

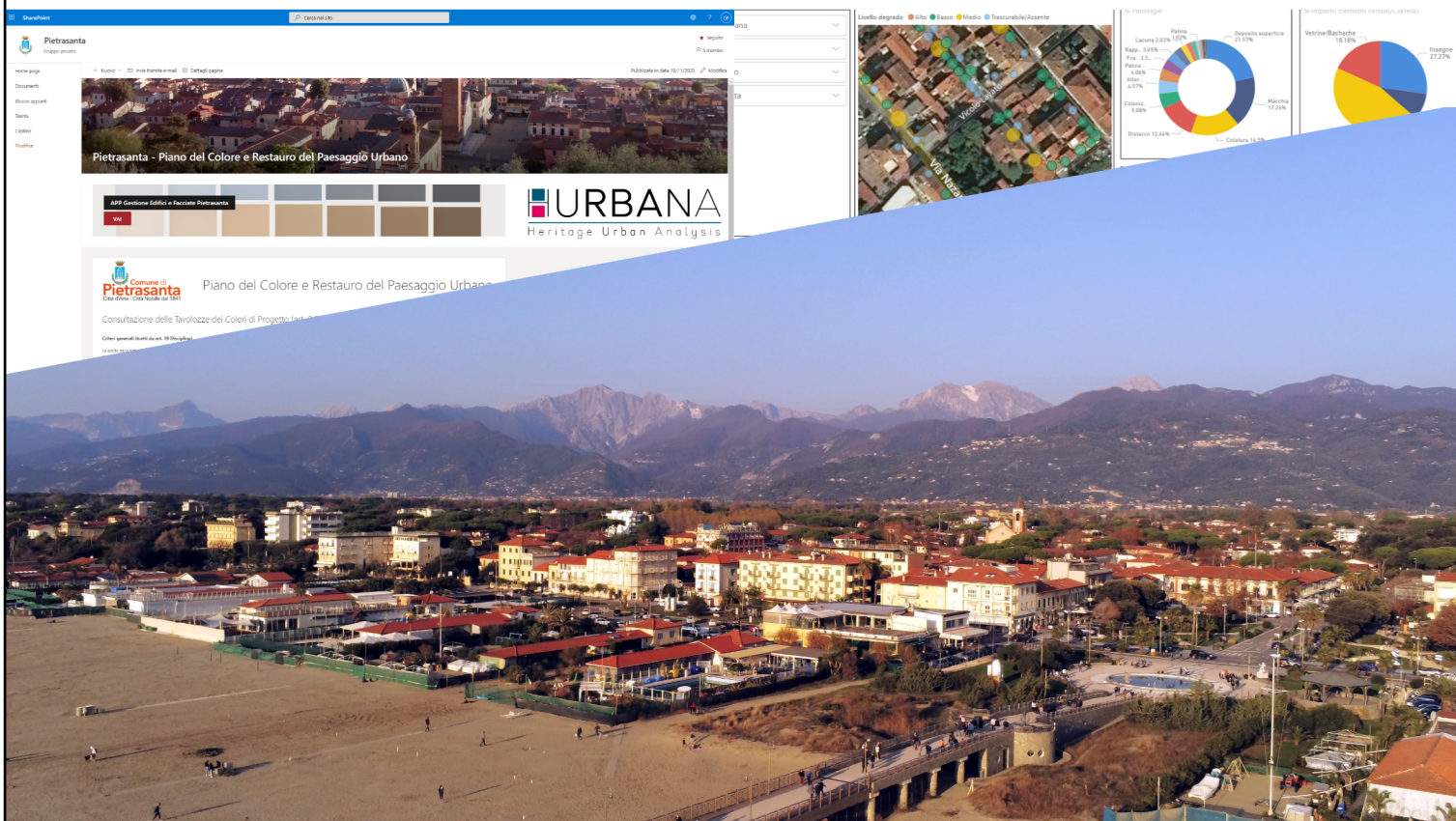


COMUNE DI PIETRASANTA
Provincia di Lucca

SINDACO CON DELEGHE ALL'URBANISTICA
Alberto Stefano Giovannetti

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Lucia Flosi Cheli

UFFICIO PIANIFICAZIONE URBANISTICA
Eugenia Bonatti - responsabile
Laura Benedetti



Piano del Colore e Restauro del Paesaggio Urbano

ELABORAZIONE
Irene Centauro

CONSULENTI
David Fastelli - Giuseppe Alberto Centauro



ALLEGATO

MATERIALI E TECNOLOGIE
PER LA COLORITURA DELLE FACCIATE.
LINEE-GUIDA

A-P

NOVEMBRE 2021

**Piano del Colore e Restauro del Paesaggio Urbano
Comune di Pietrasanta**

MATERIALI E TECNOLOGIE PER LA COLORITURA DELLE FACCIATE. LINEE GUIDA

INTRODUZIONE

In linea con la ricerca ed il progetto del Piano del Colore e Restauro Urbano di Pietrasanta, il presente allegato costituisce un contributo finalizzato a fornire approfondimenti tecnici e linee-guida sulla definizione dei materiali e tecnologie impiegati per la realizzazione degli intonaci di finitura e le coloriture delle facciate esterne degli edifici.

