

Giuseppe Pagliara

PARLIAMO DI SILICATI PER FACCIATE

1. INTRODUZIONE

I silicati solubili, essendo leganti non filmogeni, lasciano aperta la superficie del supporto all'evaporazione dell'umidità contenuta nel muro, che del resto è la principale causa di degrado degli edifici. Ciò consente al muro di asciugarsi purché siano state preventivamente bloccate le principali vie di entrata dell'acqua.

I leganti ai silicati sono molto resistenti alle intemperie e quindi i P.V. (Prodotti Vernicianti) ai silicati per il loro aspetto minerale e la trascurabile presa di sporco, rappresentano la finitura più idonea e più durevole per le facciate di edifici storici a completamento del risanamento strutturale effettuato.

2. RESTAURO

L'acqua è il più importante fattore di degrado dei materiali edili. L'acqua causa agli edifici una serie di danni estetici e strutturali sinteticamente riassunti nello schema della Fig. N° 1.



Fig. N° 1 - Danni estetici e strutturali provocati dall'acqua e dall'umidità nel muro

Il risanamento ed il restauro degli edifici si esplica essenzialmente nella lotta alla presenza dell'umidità nel muro. Le vie di possibile entrata dell'acqua nel muro sono molteplici, per es.: tetti perdenti, tubi rotti, pioggia battente, infiltrazione di acqua superficiale ristagnante, risalita capillare di acqua dal terreno attraverso le fondamenta ecc. Non bisogna neanche tralasciare la possibilità di entrata dell'acqua nel muro allo stato di vapore e successiva condensa termica, igroscopica e capillare. Una sola è invece la possibile via di uscita dell'acqua dal muro e cioè per evaporazione attraverso la superficie allo stato di vapore; ed è fondamentale che tale unica via rimanga aperta.

Il ciclo di operazioni necessarie per eliminare l'acqua dal muro è quindi il seguente:

A. Individuare e bloccare le principali vie di entrata (riparare tetto e tubi, applicare barriere verticali, costituire barriere orizzontali, canalizzare le acque superficiali, drenare le fondamenta etc.)

B. Risanare i danni già provocati (eliminare gli intonaci ammalorati, operare trattamenti antisale con fluosilicato di piombo, magnesio e/o cloruro di bario e ripristinare il muro con intonaci di risanamento.

C. Rifinire la superficie con prodotti vernicianti traspiranti, resistenti all'esterno e senza presa di sporco in modo da lasciare aperta la via di uscita dell'umidità che ancora potesse casualmente entrare ed assicurare una estetica gradevole e duratura.

3. LEGANTI

I leganti hanno la funzione di legare insieme, ossia consolidare, agglomerare, collegare i diversi componenti di una formulazione (inerti, cariche, pigmenti) sia tra loro (coesione) che con la superficie di un altro supporto (adesione). La formulazione può essere quella di una malta, di un intonaco, di un adesivo o di un prodotto verniciante.

La funzione legante si sviluppa nel tempo attraverso un processo di indurimento fisico (per es. evaporazione del veicolo sia esso acqua o solvente) o attraverso un processo di indurimento chimico (ossidazione, idratazione, igroindurimento etc.)

Ai leganti per P.V. si richiede l'applicabilità in spessori sottili e l'aderenza al supporto.

I leganti si suddividono in due grandi classi: leganti filmogeni e leganti fissativi.

I leganti filmogeni, usati nei P.V., indurendo si trasformano in un film, ossia in una pellicola continua aderente al supporto, in grado di inglobare gli eventuali pigmenti, da cui prenderà colore e coprenza.

I leganti fissativi indurendo sviluppano la capacità legante attraverso la formazione di un reticolo cristallino sterico ed intrecciato che si forma passando per lo più attraverso una fase di gel plastico.

Come mostrato nello schema di FIG. N° 2 i leganti filmogeni sono di natura organica (resine), mentre i leganti fissativi sono di natura inorganica. Solo quelli indurenti con CO₂ e cioè calce aerea e silicati solubili possono essere veicolati con l'acqua e quindi sono utilizzabili per la preparazione di P.V. preparati, pronti all'applicazione, e stabili al magazzinaggio.

