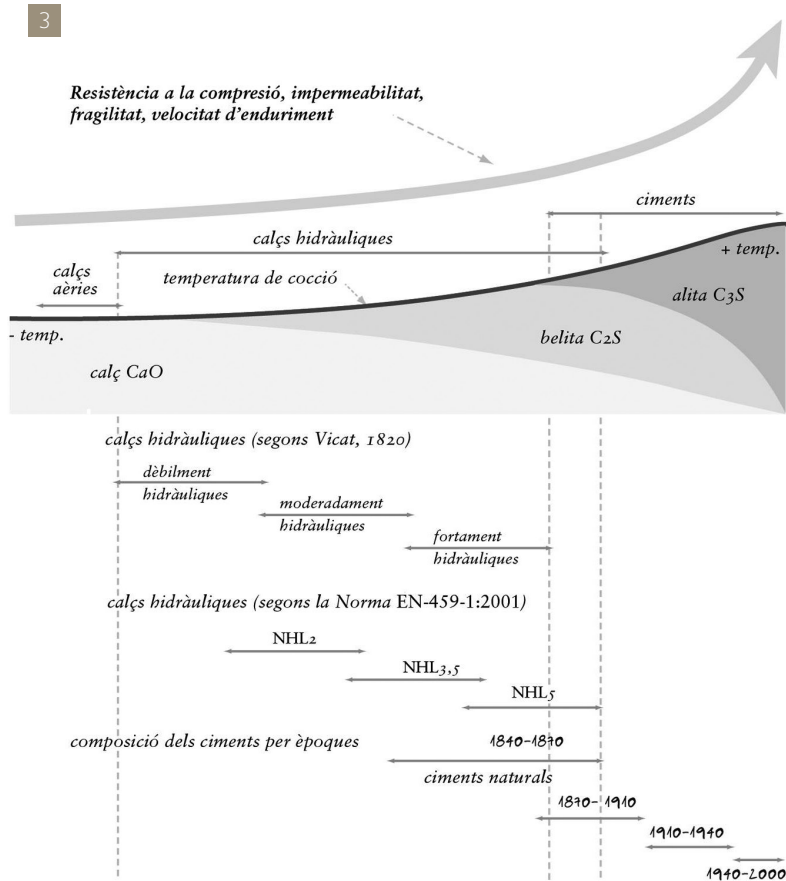
La nomenclatura dels diferents tipus de calç per a la construcció segons la normativa UNE, s'assigna a partir del contingut mínim en òxid de calci i/o dolomífic en les calç aèries, com s'ha comentat, i en les calços hidràuliques, a partir de la seva resistència a la compressió als 28 dies.

Aquestes nomenclatures generen confusió, ja que són molt flexibles i permeten englobar en cadascun d'aquests tipus diferents qualitats de calç, que solament podrem individualitzar i distingir mitjançant l'experiència en la seva aplicació o una anàlisi química prèvia.

1.2. Grau de temperatura

La naturalesa química de la pedra calcinada determina el grau de temperatura de cocció al que s'haurà de sotmetre, per a obtenir calç aèria o calç hidràulica o ciment a mesura que la temperatura augmenta: $\text{CaCO}_3 + 900/1000\text{ }^\circ\text{C} = \text{CO}_2 + \text{CaO} - \Delta\text{Q}$.

El procés de cocció de les calços aèries (CL-90, CL-80, CL-70, DL-85, DL-80) acaba als 900 °C/1000 °C.



Espectre de la calç (Imatge: M. GUIXERAS, S. ARGANO, *Cal aèria en pasta*, Barcelona: Joystuc, 2009, p. 26).

Quan el tipus de roca conté, o se li afegeixen, altres components (argiles, aluminosilicats) per a aconseguir un determinat producte, el procés de cocció continua. A 1200 °C s'obté el cristall de bel-lita (silicat bicàlcic, Ca_2Si), que dona lloc a la calç hidràulica, que pot ser natural (les NHL) o amb afegit de productes hidràulics (les NHL-Z, HL).

