

Marco Cofani

La Calce

Introduzione

La calce, *calzina* o *calcina* secondo la denominazione storica veronese, è il più importante e diffuso materiale legante della tradizione costruttiva, utilizzato per il confezionamento di malte, intonaci e stucchi sin dai tempi più remoti della civiltà umana.

La netta distinzione oggi vigente, secondo normativa, tra calci aeree e idrauliche, in base alle loro proprietà di indurimento¹, iniziò ad essere introdotta nel mercato delle calci solo dalla seconda metà dell'Ottocento, fu avviata la produzione, su scala industriale, di nuovi materiali leganti, fra cui anche quelli cementizi. Ciò tuttavia non significa che, anche nei tempi più antichi, architetti e costruttori non conoscessero le proprietà e le migliori modalità d'impiego delle diverse calci prodotte sul territorio italiano ed europeo, oppure che non sapessero a quali cave attingere per ottenere le pietre necessarie a produrre un particolare tipo di calce. A questo proposito, solo per restare nell'ambito della trattatistica veneta, è sufficiente citare l'attenzione riservata alle caratteristiche delle diverse calci da costruzione da Andrea Palladio², le molte pagine dedicate alle *varie specie di calcine* da Vincenzo Scamozzi³ – che raccomandava l'uso delle diverse calci in base al sito di cantiere o al tipo di costruzione da realizzarsi – oppure la cura con cui Francesco Milizia⁴ descrisse l'intero processo di produzione ed utilizzo della calce.

La materia prima: il calcare

Le proprietà e la qualità della calce dipendono, in larga misura, dalle caratteristiche della materia prima, costituita da rocce sedimentarie di natura carbonatica formate da cristalli di calcite (CaCO_3), comunemente dette calcari. Il calcare proveniva sia da cave coltivate a cielo aperto, sia dalla raccolta di ciotoli e pietre ef-

fettuata in genere lungo l'alveo dei corsi d'acqua. I siti estrattivi e di raccolta della materia prima accoglievano anche, nelle estreme vicinanze, i siti produttivi, ossia i forni per la calcinazione delle pietre.

La vasta conoscenza delle caratteristiche geologiche del territorio e la secolare esperienza nell'uso della calce permisero già ai Romani, in certi casi, un'accuratissima selezione delle pietre anche in base alle effettive proprietà di cui doveva disporre il prodotto finale⁵. In epoca preindustriale, tuttavia, il primo criterio di scelta del calcare per la produzione della calce era quello geografico, motivo per il quale l'uso dei materiali locali nell'edilizia storica era largamente diffuso: la forte incidenza dei costi di trasporto sul prezzo finale dei materiali edili, infatti, sconsigliava fortemente l'utilizzo di produzioni provenienti da località remote.

La calce utilizzata nella città di Verona doveva perciò provenire da località poco distanti e collegate al capoluogo da importanti vie di comunicazione, ove inoltre vi fosse ampia disponibilità di rocce calcaree e di legname per la cottura delle stesse: tutti questi fattori concorsero a fare di Volargne, il primo paese a sud della Chiusa dell'Adige, il principale centro di produzione della calce nel veronese e uno dei più importanti per i laterizi. Anche il conte Giovanni Battista Da Persico, aristocratico fra i più colti della Verona ottocentesca nonché podestà cittadino, attestò nel suo saggio sulla provincia veronese l'importanza della produzione e del commercio della calce a Volargne⁶.

La materia prima utilizzata era la pietra del monte Pastello, un tipo di calcare molto diffuso nella vallata dell'Adige, ed in particolare proprio tra Volargne e Ossenigo, detto calcare *oolitico*, in quanto costituito da aggregati sferici o ovoidali a struttura concentrica e di piccole dimensioni, quasi interamente composti da

carbonato di calcio⁷. Alcune analisi chimiche sul calcare di Volargne condotte già nel corso dell'Ottocento dimostrarono, infatti, un altissimo contenuto di carbonato di calcio (circa 97%) nella pietra, ed una presenza quasi trascurabile di carbonato di magnesio (circa 2%) e di altri elementi presenti in minime quantità, quali silice, argilla, allumina e ossido di ferro⁸. La calcinazione del calcare del monte Pastello, con un contenuto di impurezze abbondantemente inferiore al 10%, dava quindi luogo alla produzione di una calce calcica, tradizionalmente detta *calcina dolce*, incapace di indurire sott'acqua e caratterizzata da una lenta presa se utilizzata nel confezionamento di malte e intonaci. A Verona, dunque, la calce più largamente utilizzata in edilizia non possedeva proprietà idrauliche e, come vedremo meglio nel capitolo sulle malte, per la realizzazione di manufatti in acqua o esposti a condizioni di permanente umidità si doveva ricorrere o a calci provenienti da luoghi più lontani, come ad esempio dal territorio vicentino e padovano, oppure, più comunemente, ad aggregati idraulici da aggiungere alla malta, quali sabbie pozzolaniche naturali o artificiali.

Un documento recentemente ritrovato in un archivio privato, riguardante i prezzi dei materiali da costruzione praticati in città e nei principali centri del territorio veronese, databile intorno al 1830⁹, ci informa che, fra i vari tipi di calce disponibili nella provincia, «quella di Albetton è eccellente per le fondamenta sotto acqua». La calce magra di Albetton, paese vicentino situato in una zona collinare fra i Colli Berici e i Colli Euganei, veniva in certi casi utilizzata anche in area veneziana per le sue eminenti proprietà idrauliche: era prodotta cuo-

rendo la *scaglia* di Albetton che, come quella padovana citata dal Palladio, è un calcare argilloso ottimo per la produzione di calci idrauliche, sfruttato a lungo anche nel corso del Novecento. Nella città di Verona la calce di Albetton era commerciata solamente in rari casi, quando era essenziale per realizzare opere in ambiente acquatico o esposte alla pioggia o all'umidità. Un esempio è quello dei lavori eseguiti dall'ingegnere municipale Luigi Trezza nei primi anni dell'Ottocento in Arena – che riprenderemo più diffusamente nel capitolo sulle malte – per i restauri della gradinata e delle pavimentazioni in pietra, ove fu lo stesso Trezza a raccomandarsi riguardo la qualità della calce¹⁰.