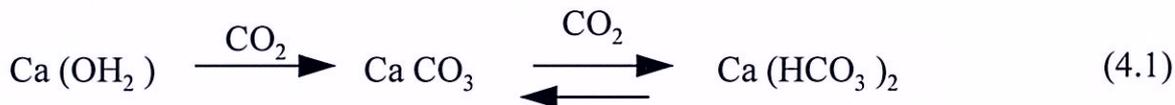


Fig. N° 2 - Classificazione dei leganti indurenti a temperatura ambiente

4. CALCE AEREA

La calce (aerea) è un prodotto singolare perché con l'indurimento sviluppa contemporaneamente la funzione legante e quella coprente.

Le reazioni che determinano queste funzioni sono le seguenti:



La reazione (4.1) di carbonatazione della calce ha luogo velocemente in presenza di umidità ed in tali condizioni può procedere ulteriormente fino a bicarbonato di calcio che è un composto esistente solo in soluzione acquosa.

La soluzione di bicarbonato partecipa all'azione legante contribuendo a mantenere le particelle aderenti e coerenti.

Sia il potere legante che quello coprente della calce sono piuttosto limitati. La coprenza della calce si sviluppa con l'essiccazione, quando il carbonato di calcio, si ritrova immerso nell'aria. La coprenza può però essere aumentata con TiO_2 o con pigmenti colorati. Il basso potere legante della calce non permette di aggiungere più del 10% (sul valore ponderale della $\text{Ca}(\text{OH})_2$) di pigmenti. Volendo quindi ottenere delle tinte più piene è necessario aggiungere anche un legante ausiliare. Anticamente si usavano gomme, uova, oli insaturi e principalmente caseina il cui caseinato di calcio ha ottime funzioni leganti. Al giorno d'oggi come legante ausiliare della calce si preferiscono le dispersioni polimeriche insaponificabili, acriliche e stiroil-acriliche.

Il carbonato di calcio derivante dalla carbonatazione della calce si origina in una forma microcristallina molto facilmente aggredibile dagli inquinanti acidi atmosferici (CO_2 , SO_2 , SO_3 , NO_x , Cl_2). Anche anticamente, pur essendo il grado di inquinamento molto più ridotto di quello attuale, l'imbiancatura delle facciate con latte di calce (10% $\text{Ca}(\text{OH})_2$) si faceva ad ogni primavera.

Desiderando quindi una resistenza superiore all'anno bisogna aumentare il legante ausiliare e cioè la dispersione stiroil-acrilica, in modo che essa si assuma anche il compito della resistenza all'esterno. Il legante aggiuntivo diventa allora il legante fondamentale e la denominazione di pittura a calce rimane quindi un vero eufemismo.

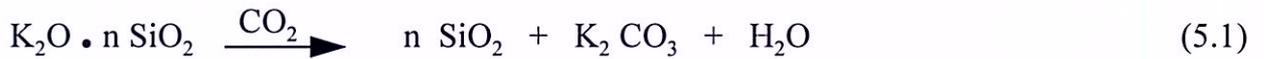
5. SILICATO DI POTASSIO

I silicati costituiscono circa i 3/4 del peso della crosta terrestre. I silicati sono quindi minerali insolubili che vengono spesso utilizzati come materie prime per diverse produzioni. Alcuni silicati come caolino (di alluminio), montmorillonite (di calcio), talco (di magnesio), mica (di alluminio e potassio) ect ., vengono utilizzati anche come cariche per P.V.

I silicati solubili sono quelli alcalini di sodio e potassio prodotti sinteticamente per fusione di quarzo (SiO_2), con carbonato alcalino (di sodio e potassio). Il vetro così formatosi viene disciolto in autoclavi rotanti ad alta temperatura.

Il silicato alcalino utilizzato come legante per prodotti vernicianti è quello di potassio.

