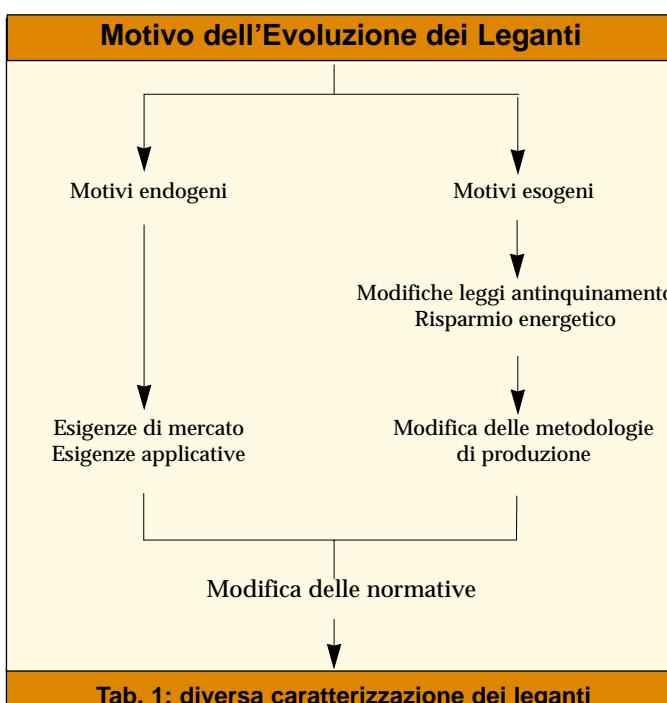


MALTE ED INTONACI NELL'EDILIZIA BIOECOLOGICA

Stefano Odorizzi

EVOLUZIONE DEI LEGANTI

Il discorso sulle malte e sugli intonaci nell'edilizia bioecologica è apparentemente semplice. Gli ottimi risultati ottenuti in questo campo dai nostri predecessori, che con pochi materiali sapevano realizzare ambienti confinati salubri, ci inducono a confermare che malte e intonaci debbano essere fatti come si faceva una volta. Un discorso analogo si pone anche nei settori del restauro e risanamento, dove progettisti e direttori lavori del cantiere suggeriscono e a volte di utilizzare leganti con caratteristiche molto simili a quelli di una volta. Richiesta semplice, ma praticamente impossibile da esaudire. Spieghiamone il perché.



Anno	1940	1950
CaO (%)	78 - 85	82 - 93
MgO (%)	1 - 5	1 - 5
SiO ₂ (%)	1 - 5	1 - 5
Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ (%)	1 - 4	1 - 4
S (%)	0.1 - 0.3	0.07 - 0.3
CO ₂ (%)	5 - 10	3 - 8

Anno	Qualità cottura normale	1972
CaO (%)	89 - 94	
MgO (%)	1 - 3	
SiO ₂ (%)	1 - 3	
Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ (%)	1 - 3	
S (%)	0.05 - 0.1	
CO ₂ (%)	2 - 5	

Tab. 2: caratteristiche chimiche della calce idrata

I leganti, dalla rivoluzione industriale in poi, hanno subito continue evoluzioni dettate da motivi endogeni, che nascono da esigenze di mercato e da esigenze applicative, e motivi esogeni che si accompagnano al succedersi delle leggi antinquinamento e di risparmio energetico.

Esigenze di mercato

Contrariamente a quanto si crede, circa il 75% della calce idrata prodotta a livello europeo non viene utilizzata dall'edilizia che ne assorbe solo il 25%, ma viene utilizzata nelle acciaierie per la decarburazione della ghisa per ottenere gli acciai, per produrre lo zucchero, nella depurazione delle acque e in altre attività.