Tornando al prezzario del 1830, il documento fornisce anche un prospetto completo delle diverse tipologie di calci utilizzate nei vari distretti della provincia di Verona. Ne riportiamo il passo principale e, di seguito, la tabella dei prezzi applicati per ciascuna località:

La calce di Volargne non si commercia che nei distretti di Verona, Villafranca, Isola della Scala, Sanguinetto, Legnago, Zevio e S. Pietro Incariano, giacché per gli altri distretti essendone di calcara, o d'altra fornace non torna il trasportarla. Quella di sasso di torrente a calcara si usa per i distretti, Villafranca, Illasi, Badia Calavena, S. Pietro Incariano, Caprino, quella di S. Lorenzo per i distretti di S. Bonifacio, ad Illasi e Verona, e quella di scaglia di Albetton e Padovana della Bastia per Colonia, e parte Legnago. La migliore conosciuta è quella di Volargne ne la parte inferiore alla Chiusa.

Tab. 1. Prezzario del 1830

Calce	Comuni											
	Verona	Villafranca.	Isola d. S.	Sanguinetto	Legnago	Colonia	Zevio	S. Bonifacio	Illasi	Badia C.	S. Pietro I.	Caprino
di Volargne	1,80	2,7	2,30	2,40	2,20	-	2,10	-	-	-	1,80	-
di Albaredo	-	-	-	2,00	1,70	1,80	-	1,85	-	-	-	-
di ciottoli di torrente a calcara	-	1,68	-	-	-	-	-	-	1,10	1,00	1,30	1,15
di scaglia di Albetton	-	-	-	-	1,90	1,83	-	-	-	-	-	-
di scaglia padovana della Bastia	-	-	-	-	-	1,70	-	-	-	-	-	-
di S. Lorenzo	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,60	-	-	-

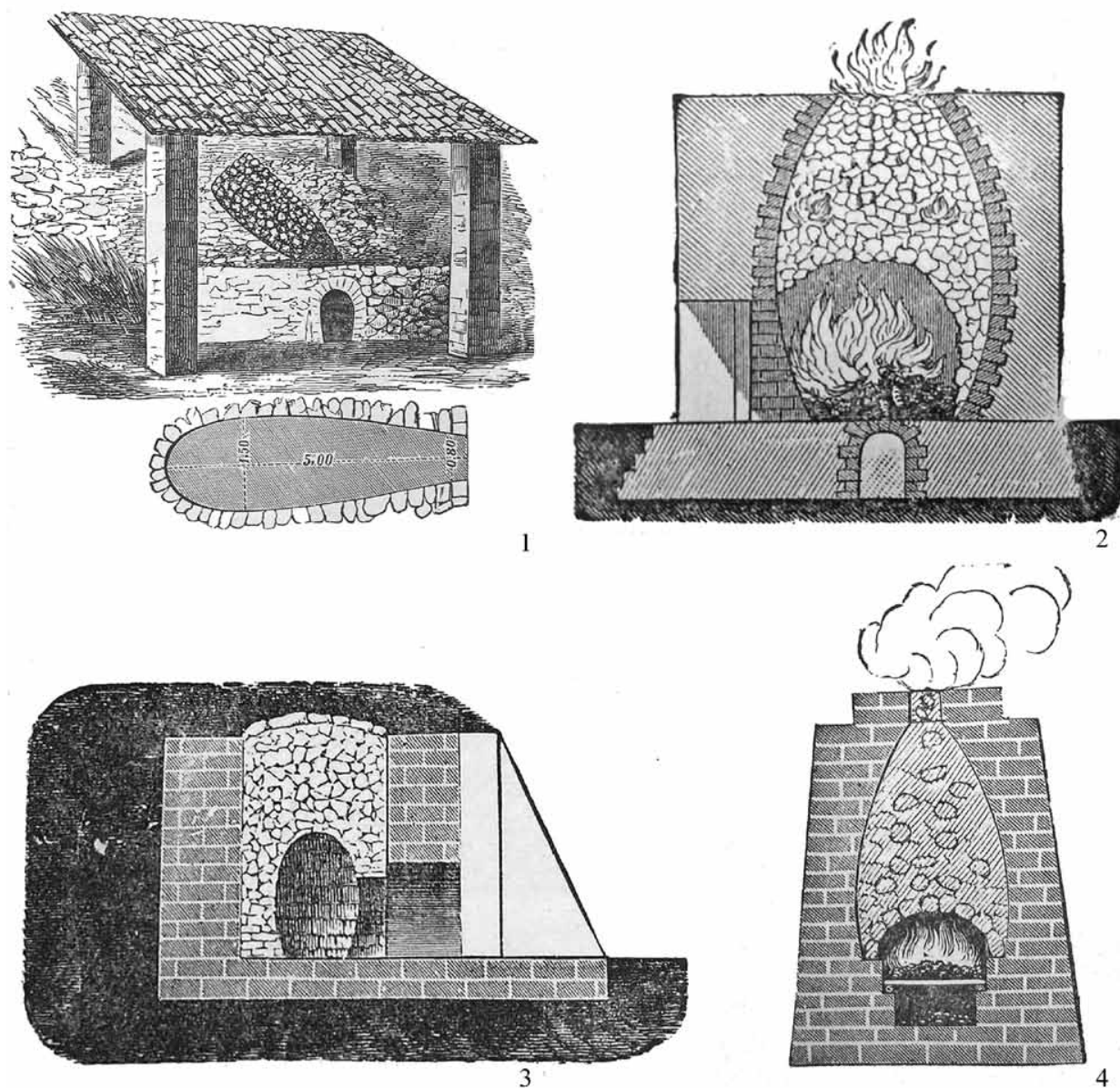


Fig. 1 Le quattro fornaci da mattoni e da calce localizzate lungo la riva dell'Adige, presso il centro storico di Volargne (Catasto Austriaco 1847, Comune di Volargne, foglio 5, mapp. 416, 533, 588, 666)