Le linee guida descritte in seguito sono riferite agli interventi sugli edifici storici e in generale su tutti quei manufatti che conservano intonaci e materiali tradizionali, al fine di perseguire gli obiettivi, descritti all'art. 1 della Disciplina del PCRPU, di valorizzazione e preservazione dei caratteri distintivi – storici, materici e cromatici – del costruito propri della tradizione locale o ad essa conformi, in un ambiente di elevato valore paesaggistico. Le indicazioni circa i parametri di riferimento per la scelta dei materiali e le modalità applicative costituiscono anche per l'edilizia recente un riferimento imprescindibile per assicurare interventi durevoli e rispettosi della qualità del paesaggio urbano nel suo complesso.

PRINCIPALI FENOMENI DI DEGRADO DELLE SUPERFICI ARCHITETTONICHE

I processi di degrado che caratterizzano i materiali lapidei naturali e artificiali (intonaci, malte, stucchi) di cui sono costituite le facciate degli edifici derivano sia da cause esterne di natura chimica, fisica e biologica, imputabili alla prolungata e continua esposizione dei materiali di facciata all'azione degli agenti atmosferici, sia da caratteristiche intrinseche dei materiali (difetti dei prodotti, incompatibilità con i supporti, ecc.), sia dalle condizioni e modalità applicative (ciclo di pitturazione non idoneo, mancato rispetto dei tempi e delle condizioni ambientali, ecc.). La conoscenza delle caratteristiche dei materiali e dei prodotti risulta perciò fondamentale per operare la scelta più idonea a garantire la massima durabilità e integrità delle superfici, nonché la funzionalità del manufatto architettonico.

La descrizione analitica delle principali patologie e forme di alterazione che caratterizzano i materiali lapidei naturali e artificiali è offerta dalla UNI 11182:2006¹, che recepisce le Raccomandazioni NorMal 1/88, definendo il degrado come “una modificazione di un materiale che comporta un peggioramento delle sue caratteristiche sotto il profilo conservativo”. I fenomeni descritti sono molteplici e molto spesso si manifestano in modo combinato sulle superfici, poiché possono essere a loro volta causa ed effetto di ulteriori processi di decadimento. Ad esempio, la formazione di croste su materiali lapidei può evolvere in fenomeni di distacco e perdita del materiale, con erosione della superficie sottostante.

Nel caso specifico del patrimonio architettonico del territorio comunale di Pietrasanta, come riportato nell'analisi fornita nel Quadro Conoscitivo (R01-QC, cap. 5.4), i principali fenomeni osservati a carico di intonaci e modanature lapidee e in pietra artificiale sono i seguenti:

- Depositi superficiali; derivanti dall'accumulo di polveri e particolato atmosferico.
- Colature, macchie e patine; derivanti dal cattivo smaltimento delle acque meteoriche, localizzate perdite di impianti, fenomeni di risalita capillare ai piani terra, sviluppo di muschi (fig. 1).
- Alterazione cromatica; soprattutto a carico degli intonaci è dovuta a sfarinamento/scolorimento delle tinte minerali e alterazione dei colori delle pitture organiche (fig. 2).
- Distacchi, disgregazione, erosione; perdita dei profili delle modanature (in pietra e pietra artificiale) dovuta all'azione degli agenti atmosferici e all'usura.
- Distacchi di intonaco e delle finiture; dovuti all'azione dell'acqua (infiltrazioni), formazione di efflorescenze, errati interventi di manutenzione (es: posa in opera di materiali incompatibili chimicamente e fisicamente con i supporti) (fig. 3).

¹ UNI 11182:2006, Materiali lapidei naturali ed artificiali - Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni.



Fig. 1. Esempi di colature, patine e macchie sulla facciata di un edificio.



Fig. 2. Esempio di alterazione cromatica. Sul fronte laterale dell'edificio è ben evidente lo scolorimento e dilavamento della tinteggiatura, il cui colore ocre è visibile solo nella fascia sottogronda più riparata dall'irraggiamento solare e dall'azione dell'acqua.



Fig. 3. Esempio di progressivi sollevamenti e distacchi di film pittorici e strati di finitura sovrapposti.