Si una calç aèria o hidràulica es sotmet a un excés de cocció, obtenim productes cimentats que accidentalment podem trobar en el mercat en sacs etiquetats incorrectament com a calç, ja que es tracta de productes diferents que no tenen moltes de les característiques assenyalades.

L'esmentada relació entre la naturalesa dels components calcinats i el seu gradient de temperatura de cocció, queda reflectida en el diagrama de la figura 3.

2. EL PROCÉS D'HIDRATACIÓ EN MASSA

Després de la calcinació de les pedres, l'òxid càlcic obtingut de les calços aèries s'hidrata en massa afegint-li aigua en excés durant el procés d'apagat (1 volum de calç viva/3 volums d'aigua), per a obtenir hidròxid de

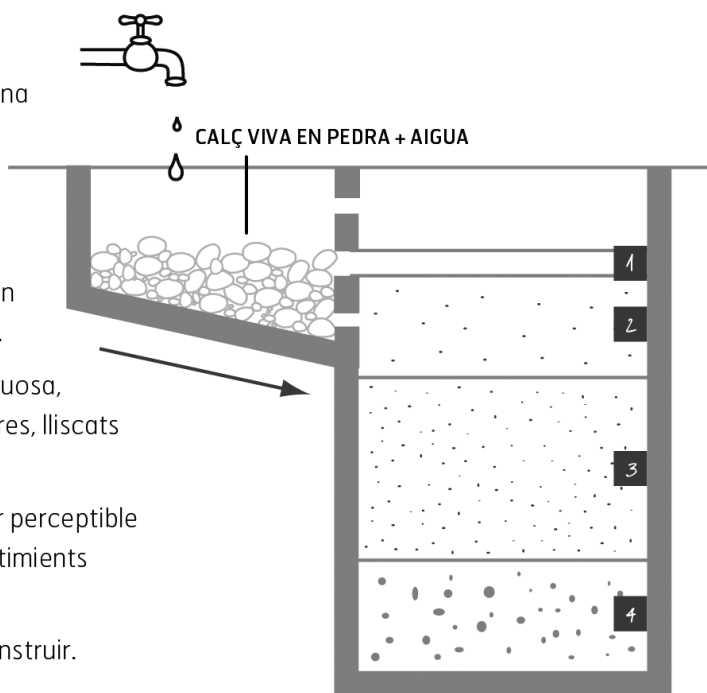
4

1-Aigua de calç, també anomenada aigua forta. És una aigua carregada de calcàri. Es fa servir per lliscats, pàtines, en la conservació i renovació de frescs, de pedras calcàries toves, i en l'aigua d'amassat del morter.

2-Flor de calç. Molt fina i untuosa, adequada per realitzar pintures, lliscats i acabats finals.

3-Calç grassa. Estat granular perceptible al tacte. Es fa servir en revestiments i desbastats.

4-Calç grollera o calç per construir. Conté incuits i impureses



El sobrant d'aigua durant l'apagat de la calç en pasta serveix per la fabricació de lliscats.

Secció d'una bossa d'apagat (Imatge: M. GUIXERAS, S. ARGANO, *Cal aérea en pasta*, Barcelona: Joystuc, 2009, p. 27).

calci en pasta, amb una estructura microcristal·lina, que és la portlandita. Aquest procés d'hidratació es resumeix en la fórmula següent: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \Delta V + \Delta Q$.

El procediment d'apagat en massa queda representat en el esquema de la figura 4.

Els cristalls de portlandita generats sofreixen a més una metamorfosi durant l'apagat i envelliment, adquirint una nova forma: fines làmines submicromètriques amb gran àrea superficial i menor volum. Aquesta nova estructura del cristall permet l'existència d'aigua entre els diversos cristalls laminats que es van formant, essent aquesta l'aigua interlaminar.