L'indicazione finale sulla qualità della calce di Volargne non lascia dubbi sull'effettiva ed ampia diffusione dell'uso di tale materiale a Verona. Oltre alla calce di Volargne, scopriamo però che in città era utilizzata anche la calce proveniente dalla fornace di San Lorenzo, vicino a Soave. La località dove avveniva l'estrazione e la cottura del calcare è oggi non a caso conosciuta come Fornace Michelin, dal nome

della famiglia che detenne la proprietà della struttura all'inizio del Novecento, assieme alla più famosa ed ancora esistente fornace di Vago di Lavagno per la produzione dei mattoni, inaugurata nel 1908, e a diversi altri stabilimenti. Anche la calce di San Lorenzo non possedeva, a quanto risulta dai documenti, proprietà idrauliche, e può quindi essere inserita fra le calci aeree.

La cottura del calcare

Una volta raccolta e vagliata la materia prima, il primo passaggio per la produzione della calce da costruzioni avviene attraverso la cottura, o calcinazione, a temperature in genere non inferiori a 900°C, delle rocce calcaree.

È storicamente accertato come il processo di cottura del calcare per la produzione della calce abbia conosciuto periodi di rapida evoluzione nelle tecnologie e nella qualità del prodotto finale (ad esempio durante l'età romana¹¹) ed altri di marcato declino, ma il panorama delle ricerche appare ancora troppo lacunoso su moltissime realtà locali, inclusa quella veronese, per consentire una completa ed efficace analisi dell'evoluzione storica di questa particolare attività produttiva.¹² Appare tuttavia chiaro che le tecniche e le tecnologie per la produzione della calce abbiano visto, almeno in età moderna, un lento ma progressivo miglioramento, nonostante l'intero processo sia rimasto fortemente legato, almeno fino alla fine del Settecento, a saperi empirici gelosamente custoditi e tramandati tra cerchie molto ristrette di persone, per lo più appartenenti allo stesso ambito familiare¹³.

Il salto di qualità forse più importante nella tecnologia produttiva e nelle caratteristiche del prodotto si ebbe con il graduale abbandono del sistema di cottura nelle cosiddette *calcare*, largamente diffuso nel medioevo, al cui posto furono introdotte delle fornaci di più moderna concezione. (fig. 1) Negli estimi del 1628 di alcuni centri vicini a Volargne, ed in particolare in quelli di Peri, sono presenti chiare indicazioni toponomastiche – il «bosco al loco della calchara», il «campo della calcara» – che attestano l'esistenza di un certo numero di quelle antiche strutture produttive, favorite dall'ampia disponibilità di pietre e di legna¹⁴. Il passaggio al più efficiente sistema produttivo delle fornaci è invece testimoniato, a Verona, dall'ingegnere Lodovico Perini, che nel suo trattato sulla geometria e l'arte del costruire del 1739 pose una netta distinzione qualitativa tra la «calcina di fornace» e la «calcina di calcara». Dalle note di Perini si intuisce come già a quell'epoca il commercio della «calcina di calcara, che si coce d'ordinario sopra li monti», fosse limitato alle zone più periferiche della provincia, mentre in città e negli altri centri maggiori del territorio era assai più diffusa la «calcina di fornace, che riesce migliore di ogni altra»¹⁵. La differenza di qualità tra i due tipi di

calce dipendeva quasi esclusivamente dalle differenti modalità di cottura.

La calcara era in genere un piccolo edificio di forma tonda o ovale totalmente o parzialmente interrato, la cui fodera esterna era costituita da pietre calcaree o, nel migliore dei casi, refrattarie; molto simili erano i cosiddetti 'forni di campagna', per lo più costruiti fuori terra. Nella calcara e nel forno di campagna le pietre venivano ammonticchiate una sull'altra in grossi cumuli, disponendo in basso i pezzi più grossi in modo da formare una volta, ed in alto quelli di minori dimensioni. Al di sotto del cumulo di pietre era posizionato il combustibile, in genere fascine di legna raccolta nei pressi delle cave: la cottura poteva durare anche una settimana e la camera di combustione andava mantenuta sempre pulita da eccessivi accumuli di ceneri e alimentata con grandi quantità di legna. Completata la cottura, le pietre andavano lasciate raffreddare per qualche giorno. Nonostante tutti i possibili accorgimenti, questo tipo di forni produceva cotture eterogenee e spesso incomplete del materiale, tanto che le zolle di calce viva dovevano essere vagliate dopo la cottura e, comunque, avevano una resa significativamente inferiore rispetto a quelle cotte nelle fornaci moderne¹⁶.

Queste ultime, al contrario delle calcare, potevano essere costruite totalmente fuori terra o parzialmente appoggiate ed inserite nella roccia: veniva in ogni caso realizzata, con grossi pezzi di pietra o altro materiale refrattario, una volta ogivale alta circa m 1,50 e larga quasi altrettanto, alla cui sommità era posta una stretta bocca per l'evacuazione dei fumi; l'interno della volta veniva caricato con il calcare, mentre sul fondo si trovava una robusta graticola in ferro al di sotto della quale stava la camera di combustione, che poteva essere facilmente raggiunta, pulita dalle ceneri e alimentata con legname senza particolari rischi per l'incolumità degli operatori. La fornace sprecava molta meno energia della calcara e permetteva di raggiungere e mantenere temperature costanti intorno ai 900°C, così da garantire la completa calcinazione anche dei blocchi di calcare più grossi. La tipologia delle fornaci da calce preindustriali, molte delle quali sono ancora esistenti in diverse località italiane¹⁷, non prevedeva grosse variazioni nella forma dell'edificio, al di là dei necessari adattamenti alla specifica morfologia di ciascun luogo¹⁸.