Queste esigenze di mercato incidono profondamente nell'evoluzione della calce idrata e lo dimostrano in maniera chiara i dati della tabella 2 sulle modifiche delle caratteristiche chimiche richieste da una acciaieria dal 1940 al 1972. Prendiamo in considerazione per brevità solamente l'ossido di calcio (CaO). Nel 1940 abbiamo un valore di CaO compreso tra il 78 e l'85%. Nel 1950 questo valore passa a 82-93%, nel 1960 è diventato 86-94%, nel 1972, a parte la differenza tra calce a cottura normale e calce a cottura qualità dolce, abbiamo un valore tra l'89 e il 97%.

Il contenuto in CaO ha raggiunto un valore limite, cioè non può aumentare perché nei giacimenti non è possibile trovare rocce calcaree con un contenuto in carbonato di calcio maggiore del 97-98%. Questi dati ci inducono alle seguenti considerazioni: nel 1940 o comunque prima di questa data i muratori spegnevano l'ossido di calcio nella classica buca di

cantiere e aspettavano almeno due anni affinché maturasse. Se a quei tempi avessero potuto eseguire una diffratometria prima e dopo i due anni, avrebbero constatato che le due calci erano diverse. Stando cioè nella buca erano intervenute delle modificazioni che determinavano caratteristiche diverse: la calce così maturata era più plastica e assumeva delle resistenze meccaniche più velocemente nel tempo. Così non è più con la calce di oggi.

Esigenze applicative

Anche le esigenze applicative hanno inciso in maniera determinante sull'evoluzione dei leganti. Infatti, il costo molto elevato della manodopera ha incentivato le aziende a studiare prodotti con caratteristiche applicative veloci in modo da snellire le operazioni di cantiere e di conseguenza abbassare i costi del lavoro.

MODIFICHE LEGGI ANTINQUINAMENTO

Un contributo importante nella diversa caratterizzazione dei leganti è dato dall'evoluzione delle leggi antinquinamento e del risparmio energetico che inducono giustamente ad una salvaguardia dell'ambiente impedendo che si ricreino zone di particolare inquinamento come si creavano una volta in prossimità di forni a calce.

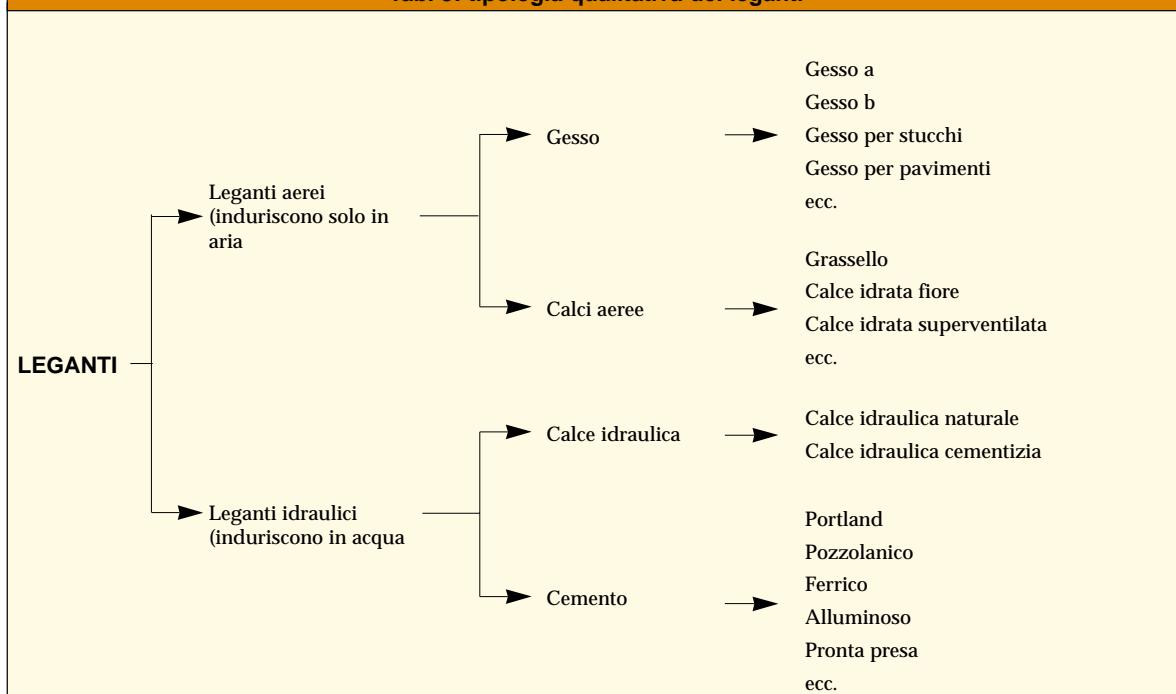
Quindi sia i motivi che abbiamo definito endogeni, sia i motivi esogeni, sfociano necessariamente nella modifica delle normative e di conseguenza nella diversa caratterizzazione dei leganti. In altre parole, essendo i leganti in continua evoluzione, dobbiamo affermare con molta chiarezza che il cemento, oppure la calce di oggi, non sono lo stesso cemento o calce di cento anni fa!