2.1. L'aigua interlaminar

El nombre de cristalls de portlandita (hidròxid de calci), depèn de la relació aigua/calç durant l'apagat i el procés d'envelliment, ja que l'aigua interlaminar existent entre els cristalls permet la precipitació de la portlandita per saturació de la dissolució.

La qualitat de la calç àeria en pasta rau en l'elevada superfície específica del cristall format (portlandita) i en

l'alta capacitat de retenció d'aigua interlaminar d'aquest, sent aquestes dues característiques les que li confereixen la seva gran plasticitat i fàcil manipulació.

2.2. Calç àeria en pasta versus calç àeria en pols

La calç àeria en pols s'obté quan l'apagat es realitza mitjançant polvorització, amb la quantitat justa d'aigua per a convertir l'òxid en hidròxid. També permet obtenir-la en pols la calor despresada durant aquesta reacció exotèrmica.

En aquest cas, la relació aigua/calç durant l'apagat és menor i disminueix així la proporció de cristalls reactius formats. A més, al no ser possible el procés d'envelliment, no existeix aigua interlaminar en aquest tipus de material.

En la calç àeria en pasta, la hidratació en massa i l'envelliment (mínim 6 mesos) generen un nombre superior de cristalls de portlandita amb la seva aigua interlaminar, que aporten al material elasticitat. Més tard, en la massa ja aplicada, l'existència d'aquests cristalls amb la seva aigua interlaminar afavorirà un procés homogeni de carbonatació (enduriment), ja que es genera una estructura cristal·lina intercomunicada, que caracteritza les pastes de calç grassa.

3. EL PROCÉS DE CARBONATAció: L'ENDURIMENT

Les calçs àeries endureixen mitjançant l'absorció del CO_2 ambiental, com s'expressa en la fórmula següent: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \uparrow\text{H}_2\text{O}$.

Aquest procés aeri d'enduriment s'inicia amb la dissolució del diòxid de carboni en l'aigua interlaminar de la pasta aplicada, formant àcid carbònic, que simultàniament augmenta la pressió de la dissolució. Aquests dos factors produeixen la sobresaturació de l'aigua que embolcalla la portlandita, dissolent-la en bicarbonat de calci que, en ser inestable, per sobresaturació precipita en una nova forma cristal·lina estable, la calcita (carbonat de calci). Per aquest motiu, el procés d'enduriment de la calç aèria es denomina carbonatació.

El procés comença a les 24 hores de l'elaboració de la pasta i pot acabar als 6 mesos, o durar anys, fins i tot segles, segons la dificultat d'accés del CO₂.

Com veiem, l'enduriment d'aquestes pastes no depèn solament de l'aigua que perden durant l'assecat, sinó de la combinació del diòxid de carboni amb la portlandita (carbonatació), formant-se la calcita que incrementa un 12% el volum de la pasta aplicada, estabilitzant-se aquest increment de pes amb el temps.

3.1. Calç aèria versus calç hidràulica

Les calçs hidràuliques, tant naturals com artificials, es presenten en pols, ja que no permeten un apagat en massa que provocaria el seu enduriment. Per a facilitar el seu ús, s'apaga industrialment la part més reactiva (calç viva, CaO) mitjançant polvorització, sense deixar reaccionar la part hidràulica (aluminosilicats).

La calç hidràulica té la capacitat d'endurir-se en presència d'humitat a causa dels seus components argilencs. El seu procés d'enduriment, com en la gran majoria dels materials del mercat, es produeix per pèrdua d'aigua. Tot i així, en aquest enduriment hem de considerar que, per la seva naturalesa calcària, una part realitzarà l'enduriment per carbonatació. Aquesta part serà menor com més gran sigui el seu contingut hidràulic, que es tradueix en l'increment de la resistència a la compressió als 28 dies.