Una nota molto importante, nella modifica del

processo produttivo della calce, riguarda il combustibile utilizzato nei forni: una sua variazione – ad esempio col passaggio dal legname al carbone – poteva in certi casi modificare notevolmente le caratteristiche del prodotto finale, come testimoniano le recenti ricerche in ambito genovese¹⁹.

Il catasto austriaco del 1847²⁰ ha censito a Volargne ben sette «fornaci da mattone e da calce», nonché diverse cave d'argilla e di pietra: in ciascuna fornace pare quindi si alternasse la produzione della calce a quella dei laterizi, sebbene questi ultimi avessero bisogno di temperature di cottura in genere superiori: al contrario della calce, però, la produzione di laterizi di Volargne non godeva di ottima fama, tanto che anche Da Persico ne sottolineò la non eccelsa qualità²¹. È comunque impossibile stabilire oggi per quale specifica produzione fosse stato realizzato ciascun forno, in quanto, purtroppo, quasi ogni traccia di quelle strutture è stata travolta e cancellata prima dall'alluvione del 1882 e poi, soprattutto, dai bombardamenti alleati del 1944 e dalle successive demolizioni²². I documenti testimoniano comunque la fervente attività di quegli stabilimenti intono alla metà dell'Ottocento: è lo stesso catasto, ad esempio, a specificare che una delle fornaci censite era stata «costrutta di nuovo». La domanda di materiali edili era in effetti molto alta, in quel periodo, e dipendeva, per la maggior parte, dalla forte espansione di tutto il settore edilizio a Verona, sia in ambito privato sia per quanto riguarda le opere pubbliche, in particolare quelle militari sottoposte all'I. R. Direzione delle Fortificazioni²³.



Fig. 2 LeUga. Ibus et laborep udande nihictur, esequi idus susapellum quiam eos dolora cust esenimusda co

Come è possibile notare dalla tabella 1, la dimensione e la proprietà delle fornaci da mattone e da calce di Volargne, nel 1847, era differente per ciascuna struttura, e non mancavano frequenti passaggi di proprietà: ne emerge un quadro economico e sociale molto attivo, fortemente strutturato sulla base di imprese familiari, ove spiccano i nomi di alcune importanti famiglie aristocratiche veronesi, fra cui i Del Bene. La fornace dei Del Bene risultava attiva, almeno per la produzione dei laterizi, sin dal Cinquecento, affittata dai proprietari a diversi *fornaseri* specializzati, assieme alle cave di pietra ed argilla e ai terreni boschivi da cui trarre il legname²⁴.

Tab. 1. Le fornaci censite a Volargne nel catasto austriaco del 1847

Catasto Austriaco, 1847. Distretto di S. Pietro Incariano, Comune di Volargne, Foglio 5			
Mappale	Superficie [pertiche]	Rendita [€ austriache]	Proprietà
6	1,51	144,00	Arvedi Giovanni, Grirolamo, G. Battista, Ottavio
16	1,41	81,00	Salomoni Luigi e Salomoni Giuseppe, ceduta nel 1848 a Salomoni Giuseppe
416*	0,32	1,96	Fracchetti Teodoro e Francesco, ceduta nel 1849 a Boninsegna Francesco
428	0,83	144,00	Mondini Giovanni, ceduta nel 1858 a Borgia Ferdinando
533	2,09	144,00	Venini Elisabetta, ceduta nel 1850 a Quintarelli Giovanni e Giacomo
588	1,06	96,00	Del Bene furono G. Battista e Benedetto, eredità giacente amministrata da Ugoni Marianna vedova Del Bene
666	1,97	158,00	Mondini Giovanni, ceduta nel 1858 a Borgia Ferdinando

* Orto, ora fornace da mattoni e da calce costrutta di nuovo (rendita applicata sull'orto)

ASVr, *Catasto Austriaco*, Distretto di S. Pietro Incariano, Comune di Volargne, foglio 5



Fig. 3 Le tre fornaci da mattone e da calce localizzate sempre lungo la riva dell'Adige, a nord dell'abitato di Volargne, presso la frazione di Mori (Catasto Austriaco 1847, Comune di Volargne, foglio 5, mapp. 6, 16, 428)

La produzione della calce a Volargne cessò nei primi decenni del Novecento: negli anni Venti venne però fondato a breve distanza, presso Ceraino, un grande impianto industriale ove avveniva unicamente la produzione di calce in zolle²⁵. (fig. 2) Questo impianto, totalmente riedificato in tempi recenti e dotato delle più avanzate tecnologie produttive, sopravvive ancora oggi, testimoniando il secolare e indissolubile legame di questo territorio con la produzione della calce.

Il trasporto della calce viva

Le caratteristiche di peso e volume ridotti rispetto al calcare hanno storicamente favorito il trasporto e la commercializzazione della calce viva, che poteva avvenire sia su strada che lungo i corsi d'acqua navigabili. Le cave di pietra da calce erano infatti diffuse in tutto il nord Italia, in particolare lungo i rilievi prealpini e preappenninici, e le fornaci in genere si trovavano in località prossime alle cave e ad importanti vie di comunicazione, da cui potevano essere raggiunti i centri urbani più vicini. Verona non faceva eccezione, sfruttando il breve tragitto lungo l'Adige per approvvigionarsi della calce prodotta a Volargne.

La fase di trasporto della calce viva era comunque un'operazione delicata, per le caratteristiche proprie del materiale: la forte causticità e la grande affinità con l'acqua dell'ossido di calcio suggerivano, innanzitutto, particolari accorgimenti di sicurezza a chi lo

doveva manovrare, mentre il prodotto doveva essere quanto più possibile protetto da fonti di umidità. Era sufficiente, infatti, che il materiale estratto dai forni fosse esposto all'aria per assorbirne rapidamente l'umidità, sfiorire e cadere in polvere in breve tempo. Le zolle di calce viva, una volta raffreddate, venivano per questo trasferite in botti di legno, ben sigillate e custodite al coperto fino al momento del trasporto²⁶. Le scorte di calce viva andavano esaurite in breve tempo e risultava economicamente rischioso, per i produttori, affrontare un nuovo ciclo produttivo senza aver quasi del tutto ultimato il materiale stoccato in magazzino.