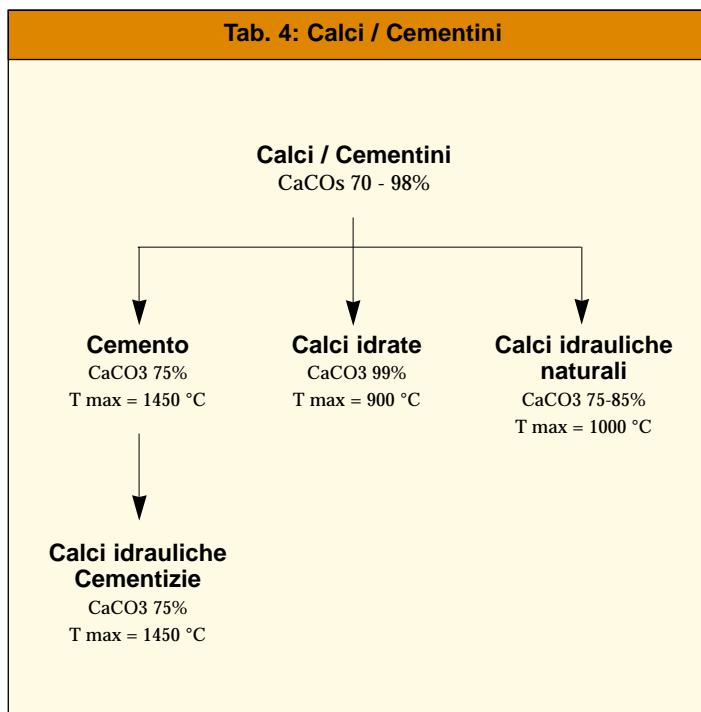
CLASSIFICAZIONE DEI LEGANTI

La tabella 3 mostra in modo schematico quali sono i leganti che troviamo sul mercato. Ci sono leganti aerei e leganti idraulici.

Sono stati divisi così perché i leganti aerei assumono resistenza meccanica assorbendo CO₂ dall'aria, e quindi induriscono solamente in aria, mentre i leganti idraulici induriscono in presenza di acqua.

Tab. 3: tipologia qualitativa dei leganti





Il Cemento

Il primo cemento fu brevettato da Aspidin in Inghilterra nel 1824.

Lo chiamò Portland ispirandosi all'isola di Portland, le cui rocce assomigliavano per colore e resistenza a questo nuovo prodotto.

In continua evoluzione, all'inizio del secolo il cemento è entrato in maniera preponderante nell'utilizzo di cantiere: dall'uso strutturale, si è passati al confezionamento di malte di allettamento e malte per intonaci. Ne è seguita una certa confusione nell'uso di questi materiali. Oggi il cemento è un prodotto sempre più avanzato come caratteristiche meccaniche.