Alla luce dei fenomeni descritti, l'idoneità di una tecnologia di finitura e coloritura rispetto alle caratteristiche tipologiche e materiche del manufatto esistente, nonché la qualità di invecchiamento dei prodotti scelti in relazione ai molteplici fenomeni di degrado rappresentano parametri di specifica valutazione da parte del progettista al fine di assicurare durabilità e qualità degli interventi.

Di seguito è perciò proposto un breve approfondimento tecnico sulle caratteristiche dei principali prodotti per la tinteggiatura delle facciate.

CARATTERISTICHE GENERALI E PRESTAZIONALI DEI PRODOTTI PER LE COLORITURE ESTERNE

Le tipologie di pitture possono essere classificate in base a diversi criteri; a tale proposito tutte le più recenti definizioni di riferimento sono fornite dalla UNI EN ISO 4618:2016 "Pitture e Vernici - Termini e definizioni". Per quanto riguarda i sistemi di tinteggiatura per esterni, questi possono essere suddivisi in base alle proprietà chimico-fisiche dei leganti² (come proposto nella Disciplina del PCRP, art. 9) in:

- Tecnologie minerali (a base calce, silicati). I leganti sono materie prime minerali costituite da silicati o latte di calce, assicurano l'adesione e la coesione col supporto tramite processi chimici, mineralizzandosi nello strato di finitura.
- Tecnologie organiche (a base di resine silossaniche, acriliche)³. Le pitture formando una pellicola (film pittorico), senza interagire chimicamente col substrato.

Come descritto al capitolo precedente, i principali fenomeni di degrado riscontrabili sulle facciate degli edifici sono dovuti all'acqua sia in forma liquida (pioggia, risalita capillare, ecc.) sia allo stato vapore (fenomeni di condensa superficiale). Garantire l'impermeabilità all'acqua rappresenta dunque un fattore determinante nella scelta di un prodotto che assicuri durabilità nel tempo e protezione delle murature, ma è al contempo fondamentale rispettare il passaggio di vapore acqueo tra interno ed esterno, al fine di evitare la formazione di una barriera anti-traspirante che comporterebbe ristagni e fenomeni di efflorescenze. La scelta del prodotto verniciante più idoneo dovrebbe essere guidata dal seguente principio "Un sistema verniciante non subisce danni nel tempo se è in grado di smaltire tramite flussi di vapore più acqua di quella che lascia entrare nella parete per capillarità" (*Teoria di Kunzel*).

Per tale motivo la traspirabilità di un materiale, ovvero la sua capacità di essere attraversato da vapore acqueo, è un indicatore molto importante in riferimento alla scelta della tecnologia più idonea ed è correlata alla porosità di un materiale: ad esempio, la capacità traspirante di un intonaco a calce è pari a $140 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$; mentre quella di un intonaco cementizio è di $11 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$. Questo valore è a volte indicato anche come WDD (diffusione al vapore) nelle schede tecniche dei prodotti. Nelle schede tecniche dei materiali troviamo diversi valori legati alla valutazione della traspirabilità di un sistema: più nello specifico sono il fattore di resistenza all'umidità o alla diffusione del vapore (μ), che è un numero adimensionale sempre maggiore di 1; lo spessore equivalente d'aria (S_d), espresso in metri e corrispondente allo spessore dello strato pittorico in grado di opporsi al flusso di vapore acqueo; la permeabilità al vapore (δp), ovvero la quantità di vapore che passa nell'unità di tempo attraverso uno spessore unitario sotto una determinata differenza di pressione, espressa in $\text{g}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa})$.

Le norme tecniche generalmente prese come riferimento per la determinazione della permeabilità e assorbimento di acqua sono le tedesche DIN 52615, DIN 52616 e DIN 18550 e la UNI EN ISO 7783:2012. Tali norme utilizzano condizioni di misura differenti, ciò implica che i valori numerici di permeabilità al vapore ottenuti dai due diversi ambiti normativi non sono confrontabili; tuttavia i risultati ottenuti sono consistenti fra loro; per cui un prodotto che è classificabile come altamente traspirante secondo la teoria di Kunzel (norme DIN) sarà classificabile come altamente traspirante anche nella classificazione UNI EN ISO 7783:2012.