Tutti questi fattori influivano in maniera importante sui costi di trasporto, che in definitiva risultava economicamente vantaggioso solo per tragitti brevi e limitate operazioni di trasferimento del materiale: di conseguenza, risultavano favorite la coltivazione di cave di calcare di dimensioni medio-piccole e fortemente diffuse nel territorio e la presenza di stabilimenti di produzione – anch'essi di dimensioni mediamente contenute – fortemente legati al sito estrattivo e alla domanda di prodotto derivante dal territorio circostante.

Questa catena produttiva e commerciale, radicalmente differente da quella che si affermerà nel corso del Novecento con la costruzione dei grandi cementifici, aveva dei riflessi sull'intero processo edilizio. Dal punto di vista del prodotto, è logico dedurre che le caratteristiche della calce utilizzata in edilizia potevano variare anche sensibilmente fra diverse città o aree geografiche, o anche all'interno di uno stesso territorio se si poteva attingere da produzioni differenti. Inoltre, come vedremo, la fase finale di impiego della calce viva (spegnimento, stagionatura del grassello e confezionamento delle malte) era completamente demandata alla programmazione di cantiere ed all'esperienza dei capimastri, che con il tempo acquisivano in questo modo una serie di conoscenze specifiche fondamentali sull'impiego di ciascun tipo di calce.

Spegnimento della calce viva e maturazione del grassello

La calce viva condotta in cantiere, per essere utilizzata nella realizzazione di malte ed intonaci da costruzione, deve subire il cosiddetto processo di spe-

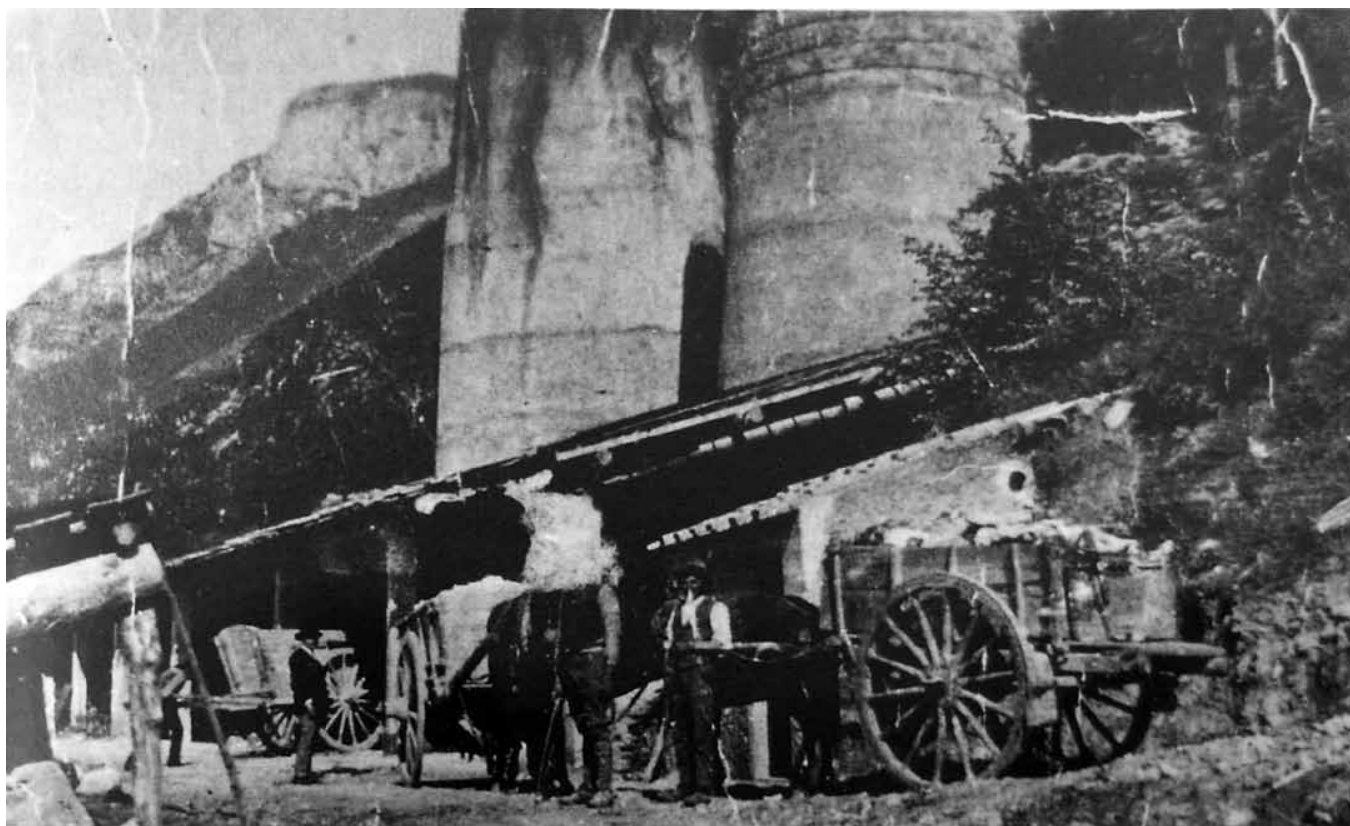


Fig. 4 LUnt volupta tiumquas quas nobis et eos dolupta tusaped esciendi aut qui bernat eum reped ut perum same sa que nis sum, iundemp eliquos idist, tenempo ritions equibus disciunt, sequate dent molecer itasped ex enime

gnimento, che consiste nell'idratazione dell'ossido di calcio secondo reazione fortemente esotermica, il cui risultato finale consiste nella produzione di idrossido di calcio. Assieme all'ossido di calcio, vengono idratati anche gli altri ossidi eventualmente presenti (ad esempio, l'ossido di magnesio, MgO), i quali, come abbiamo visto, erano però sostanzialmente assenti dalla calce di Volargne.