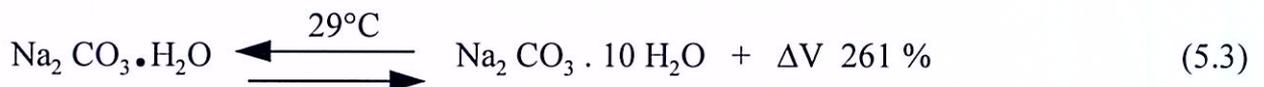
Le reazioni che determinano la funzione legante del silicato di potassio sono le seguenti:



Il vero legante è quindi la silice (idrata) che è in grado di fissare il pigmento e le cariche e le lega al supporto quando cristallizza dopo essere passata attraverso una fase di gel (di silice).

La prima reazione (5.1) è quella fondamentale che ha luogo anche all'interno del muro impregnato di silicato. Se però il muro possiede ancora una alcalinità calcica libera ha luogo la seconda e più veloce reazione (5.2). Se il muro è troppo fresco, l'alcalinità calcica potrebbe essere così elevata da bloccare la penetrazione del silicato in profondità dando la formazione di una crosta superficiale a comportamento anisotropo che quindi in caso di muro non sufficientemente coerente potrebbe staccarsi.

Entrambe le reazioni (5.1 e 5.2) mostrano la formazione di carbonato di potassio secondario, mentre dal silicato di sodio si originerebbe il carbonato di sodio che è un sale fortemente espansivo perchè a temperatura ambiente si trasforma da mono a deca idrato:



Per questo motivo l'unico silicato solubile ammesso per P.V. è quello di potassio essendo il relativo carbonato un sale non pericoloso anche se la sua forte igroscopicità può produrre una certa azione di richiamo dell'umidità.

Proprio per minimizzare la formazione di carbonato di potassio si raccomanda un silicato ad alto modulo molare $n > 3,5$, mentre è assolutamente sconsigliabile un tipo con $n < 3,2$.

Il silicato di potassio ad alto modulo è purtroppo quello meno compatibile con sali di metalli plurivalenti e con sostanze organiche ed è quello più facilmente cristallizzabile in presenza di pigmenti e cariche oltre che per abbassamento della temperatura o del pH.

Ecco perché è opportuno affidarsi a silicati di potassio stabilizzati (Brev. WOELLNER) che garantiscono maggiore stabilità al magazzino e minore criticità nei confronti di impurezze occasionali (per es. sali di calcio, coalescenti idrosolubili, etc.) (Fig. N° 3).

formula	K₂O n SiO₂
n in moli	> 3,5
n in peso	> 2,3
Secco	20 - 30%
Sost. org. stab.	0,5 - 2 %
pH	12 ca.
P. Sp.	1,18 - 1,25 g/ml
V_x	7 - 25 mPas
Temp. cristall.	< 3°C

Fig. N° 3 - Caratteristiche del silicato di potassio stabilizzato per P.V.

La formazione di silice all'interno del supporto viene detta silicatizzazione, e produce i seguenti effetti:

- consolidamento e irrobustimento del muro
- diminuzione della velocità di assorbimento dell'acqua liquida
- mantenimento del potere traspirante per il vapore acqueo.

Con la silicatizzazione, la porosità del muro viene ad essere sostituita dalla microporosità della silice il che significa che i pori di diametro $d = 10^{-5} \div 10^{-6}$ m vengono rimpiazzati da micropori di diametro $d = 10^{-7} \div 10^{-8}$ m.

Se la silicatizzazione è completa e sufficientemente profonda, la velocità di penetrazione dell'acqua $V = kd$ diventa quindi almeno 10 volte più bassa.

Non ci sono invece variazioni significative della velocità di passaggio del vapore acqueo (gassoso).

Il silicato di potassio conferisce ai P.V. le seguenti caratteristiche:

- aspetto minerale opaco di elevata estetica
- resistenza e non propagazione della fiamma
- grande resistenza all'ossigeno e agli U.V.
- grande resistenza alle intemperie
- grande resistenza agli inquinanti atmosferici
- presa di sporco scarsa o nulla
- elevata permeabilità al vapore acqueo
- ridotto assorbimento di acqua.