L'ultima normativa che è entrata in vigore nell'aprile del 1994, ha modificato ancora le caratteristiche meccaniche introducendo un altro parametro fondamentale. Si tratta del controllo delle resistenze meccaniche a due

giorni. La maggior parte del cemento che viene venduto nel Nord-Est d'Italia resiste già a due giorni a più di 100 Kg/cm², una caratteristica di resistenza particolare tale da poterlo nominare cemento 32,5 R. Si tratta di un prodotto ottimo dal punto di vista meccanico.

Il muratore che all'inizio del secolo preparava la malta per intonaci confezionandola con il cemento, applicava una malta che non aveva le caratteristiche certamente ottimali per essere un intonaco, però aveva ancora delle buone caratteristiche tali da consentire un certo successo. Oggi la malta per intonaci confezionata con il cemento presenta subito dei seri problemi applicativi. Infatti questa malta cola in parete. Il manovale di cantiere, per risolvere il problema, si vede costretto ad aumentare la quantità di legante ottenendo in tal modo una malta più grassa, aggravando ulteriormente la situazione. Perché cola la malta? Il fenomeno avviene perché già in cementeria sono state addizionate sostanze che hanno la funzione di ridurre la quantità di acqua necessaria per fare l'impasto. Ciò aumenta notevolmente la resistenza meccanica, però impedisce che questa malta sia tixotropica, cioè in parete cola.

La malta dunque si spaccherà, pur possedendo delle fortissime resistenze meccaniche: sarà una malta senza elasticità (modulo elastico molto elevato) e completamente impermeabile.

Certamente si diffonderanno cavillature su tutta la superficie muraria.

Le Calci Idrauliche

In commercio troviamo calci idrauliche che possono essere sia di derivazione cementizia, sia di derivazione naturale. Anche in questo caso esiste una notevole confusione nella individuazione dei prodotti. Ciò è dovuto al fatto che l'attuale normativa, che è del 1972, definisce le calci idrauliche come "prodotto naturale o artificiale in polvere con resistenza a compressione dopo 28 gg. pari a 15 Kg/cm² oppure" eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere, idraulica artificiale pozolanica in polvere, ed idraulica artificiale siderurgica in polvere con resistenza a compressione dopo 28 gg. pari a 30 Kg/cm²".

La legge precedente che era un R. D. del 1939, dava una definizione completamente diversa, molto più particolareggiata, di come doveva essere una calce idraulica. Questa, infatti, recitava: "la calce idraulica in zolle è il prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale da risultare di facile spegnimento".

Questo decreto era particolareggiato perché, oltre alla resistenza meccanica, di cui tratteremo più avanti, individuava anche quali erano i materiali di partenza.

Non basta dunque per definire una calce idraulica stabilire le resistenze meccaniche, ma occorre che il prodotto sia ottenuto calcinando calcari argillosi, di natura tale da risultare di facile spegnimento. In natura non ci sono molti calcari argillosi che hanno queste caratteristiche dopo la cottura.

Lo stesso decreto parlando di calce aerea recitava: "la calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco ...". Si noti quel "pressoché bianco". Apparentemente insignificante, questa precisazione è invece importantissima perché sta a significare che quel prodotto, prima del 1940, era ottenuto dalla cottura di calcari di data composizione mineralogica e chimica. Oggi, gli addetti del settore sanno che sono pochi i calcari di una certa composizione chimica e mineralogica che possano essere usati per ottenere una calce pressoché bianca. Di conseguenza il campo dei potenziali giacimenti che possono essere utilizzati per fare calce si restringe moltissimo.

Risulta, quindi, evidente il salto a ritroso avvenuto con l'entrata in vigore del D. M. del 1972.

Le motivazioni vanno ricercate in contingenze economiche e storiche.

Valutare dunque i leganti attraverso il parametro della resistenza meccanica (facile da controllare) ha consentito l'immissione sul mercato di prodotti non completamente consoni ai dettami del buon costruire.

Si è diffuso il concetto che un prodotto che ha una resistenza meccanica buona, o comunque elevata, è anche un prodotto durabile nel tempo. Questo non è assolutamente vero e ciò vale soprattutto per le calci che vengono utilizzate per fare intonaci e per malte di allettamento.