Lo spegnimento della calce viva aveva luogo, tradizionalmente, per fusione delle zolle di pietra cotta, ponendole a terra in un recipiente di legno detto *bagnolo*, o direttamente in una buca rivestita in muratura, munita di una grata metallica e comunicante attraverso un'apertura di ridotte dimensioni con una fossa scavata nel terreno e rivestita anch'essa in muratura, detta *calcinaia*. Le zolle dovevano avere una pezzatura non eccessiva e, se necessario, andavano quindi frante preventivamente sino a raggiungere dimensioni adeguate, in genere poco più grandi di un uovo. L'acqua

doveva essere pura e andava versata gradualmente nel *bagnolo*, in rapporto di circa tre volte rispetto al peso di una calce con caratteristiche simili a quella di Volargne²⁷, e andava cautamente e continuamente mescolata alle zolle di calce viva, in modo da favorirne la dissoluzione con la trasformazione degli ossidi in idrossidi. Veniva in questa fase sprigionata una grande quantità di calore, tanto da portare l'acqua a temperature molto elevate, che lungo tutto il processo dovevano mantenersi abbastanza costanti tra gli 80°C e i 95°C. (fig. 3)

Il prodotto risultante, una pasta di calce idrata, nei documenti storici veronesi è in genere denominata *calcina bagnà* o *calcina bagnata*, mentre l'atto di spegnimento della calce era quello di *bagnar la calcina*. Man mano che proseguiva la fase di spegnimento, la massa di calce idrata passava nella calcinaia attraverso la grata metallica, che tratteneva eventuali porzioni di pietra non calcinata o altri materiali estranei. Spesso questo sistema veniva semplificato, adottando solamente

un'unica fossa ove posizionare le zolle di calce viva e procedere al loro spegnimento. Alla fine del procedimento il materiale raccolto nella calcinaia veniva coperto con uno spesso strato di sabbia, o di acqua, per proteggerlo in un ambiente anaerobico da una prematura carbonatazione: l'idrossido ha infatti la tendenza a ritrasformarsi in carbonato – chimicamente analogo alla pietra – se, in presenza di acqua, viene posto a contatto con l'anidride carbonica presente nell'aria.

Lo spegnimento delle calci disponibili nella provincia di Verona dava luogo a rese assai diverse, in base al metodo di cottura utilizzato: abbiamo visto, infatti, come la cottura in fornace fornisse un prodotto qualitativamente superiore rispetto a quella in calcara, il che si traduceva in una sensibile differenza di resa all'atto dello spegnimento. Il prezzario del 1830, infatti, attesta che

La calce di calcara è molto più greve di quella di fornace, d'ordinario la prima bagnata risulta dai 30 ai 35 piè cubi, mentre la seconda ammonta sino ai cinquantadue²⁸.

Chi ha redatto il documento, purtroppo, ha ommesso il dato sulla quantità di calce viva di partenza, ren-

dendo difficoltosa la comprensione di questo importante passaggio. Vale comunque la pena ragionare un momento sui dati disponibili: l'equivalenza di 35 e di 52 piedi cubi nel sistema metrico decimale ammonta, rispettivamente, a 1,41 e 2,10 metri cubi; il rendimento in pasta bagnata di una calce in zolle grassa simile a quella di Volargne cotta a regola d'arte, secondo l'attuale normativa, dovrebbe essere uguale o maggiore di 2,5 mc per tonnellata di calce viva; se ora ipotizziamo che il dato mancante del prezzario fosse un carro di calce viva (mc 1,13), secondo la regola del Perini 1 mc di calce di Volargne cotta in fornace pesa 892 kg, quindi il carro di calce peserebbe in totale 1008 kg. Il rendimento della calce di fornace sarebbe quindi mc 2,10/ton 1,008 = 2,08 mc/ton, un dato che farebbe rientrare il grassello ottenuto dalla calce viva di Volargne fra la categorie delle calci magre. Per completare l'ipotesi, va detto che il rendimento della calce di calcara (che pesa 833 kg/mc secondo il Perini) risulterebbe di 1,50 mc/ton, ossia inferiore di un quarto abbondante rispetto a quella di fornace, che corrisponde esattamente all'attuale limite imposto dalla normativa per la commercializzazione delle calci magre.²⁹

Appare logico e quanto mai necessario, a questo punto, che la presente ricerca possa essere a breve so-