6. P.V. AI SILICATI

Il potere legante della silice è sufficientemente elevato per fissare pigmenti e cariche senza bisogno di leganti ausiliari. E' quindi possibile formulare le pitture per facciate ai puri silicati a norma DIN 18363 ossia assolutamente prive di sostanze organiche.

In effetti i prodotti accettati dal mercato attuale e tuttora in forte sviluppo sono le pitture (e rivestimenti plastici) ai dispersion-silicati che secondo la norma DIN 18363 possono contenere fino al 5% di sostanza organica fissa (polimero + ausiliari).

Bisogna a questo punto però chiarire che i P.V. ai dispersion-silicati non devono né possono essere considerati dei prodotti di seconda qualità rispetto a quelli ai puri silicati. Essi sono infatti più moderni e funzionali dal momento che l'aggiunta della dispersione non ha il compito di aumentare il potere legante ma:

- universalizza il tipo di supporto minerale su cui è possibile applicare i silicati (escluso gesso);
- rende possibile la modernizzazione del ciclo;
- semplifica le modalità applicative anche in condizioni ambientali non perfette;
- riduce la possibilità di macchiature e irregolarità estetiche;
- riduce la formazione di cretti, screpolature ed altri difetti;
- riduce l'assorbimento di acqua;
- non riduce (data la bassa quantità) la traspirabilità al vapore acqueo.

Nella formulazione delle pitture ai dispersion-silicati tutti i componenti devono essere opportunamente selezionati tra quelli idonei per silicati tenendo anche presente l'elevata alcalinità di questi prodotti ($\text{pH} > 11$) e la loro ridotta compatibilità nel sistema.

La dispersione polimerica deve quindi essere insaponificabile, i pigmenti assolutamente inorganici e stabili agli alcali, gli ausiliari assolutamente testati ed approvati.

Anche la successione dei diversi componenti deve seguire determinate regole. Ciò significa che la produzione dei P.V. ai silicati richiede un certo impegno ed una certa qualificazione.

Non meno professionalità richiede l'applicazione che in genere inizia con spazzolatura e pulizia del supporto, impregnazione con fondo ai dispersion-silicati, stuccatura e rappezzo con stucco ai silicati ed infine applicazione della finitura (pittura o rivestimento plastico).

A proposito del collaudo della tinta si è affermata la procedura qui descritta:

un pannello di fibro cemento viene trattato con il fondo impregnante come indicato nella seguente Fig. N° 3-a. Dopo almeno 24 ore di essiccamento a temperatura ambiente il pannello viene riscaldato in stufa a 60°C ed appena estratto si applica la prima mano sulla parte sinistra ancora calda.

Dopo raffreddamento si applica la prima mano sulla parte destra (Fig. N° 3-b).

Dopo altre 24 ore min. di essiccamento a temperatura ambiente si rimette il pannello in stufa a 60°C.

Dopo la sua estrazione sul pannello ancora caldo di applica la seconda mano sulla parte in alto e dopo raffreddamento sulla parte in basso (Fig. N° 3-c). Dopo ulteriori 24 ore min. di permanenza a temperatura ambiente avviene la valutazione dell'aspetto e della tinta dei singoli settori.