El procés d'enduriment es perllonga més enllà dels 28 dies, ja que el cristall que endureix no és l'alita, característica dels ciments i que gairebé no contenen les calçs hidràuliques, sinó que és la bel·lita, que endureix més tard

com la part calcària que encara ha de carbonatar. Per tant, l'índex real de resistència a la compressió s'obindrà en completar-se el procés de carbonatació.

En el diagrama de la figura 5 apareix la classificació actual de les calçs hidràuliques. 5

3.2. Qualitat de pedra

La calç aèria ja aplicada, com hem dit, sofreix una transformació que la converteix en calcita tornant llavors a ser pedra, com a l'inici del cicle. En aquest moment adquireix una estructura cristal·lina, que li confereix característiques pròpies dels materials petris: resistència mecànica, durabilitat i un sistema porós cristal·lí, que determinarà les seves propietats higromètriques.

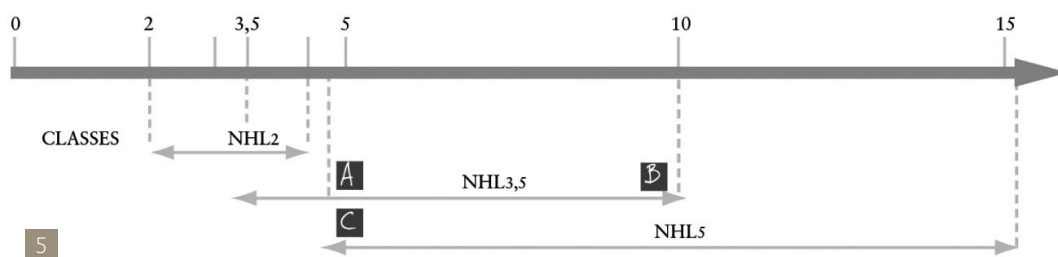
3.3. Sistema porós cristal·lí

Quan ens referim a la qualitat de pedra de la calç aèria en pasta una vegada carbonatada, parlem de la xarxa cristal·lina formada pels cristalls de calcita i els espais que ha deixat l'aigua interlaminar en el procés de carbonatació.

El funcionament del sistema porós cristal·lí de la pasta de calç aèria es basa en la Llei de difusió de Fick, per la qual l'aigua és adsorbida sobre la superfície del porus (0'3-0'8 μ), sense crear condensació, generant una bona ventilació i optimitzant el seu comportament higroscòpic. Si el radi del porus és molt petit (capil·lars, 0'003-0'06 μ) la transferència d'aigua segueix la Llei de difusió de Knudsen. El sistema porós capil·lar roman sempre humit, a causa del fet que els capil·lars es bloquegen per condensació.

El sistema porós (cristal·lí o amorf) determina la permeabilitat al vapor d'aigua del material. El seu sistema porós

Resistència mínima a la compressió en MPa, als 28 dies. Una mateixa calç pot ser indistintament classificada com a 3'5 (A) o com a 5 (C). D'altra banda, un producte B classificat com a 3'5, presenta una resistència superior a un producte C, classificat com a 5. Mancant informació genèrica, s'ha d'identificar cada producte cas a cas per a poder utilitzar-lo (imatge: M. GUIXERAS, S. ARGANO, *Cal aèria en pasta*, Barcelona: Joystuc, 2009, p. 33).



crystal·lí permet una adequada difusió i un millor airejat evitant la condensació intersticial, fent que el material sigui transpirable.

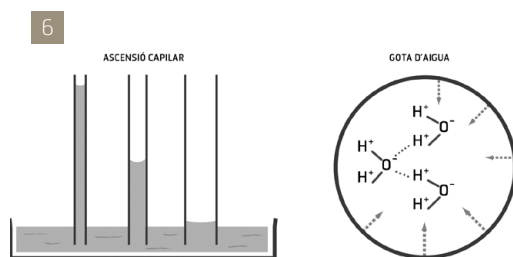
ALTERACIONS

El paràmetre més significatiu en un material de construcció i restauració és la porositat, a causa de la repercussió sobre les seves restants propietats: elasticitat, resistència mecànica, reactivitat química, durabilitat i qualitat del material.