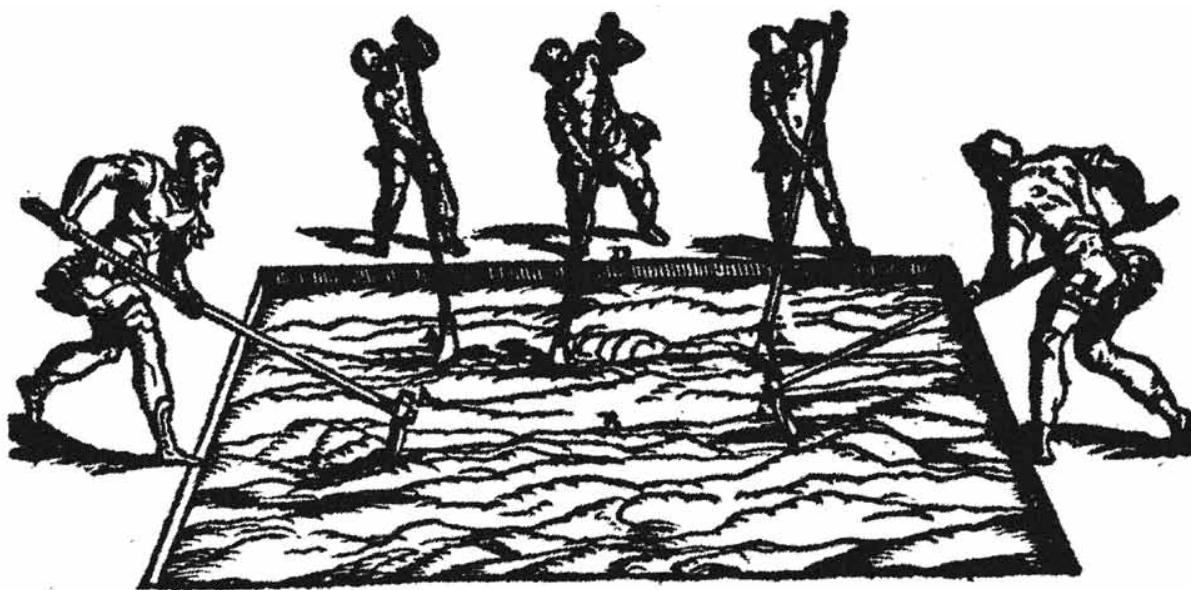


Fig. 5 LUnt volupta tiumquas quas nobis et eos dolupta tusaped esciendi aut qui bernat eum reped ut perum same sa que nis sum, iundemp eliquos idist, tenempo ritions equibus disciunt, sequate dent molecer itasped ex enime

stenuta da ulteriori approfondimenti, sia storici che sperimentali, anche perché la resa in grassello della calce viva può essere influenzata da numerosi fattori: se, ad esempio, la temperatura di cottura si mantiene intorno ai 900°C, e comunque non oltre i 1100°C, la porosità della calce rimane elevata e si hanno cristalli di ossido di calcio di piccole dimensioni, il che favorisce una resa elevata, così come l'uso di un calcare a bassa tenore di impurità (< 4%) e di una pezzatura fine delle zolle di calce viva³⁰.

L'importanza dei dati proposti, pur in parte ipotetici, rende necessario il soffermarsi ancora un istante sulla differenza qualitativa imposta alla calce dai differenti metodi di cottura utilizzati, della quale chi in passato commerciava ed utilizzava il prodotto era pienamente al corrente: il prezziario del 1830 definisce, infatti, «molto più greve» la calcina di calcara rispetto a quella di fornace, intendendo dare un caratteristica spregiativa a quel materiale. Ciò è ancor più evidente, nello stesso prezziario, dall'ampia forchetta prevista per il rendimento della calce di calcara – dai 30 ai 35 piè cubi – quando invece il dato per la calce di fornace è univoco, oltre che nettamente superiore (52 piè cubi). Ciò sottolinea anche le problematiche connesse all'uso della calce di calcara, dovute, oltre che alla scarsa resa, anche alla sua disomogeneità: la lunga esperienza nell'utilizzo di tale calce era, quindi, ancor più importante per garantire un lavoro corretto e durevole.

Tornando alle operazioni di cantiere, una volta completato lo spegnimento nella calcinaia, la pasta di calce veniva lasciata invecchiare per un tempo varia-

bile da pochi mesi sino ad alcuni anni, durante i quali avveniva una lenta modificazione chimico-fisica del prodotto: il risultato era quello che oggi chiamiamo grassello di calce, un materiale morbido, denso e untuoso al tatto, caratterizzato da prestazioni reologiche (plasticità e capacità di ritenzione d'acqua e, dunque, facilità di applicazione in fase di lavorazione) e meccaniche di gran lunga superiori a quelle della pasta di calce idrata: esso costituiva il legante più importante e più apprezzato dell'intero processo edilizio in epoca preindustriale³¹.

Per non eccedere nella composizione di un quadro idilliaco del cantiere pre-industriale, occorre comunque dire che non sempre i tempi di stagionatura del grassello erano rispettati, almeno per la realizzazione di malte da muratura, anzi in molti casi l'atto di *bagnar la calcina* precedeva solo di pochi giorni – o di poche ore – il suo impiego in opera. Non era raro, infatti, che lo spegnimento della calce avvenisse in un bacino ove già era presente della sabbia: innaffiata con una quantità sufficiente di acqua per ridurla in pasta, la calce era poi ricoperta con dell'altra sabbia senza mescolarla. Dopo alcune ore, quando si verificava la completa fusione della calce, si procedeva immediatamente alla formazione della malta³².

L'intera operazione di spegnimento della calce, maturazione e conservazione del grassello in cantiere richiedeva particolare cura ed attenzione: per questo, in genere, la calcinaia era posizionata in un luogo ben definito e protetto, in modo che non potessero verificarsi incidenti o furti di materiale, mentre coloro che potevano accedervi erano in genere esperti muratori.