NORMATIVA

Diamo ora uno sguardo alla normativa corrente e a quella in fase di studio a livello europeo. Per quanto riguarda i cementi oggi è in vigore in Italia la normativa UNI ENV 197.

Osservando la tabella dei requisiti meccanici e fisici ci accorgiamo che è stato introdotto un parametro molto importante: si tratta dell'intervallo di resistenza meccanica entro il quale il legante deve rimanere a 28 gg. (resistenza normalizzata).

Se per esempio desideriamo un cemento che faccia 325 Kg/cm^2 o $32,5 \text{ N/mm}^2$, questo cemento deve avere a 28 gg. una resistenza meccanica inferiore a $52,5 \text{ N/mm}^2$.

Anche per le calci si sta studiando una normativa simile che dovrebbe entrare in vigore nei prossimi anni. La si sta studiando a livello UNI con la sigla EN 459.

Le calci verranno distinte in Hydraulic Lime HL2 e Hydraulic Lime HL5.

Le corrispondenti resistenze meccaniche caratteristiche dovranno essere comprese nell'intervallo di $2-7 \text{ N/mm}^2$ a 28 gg. per le prime e $5-15 \text{ N/mm}^2$ sempre a 28 gg. per le seconde.

Controllando semplicemente le resistenze meccaniche, si metterebbe il produttore che volesse imitare una calce idraulica naturale partendo dal cemento nell'impossibilità di farlo.

Prendendo infatti un cemento che fa $350-400 \text{ Kg/cm}^2$ a 28 gg. e portarlo, tagliandolo, a solamente 150 Kg/cm^2 , diventerebbe un processo tecnologico molto arduo, praticamente impossibile da realizzare. Quindi, il dare degli intervalli di resistenza meccanica diventa indirettamente un controllo per immettere sul mercato prodotti che siano appropriati all'uso che se ne fa. Questo vale a maggior ragione nel campo della bioedilizia, dove fondamentale è il concetto di risparmio energetico: se dobbiamo realizzare un intonaco, è assurdo prendere in considerazione un prodotto con $400-500 \text{ KG/cm}^2$ di resistenza meccanica, in quanto questa caratteristica non solo non serve, ma comporta anche uno spreco energetico grave.

LA CALCE IDRAULICA NATURALE

Verso la fine dell'800 e l'inizio del 900, sotto la spinta della rivoluzione industriale, si fecero enormi progressi nella ricerca di leganti di sempre migliore qualità.

Si ottenevano tutti dalla calcinazione di marne, cioè calcari contenenti argilla.

Il tenore di carbonato di calcio era variabile tra il 75 e il 98%.

Le temperature di cottura variavano dai 900° C delle calci aeree (contenuto di carbonato di calcio attorno al 98%), al 1450° C del cemento (contenuto di carbonato di calcio pari al 75%).

La tecnologica contemporanea non si discosta da questi valori.

Con la normativa attuale le calci idrauliche cementizie derivano dai cementi opportunamente tagliati per soddisfare almeno in parte ai requisiti delle caratteristiche meccaniche.

È evidente che queste calci avranno una composizione chimica e mineralogica che dipende dal materiale di partenza e una temperatura di cottura attorno ai 1450° C .

Le calci idrauliche naturali hanno un contenuto di carbonato di calcio tra il 75 e l'85% e una tempe-

ratura massima di cottura attorno ai 1000° C.

A prima vista questi prodotti sembrano tutti abbastanza simili; si differenziano solo per la temperatura di cottura.

In realtà alcuni controlli ci dimostrano differenze sostanziali. Controlliamo per esempio la conducibilità elettrica dell'acqua di lavaggio, o meglio dell'acqua di lisciviazione, di un determinato intonaco. Su un intonaco cementizio la conducibilità elettrica (che è direttamente proporzionale al contenuto in sali solubili) sarà attorno a 7000 mS (micro Siemens), mentre su un intonaco a base di calce idraulica naturale sarà 760 mS, dieci volte di meno. Questo dato testimonia che la calce idraulica naturale ha una capacità di solubilizzarsi in acqua molto più bassa del cemento. Inoltre nella calce idraulica naturale sono presenti molti vuoti (microporosità diffusa) che permettono il passaggio di umidità sotto forma di vapore.