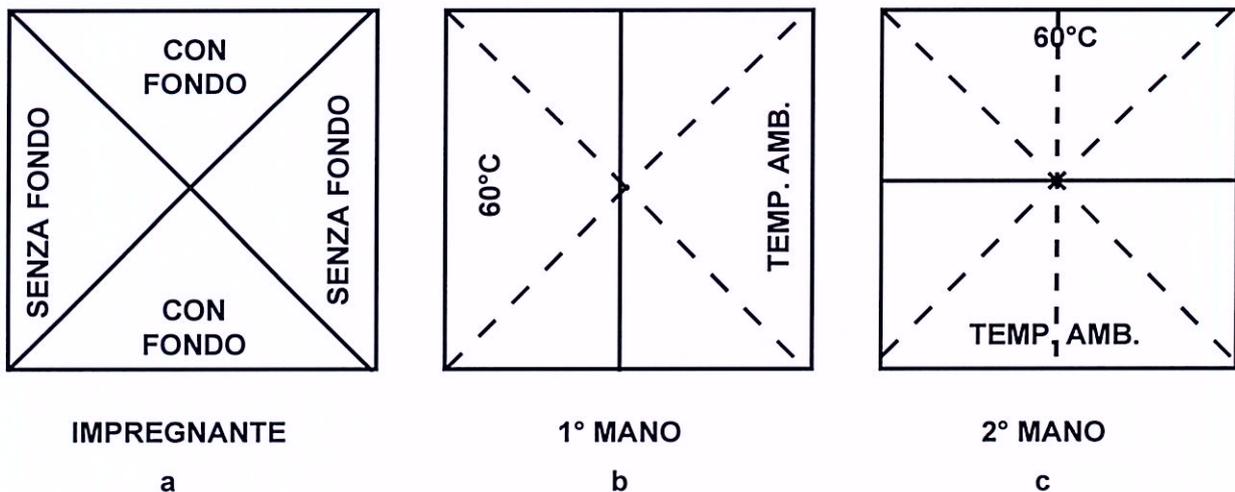


Fig. N° 4 - Collaudo P.V.

7. IDROFOBIZZAZIONE

Le pitture ai dispersion-silicati sono non filmogene, essendo la quantità di dispersione insufficiente a dare una pellicola continua, quindi esse rimangono aperte al passaggio del vapore acqueo e ciò consente al muro di asciugarsi per (lenta) evaporazione.

Però in caso di pioggia battente il muro si bagna con molta evidenza anche se come abbiamo visto, la silicatizzazione (se effettuata in modo completo e profondamente) rallenta la velocità di penetrazione dell'acqua nel muro.

Al cessare della pioggia il muro si asciuga rapidamente e senza conseguenze riprendendo il suo aspetto estetico originale.

Alcuni committenti non desiderano assistere al fenomeno del bagnamento che viene evidenziato dal tipo minerale della superficie o comunque ne rimangono impressionati sfavorevolmente.

E' diventata allora prassi comune idrofobizzare la pittura ai silicati introducendo nella formulazione una emulsione siliconica idrorepellente di provata stabilità all'elevato pH dei silicati. In tal modo il bagnamento e anche l'assorbimento di acqua si riduce drasticamente.

In pratica quindi se il coefficiente di assorbimento di un muro è originariamente per es. di $W = 0,8 \text{ Kg/m}^2 \text{ h}^{0,5}$, con l'applicazione di un ciclo ai silicati potrebbe diventare per es. di ca. 0,2. Se la finitura è idrofobizzata il valore diventa ca. 0,05.

8. ETICHETTATURA

L'etichettatura del silicato di potassio e dei suoi preparati non è stata ancora normata dalle direttive comunitarie e quindi nemmeno dalla vigente legislazione italiana. Tenendo presente comunque che per i P.V. si impiega il silicato con modulo molare $n > 3,2$ il quadro prospettico della seguente Fig. N° 4 è abbastanza esauriente con la conclusione che i P.V. ai silicati non richiedono etichettatura con simboli di pericolo.

n	Simbolo di pericolo	Frase	
		R	S
$\leq 1,6$	C	34	26, 27, 28
$> 1,6 \leq 2,6$	Xi	38, 41	26, 32/39
$> 2,6 \leq 3,2$	Xi	36/38	24/25/26
$> 3,2$	NO	NO	39

Fig. N° 5 - Etichettatura del silicato di potassio secondo la proposta dell'associazione fabbricanti europei di silicati alcalini

9. PREMISCELATI SECCHI

I P.V. ai dispersion-silicati sono sensibili al lungo magazzinaggio come pure temono sia il gelo che le eccessive temperature ambientali. Ciò ha reso di grande interesse la proposta di formularli allo stato di premiscelati secchi utilizzabili previa aggiunta della prevista quantità di acqua ed intensa miscelazione con il trapano sullo stesso posto di lavoro.