NOTE

- ¹ Cfr. in questo volume la scheda di M. Baldan, *I leganti*.
- ² A. Palladio, *I quattro libri dell'architettura*, Venezia 1570, I, p. 8.
- ³ V. Scamozzi, *L'idea dell'architettura universale*, (Venezia 1615), rist. a cura di S. Ticozzi, Milano 1838, pp. 249-263.
- ⁴ F. Milizia, *Principi di Architettura Civile*, Bassano 1785, III, pp. 26-35.
- ⁵ I Romani costituirono una corporazione, quella dei *calcis coctores*, che aveva il compito di sovrintendere all'intero processo di selezione e cottura del calcare per la produzione di calce. Cfr. *Codex Theodosianus*, 14, 6, 1.
- ⁶ G.B. Da Persico, *Descrizione di Verona e della sua provincia*, Verona 1820, p. 175.
- ⁷ E. Nicolis, *Note illustrative alla carta geologica della provincia di Verona*, Verona 1882, p. 130.
- ⁸ F. Foetterle, *Schizzo geologico delle province venete*, «Atti dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti», t. 8, s. 3 (1862-1863), pp. 40-41 (da «Jahrbuch der K. K. Geolog. Reichsanst» 1856, p. 850).
- ⁹ Archivio privato Tosadori; ringrazio Pierpaolo Brugnoli per avermene fornito una copia.
- ¹⁰ «La calce in quantità di carra 10 circa dovrà essere di scaglia della migliore qualità, e consegnata fresca nello stesso Anfiteatro da essere ivi ricevuta, e misurata con giusta misura»: ASVr, *Congregazione Municipale*, b. 405, 30 maggio 1806.
- ¹¹ J.P. Adam, *L'Arte di costruire presso i Romani. Materiali e tecniche*, Milano 1988, pp. 77-84.
- ¹² Le ricerche che, per metodo d'indagine e risultati ottenuti, paiono sino ad oggi aver maggiormente approfondito il tema dell'uso delle calce nei cantieri della tradizione costruttiva italiana sono quelle sui casi lombardo e genovese, edite rispettivamente in L. Fieni, *Calci lombarde. Produzione e mercati dal 1641 al 1805*, Firenze 2000 e R. Vecchiattini, *La civiltà della calce. Storia, scienza, restauro*, Genova 2009.
- ¹³ Furono i grandi lavori effettuati nella seconda metà del Settecento presso la reggia di Versailles, assieme ad altre esperienze quasi parallele in Inghilterra, ad imprimere una spinta decisiva alle ricerche scientifiche sulle calce e le malte, che in quegli anni trovarono ampia diffusione in tutta Europa grazie ad una lunga serie di pubblicazioni, fra le quali vanno almeno citate P. Patte, *Ciment, le Mastic, le Mortier (Art de faire le)*, in *Encyclopédie Méthodique. Arts et métiers mécaniques*, t. I, p. II, Paris 1782, pp. 663-679 e J.-B. Rondelet, *Traité theoriques et pratique de l'art de bâtir*, Paris 1802-1817. Tali pubblicazioni contribuirono in maniera decisiva alla diffusione del sapere scientifico riguardo sia i processi produttivi che l'impiego dei materiali.
- ¹⁴ *Dolcè e il suo territorio*, a cura di P. Brugnoli, Verona 1999, pp. 195-196.
- ¹⁵ L. Perini, *Trattato della pratica di geometria*, Verona 1739, p. 149.
- ¹⁶ D. Donghi, *Manuale dell'Architetto*, Torino 1925, I, parte 1,

pp. 288-290. La difficoltà tecnica legata alla produzione della calce nelle calcare è rilevata anche in *Dolcè e il suo territorio*, pp. 195-196, ove si fa riferimento ad una causa discussa nel 1599 tra il committente di una partita di calce e il maestro incaricato della cottura presso una calcara di Peri: quest'ultimo aveva infatti interrotto l'operazione troppo in anticipo, dopo meno di tre giorni, ottenendo un'imperfetta calcinazione del materiale ed una resa in grassello dimezzata: da qui la richiesta di risarcimento e la causa da parte del committente.

- ¹⁷ Si vedano, ad esempio, quelle di Sestri Ponente, presso Genova, in Vecchiattini, *La civiltà della calce*, pp. 80-84.
- ¹⁸ Sulle varie tipologie del forno da calce cfr. Donghi, *Manuale dell'Architetto*, pp. 288-298; C. Montagni, *Materiali per il restauro e la manutenzione*, Torino 2000, pp. 320-334; A. Rattazzi, *Conosci il grassello di calce? Origine produzione e impiego del grassello in architettura, nell'arte e nel restauro*, Monfalcone 2010, pp. 45-52.
- ¹⁹ Vecchiattini, *La civiltà della calce*, pp. 105-111.
- ²⁰ ASVr, *Catasto Austriaco*, Distretto di S. Pietro Incariano, Comune di Volargne, foglio 5 e relativi elenchi.
- ²¹ Da Persico, *Descrizione di Verona*, pp. 175-176.
- ²² G. Policante, *Quel novembre del '44: nel 40° della distruzione di Volargne: scritti e testimonianze*, Verona 1984.
- ²³ Migliaia erano le pratiche edilizie registrate in città dalla sola Commissione d'ornato, ed ancora maggiori erano le forniture di materiali richieste per la costruzione delle opere fortificatorie e militari; cfr. ASVr, *Congregazione Municipale*.
- ²⁴ *Dolcè e il suo territorio*, p. 318.
- ²⁵ Ivi, p. 320.
- ²⁶ «Si lascia indi raffreddar la fornace, e si mette la calce entro botti sotto una volta contigua, per trasportarle poi al luogo destinato»: Milizia, *Principi di Architettura*, p. 29.
- ²⁷ Rattazzi, *Conosci il grassello di calce?*, p. 57.
- ²⁸ Archivio privato Tosadori.
- ²⁹ Regio Decreto 16/11/1939 n. 2231.
- ³⁰ Montagni, *Materiali per il restauro e la manutenzione*, p. 182.
- ³¹ Le straordinarie proprietà del grassello di calce sono state oggetto di alcune recenti ed accurate pubblicazioni. Cfr., in particolare, Rattazzi, *Conosci il grassello di calce?*, pp. 93-113. In sintesi, è possibile affermare che quanto più era prolungata la stagionatura del grassello, tanto più esso acquisiva caratteristiche di maggiore lavorabilità, più rapida carbonatazione, maggiore resistenza meccanica e ridotto ritiro. Il fatto che tali proprietà migliorassero costantemente nel tempo era decisivo per la buona riuscita di ciascuna fase operativa: il grassello stagionato dai tre ai sei mesi, più reattivo e veloce a sviluppare l'iniziale reazione di presa, era infatti adatto per le malte impiegate nelle prime fasi di cantiere (sottofondi, allettamento, murature); quello stagionato per un anno o più era invece ottimo per la realizzazione di intonaci, stucchi e finiture, eseguiti generalmente nelle fasi finali del lavoro. Il grassello con stagionatura superiore ai tre anni era infine consigliato per la realizzazione di pitture alla calce.
- ³² Donghi, *Manuale dell'Architetto*, p. 298.