Gli intonaci cementizi invece sono poco porosi e non permettendo l'evaporazione dell'acqua alterano completamente l'assetto igrometrico della casa.

In generale il cemento, che è un materiale ad alta densità ed alta conducibilità termica, favorisce la condensazione di umidità sulla sua superficie, anche nell'interfaccia cemento-laterizio.

Il calcestruzzo anche nei mesi estivi contiene il 5-6% di umidità, mentre potenzialmente dovrebbe essere secco. Con i prodotti a base di calce idraulica naturale questo non avviene. Ritorniamo ora alla presenza di sali solubili tanto importanti per la durabilità degli intonaci.

Osserviamo i risultati di queste semplici esperienze: in una bacinella sono stati conservati per quattro anni tre cubetti rispettivamente di cemento 425, cemento 325, e calce idraulica naturale immersi in una soluzione di acqua al 5% di solfato di magnesio.

Il solfato di magnesio è un sale presente nell'acqua di mare, ma si trova anche di frequente nelle murature di edifici storici (proveniente probabilmente dalle fognature).

Osserviamo il primo cubetto di cemento 425. Esso è completamente disgregato: se facessimo una prova di resistenza meccanica su questo tubetto, troveremmo certamente delle resistenze meccaniche molto basse.

Se con questo legante si fosse confezionato un intonaco, magari su di un edificio storico, avremmo ottenuto risultati assolutamente negativi.

Nei primi periodi sarebbe stato certamente un intonaco molto resistente, ma poi si sarebbe completamente disgregato.

Osserviamo ora il cubetto di cemento 325; tutti gli spigoli sono macroscopicamente spaccati.

Anche in questo caso se facessimo il controllo delle resistenze meccaniche troveremmo dei valori del 5-6% in meno rispetto al corrispondente cubetto non immerso nella soluzione.

Se guardiamo infine il cubetto di calce idraulica naturale, constatiamo invece che è perfettamente integro.

Ad un controllo delle resistenze meccaniche troviamo che esse sono quelle di partenza, oppure ci sono delle piccole variazioni che rientrano nelle statistiche di questi prodotti.

Questa esperienza ci dimostra come sia di fondamentale importanza utilizzare i prodotti che il mercato ci offre in maniera appropriata.

CONCLUSIONI

Alla domanda "per fare un buon intonaco o una buona malta di allettamento non basta utilizzare i leganti che si facevano una volta?": i prodotti di una volta non ci sono più!

Parliamo di prodotti al naturale perché in effetti una volta erano sparse sul territorio a distanza di 20-30 Km l'una dall'altra varie "calchere", cioè fornaci con relative cave di calcare più o meno puro alle spalle, che producevano leganti particolarmente adatti per fare muri, per fare intonaci, per i marmorini e così via.

Oggi le aziende sopperiscono a questa pluralità di prodotti con impianti e processi tecnologici sofisticati in grado di confezionare un prodotto mirato alla risoluzione delle problematiche riscontrabili nei cantieri di risanamento o restauro e nei cantieri dove si praticano i principi della bioedilizia. La calce idraulica naturale, ottenuta dalla cottura di marne a bassa temperatura, è la base indispensabile per ottenere leganti a: notevole inerzia termica; basso contenuto di sali solubili; caratteristiche meccaniche appropriate; basso modulo elastico; elevata permeabilità al vapore.

Ricordiamoci infine che dalla rivoluzione industriale in avanti c'è stata ed è continuamente in atto una veloce evoluzione dei leganti, mentre noi in effetti continuiamo chiamare questi prodotti sempre calce, sempre cemento.