I rivestimenti plastici ai dispersion-silicati costituiscono già una realtà mentre per le pitture piane sussistono alcune difficoltà alla realizzazione di un aspetto finito liscio e perfetto a causa dell'insufficiente grado di dispersione.

Oltre ad eliminare il problema della stabilità al gelo e al surriscaldamento, i premiscelati secchi consentono di realizzare economie di imballo e trasporto.

La formulazione dei P.V. premiscelati secchi ai dispersion-silicati si è resa possibile quando sono stati disponibili:

- A) il silicato di potassio atomizzato in forma di polvere scorrevole secca facilmente e rapidamente risolubile;
- B) la dispersione polimerica atomizzata in forma di polvere secca, ricostituibile per aggiunta di acqua;
- C) tutti gli altri costituenti in forma di polvere secca compreso coalescenti, antischiuma e disperdenti.

In genere si formula solo il colore bianco ed un neutro mentre si ottengono tutte le altre tinte mediante l'impiego di paste pigmentarie idonee per silicati.

10. CONCLUSIONI

Le moderne pitture ai dispersion-silicati hanno notevolmente ridotti i problemi formulativi ed applicativi delle antiche pitture ai puri silicati tanto da renderli utilizzabili in larga scala sia per l'edilizia di restauro che per quella di costruzione moderna.

Il restauro rappresenta un'operazione alquanto complessa ed in questo quadro le pitture ai silicati per la loro traspirabilità e la loro resistenza all'esterno forniscono sufficienti garanzie di idoneità e di durata (Fig. N° 5).

- Bassa resistenza alla diffusione del vapore
- Basso assorbimento di acqua liquida
- Bassa presa di sporco
- Bassa sensibilità agli agenti atmosferici (UV, IR, O₂, Acqua etc)
- Bassa sensibilità agli inquinanti atmosferici (acidi)
- Basso attecchimento di vegetazione e microvegetazione
- Bassa permeabilità alla CO₂ (su cemento armato)

Fig. N° 6 - Caratteristiche di qualità dei rivestimenti per facciate restaurate

L'aspetto delle pitture ai dispersion-silicati è minerale come richiesto per gli edifici storici e la ritenzione di sporco è assolutamente insignificante così che per l'elevata resistenza all'esterno il livello estetico si mantiene a lungo inalterato.

I P.V. ai dispersion-silicati non propagano la fiamma, sono ecologici e non richiedono etichettatura di pericolo.

11. BIBLIOGRAFIA

- W. SCHULTE UND 14 MITAUTOREN
Dispersions - Silikat Systeme
Band 473 - Kontakt & Studium Oberflächentechnik
Expert Verlag - D - 71268 Renningen

- G. GETTWERT
Alkalisilikat - Bindmittel
Conchem Journal 2/97 Pag. 47-63
Verlag Fur Chem. Ind. Riolkowsky GmbH
D-86015 Augsburg

- G. PAGLIARA
Le nuove pitture ai silicati
Pitture e vernici 6/85 Pag. 41-47

- G. PAGLIARA
Pitture ai silicati nella problematica del restauro
Pitture e vernici 7/90 Pag. 7-21

- G. PAGLIARA
Riabitat 89 - Genova
Atti del convegno

- G. PAGLIARA
Leganti fissativi - 1991
Dispense del corso AITIVA

- G. PAGLIARA
Restauro in Liguria- Santa Margherita Ligure - 1994
Atti del convegno

- G. PAGLIARA
Alternative al silicato di potassio per p.v. ai silicati
Genova 1996
Atti del convegno EUROCOAT

Novembre 1997

	CATIONI					ANIONI					
	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Al ⁺⁺	Cl ⁻	F ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻	CO ₃ ⁻
Pb Si F₆	=	=	-	+	+	-	=	=	-	+	+
Mg Si F₆	=	=	-	+	+	-	-	+	-	-	=
Al₂ (SiF₆)₃	=	=	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Ba Cl₂	-	-	-	-	-	-	-	=	-	+	+

- non efficace = modestamente efficace + efficace

EFFICACIA DELLE SOLUZIONI ANTISALE