El volum de porus comunicats entre si i amb l'exterior –porositat oberta o comunicada–, resulta molt important en els materials de construcció, atès que les característiques d'aquests porus, que normalment són accessibles a la humitat ambiental, defineixen el comportament davant les alteracions.

En els materials amb capil·lars petits, el vapor d'aigua es condensa en el seu interior, atès que la transferència d'aquest depèn de les diferències de pressió de vapor entre el material i l'ambient, presentant coeficients de penetració capil·lar més elevats i coeficients de desorció més baixos, és a dir, conserven la humitat en el seu interior.

A això cal afegir que pel principi de Le Chatelier: un material porós en contacte amb aigua, és capaç de succionar-la amb una pressió inversament proporcional a les dimensions dels porus, i l'alçada a la qual arriba aquesta succió, serà major quant menor sigui el diàmetre dels conductes (segons apareix en l'esquema de la figura 6). ⁶



Principi de Le Chatelier (imatge: M. GUIXERAS, S. ARGANO, Cal aèria en pasta, Barcelona: Joystuc, 2009, p. 42).

Els capil·lars característics de la xarxa vítria dels productes cimenticis són amorfs (gel o silicats de calci hidratats) i tenen un diàmetre inferior a 0,1 µm (microporositat), donant morters amb poca permeabilitat i que atreuen amb més força l'aigua pròxima a ells (difusió de Knudsen) en comparació als morters de calç grassa, que a causa de la seva xarxa cristal·lina, tenen dos tipus de porus i de diàmetre major (entre 1-0,1 µm i 10-100 µm), (difusió de Fick).

APLICACIONS

L'aigua és l'agent de degradació per excel·lència, ja que intervé en tots els processos de deterioració dels elements constructius, i és aquí on rau la importància de la utilització de materials amb bon comportament hídric, com són les pastes de calç, sent indispensable el seu ús en conservació i restauració del patrimoni.

La pedra, el maó, la ceràmica i els morters que normalment constitueixen els murs, són materials porosos en els quals l'aigua es mou mitjançant forces físiques. La migració de la humitat per capil·laritat fa que aquesta ascendeixi del subsòl a la paret, originant un dels problemes més comuns en l'arrencada dels murs.

Com hem vist, el sistema porós determina l'índex de succió de l'aigua, que puja transportant sals dissoltes, generalment clorurs i nitrats. Aquestes sals es veuen afectades pels cicles climàtics. Un sistema porós amb elevada microcapil·laritat (material hidràulic), té un gran potencial de succió. En principi, les sals s'acumulen en el seu interior i més tard els canvis ambientals provoquen la saturació, trencant l'estructura del material.

El control de la qualitat de l'aigua de pastat és molt important, sobretot en el cas de la restauració de pintures murals, i es tradueix en el compliment d'uns requisits químics mínims, entre els quals els més importants són: la baixa presència de sulfats i clorurs, i el pH. Factors que poden alterar el procés de carbonatació, oxidar els elements metàl·lics o crear eflorescències salines en les superfícies que envolten el morter aplicat.

Per contra, quan el morter ja ha carbonatat i no conté sals solubles en la seva composició, presenta un bon comportament davant les sals solubles aportades per les humitats, donada la seva elevada porositat i permeabilitat al vapor d'aigua que permet la circulació a través del seu sistema porós cristal·lí, transportant les sals dissoltes a la superfície, on cristal·litzen i es poden eliminar.

Les alteracions més freqüents causades pel clima i la pol·lució en els edificis històrics es manifesten en desperfectes, erosions, pèrdues, reculades superficials, alveolitzacions, pulverulències, descamacions, canvis de color en la superfície (crosta negra, motejats d'origen biològic o sals), esquerdes i fissures.

En ocasions, per a solucionar aquestes alteracions s'han utilitzat ciment i altres resines o productes prefabricats, la qual cosa ha generat grans tensions i la separació traumàtica del suport, que arrossega rere seu part de la fàbrica, afegint-se a això l'aportació de sals solubles que comporta l'ús d'aquests productes.

El principal criteri en conservació i restauració de patrimoni és la compatibilitat dels materials d'intervenció amb els originals. En aquest sentit s'imposa la necessitat de l'ús de la calç grassa, per la seva qualitat de pedra i per ser constituent bàsic en l'arquitectura històrica.

Les possibilitats d'aplicació de la calç grassa en l'àmbit de la conservació i la restauració abasten molts tractaments:

- Acció contra la proliferació biogènica mitjançant calç viva o aigua de calç, segons la intensitat del tractament.
- Aplicació d'aigua de calç per a consolidar suports calcaris degradats, revestiments i pintures murals, aportant-los cohesió i resistència.
- Conservació i manteniment de morters antics, revestiments i pintures murals, mitjançant injecció de calç grassa diluïda per a readherir-los al suport, eliminant l'ús de resines i morters de restauració prefabricats, tan abundants en el mercat de la recuperació del patrimoni i que en molts casos han accentuat la degradació.
- Quan l'estat de conservació ho permet i ha parat l'aportació de sals, l'aplicació de morters de sacrifici dessala el mur, succionant les sals que es trobin dintre del sistema porós.
- Adhesió o unió de fragments en juntes i superfícies i reintegració de zones perdudes o malmeses, excloent l'ús de materials sintètics o orgànics, i utilitzant tan sols materials compatibles per a recuperar l'acabat original i amb bon comportament higroscòpic.

CONCLUSIONS

Per a garantir i rendibilitzar al màxim totes les prestacions de la calç grassa, és imprescindible un bon tècnic especialista i uns bons processos de producció. Per aquests motius és tan important la divulgació dels coneixements, fomentant l'interès i l'oferta de l'ensenyament d'aquest material, per a disposar de professionals qualificats que en realitzin un bon ús.

Es tracta d'aprofitar les prestacions de la calç àeria en pasta, que provenen de la seva naturalesa química i física

—que li confereixen l'adjectiu de material noble— i fer-les cooperar amb altres materials, unint les seves qualitats.

Els criteris que ajudin a conservar el patrimoni històric, que reafirma la nostra identitat, són imprescindibles. En aquest camp, el primer pas és comprendre els materials amb els quals es treballa, ja que el patrimoni és una herència que tenim el deure de transmetre mitjançant una bona conservació, recuperant també la tecnologia constructiva que els va crear.

En aquest sentit, resulta imprescindible tenir un coneixement complet del funcionament i naturalesa de les diferents calçs, com a eina per a establir un criteri fiable d'intervenció. És necessari tenir alternatives davant les recomanacions comercials, que ens obliguen a triar un producte prefabricat de l'ampli mercat de la restauració, que en realitat no es correspon amb el material original de l'obra a conservar. És a dir, es tracta de poder construir un criteri propi i lliure dels condicionaments comercials que sempre ens envolten.

BIBLIOGRAFIA

- F. AZCONEGUI, M. MARTÍN, P. CASCOS, A. DÍAZ, *Guía practica de la Cal y el Estuco*, León: Editorial de los Oficios, 1998.
- I. BROCKLEBANK, "Context", *Journal of the Institute of Historic Building Conservation*, 2006.
- G. CHRETIEN, M. LE CORRE, L. VAN NIEUWENHUYZE, *Les chaux dans les enduits*, Nantes Renaissance, Capeb, Artefab, 2000.
- M. GUIXERAS, S. ARGANO, *Cal aérea en pasta*, Barcelona: Editorial Joystuc, 2009.
- M. LE CORRE, L. VAN NIEUWENHUYZE, *Les sables*, Nantes Renaissance, Capeb, Artefab, 2000.
- G. TORRACA, *Materiaux de construction poreux*, ICROM, 1986.