L'altra caratteristica importante nella scelta di un prodotto verniciante, sopra citata nella teoria di Kunzel, è l'idrorepellenza, che nelle schede tecniche è al parametro w , ovvero l'assorbimento d'acqua misurato in $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{1/2})$. La garanzia di adeguate idrorepellenza e traspirabilità al vapore acqueo del sistema supporto-finitura non è ovviamente l'unico fattore da considerare nella scelta di un prodotto, che più in generale e come ampiamente definito nella Disciplina del PCRP deve essere sempre funzionale a garantire la compatibilità chimica e fisica tra

² Secondo la UNI EN ISO 4618:2016 un legante si definisce come la "parte non volatile di un mezzo", ovvero il componente responsabile del processo di adesione della pittura al supporto e della durabilità del prodotto.

³ Non sono riportate, tra le tecnologie organiche, i prodotti a base di resine viniliche in quanto la loro applicazione per esterni, ampiamente diffusa negli anni Settanta, ha manifestato limiti applicativi e risultati qualitativamente scadenti, oggi superabili con diverse formulazioni disponibili in commercio.

pittura e supporto. Ad esempio, nel caso degli edifici storici e negli interventi di restauro degli intonaci originali, ancorché parzialmente ricostruiti, si dovranno impiegare intonaci caratterizzati da aggregati (tipo e granulometria), calce e metodi di lavoro compatibili con quelli preesistenti, in modo da ottenere dei manufatti conformi per consistenza, tessitura e colore a quelli originali.

Le descrizioni fornite di seguito non sono da intendersi come esaustive della varietà di prodotti disponibili in commercio, ma hanno la finalità di illustrare le caratteristiche e le condizioni generali di utilizzo delle principali classi di prodotti impiegati per la tinteggiatura esterna degli edifici.

Ulteriori componenti dei prodotti vernicianti, non trattati in questo documento, sono gli additivi: sostanze eventualmente presenti in piccole quantità (stabilite per legge a seconda del tipo di additivo) che svolgono diverse funzioni: reologici, addensanti, idrorepellenti, antischiuma, battericidi, conservanti, ecc. La presenza o meno degli additivi nelle ricette è un parametro molto importante da considerare nella scelta del prodotto.

Prendendo spunto da questi principi, in considerazione del fatto che non esistono sul mercato prodotti univoci seppur all'interno di medesime categorie merceologiche, è sempre raccomandabile nell'impiego di cicli vernicianti e/o di trattamento degli intonaci attenersi scrupolosamente alle indicazioni dei produttori in modo da evitare di generare nelle stratigrafie di rivestimento effetti indesiderati dovuti alla non perfetta compatibilità dei vari prodotti applicati sul muro, anche a causa delle diverse formulazioni che le industrie di settore tendono a personalizzare e tutelare con copyright per migliorarne le prestazioni.

Tecnologie minerali (calce, silicati)

In questa categoria di prodotti i materiali che fungono da leganti sono costituiti da materie prime minerali come il silicato di potassio e il latte o grassello di calce, oltre che da inerti e pigmenti. Questa tipologia di prodotti consente di ottenere finiture durevoli e compatibili con gli intonaci tradizionali a calce; la loro durabilità dipende però fortemente dal metodo e dalle condizioni operative di applicazione. Sono in generale caratterizzate da:

- Alta traspirabilità
- Resistenza alla formazione di muffe
- Incombustibilità



Fig. 4. Esempio di tinteggiatura minerale.



Fig. 5. Esempio di tinteggiatura minerale.

Pittura a calce

Si tratta della tecnica di tinteggiatura più antica, poiché costituisce il materiale di rivestimento più utilizzato fino al XIX secolo, poi progressivamente soppiantata dalle pitture ai silicati che garantiscono una maggiore resistenza all'alterazione da parte degli agenti atmosferici. Le tinte a calce risentono in particolar modo degli ambienti molto inquinati, tuttavia le recenti formulazioni additate con piccole quantità di componente organica permettono di ottenere prodotti dalle migliorate prestazioni e resistenza.

La caratteristica del legante calce è quella di fare presa a contatto con l'aria attraverso una reazione chimica detta "carbonatazione": l'idrossido di calcio del legante reagisce con l'anidride carbonica presente nell'aria, legandosi fisicamente al substrato assieme ai pigmenti. Questo comporta che la stesura del tinteggio avvenga su intonaco fresco affinché il supporto partecipi al processo di carbonatazione. La stesura può essere comunque realizzata anche a secco per realizzare velature o ritocchi.

Esiste poi la categoria dei "tonachini" o "intonachini" colorati, ovvero prodotti costituiti da intonaci di finitura pigmentati in pasta, da cui si ottiene una finitura colorante omogenea che non prevede il successivo tinteggio.

La resa estetica e prestazionale di queste pitture dipende in larga misura dalle modalità di impiego e dalla competenza degli operatori poiché il colore finale subisce notevoli variazioni nel passaggio da fresco ad asciutto, schiarendosi molto; inoltre non tutti i pigmenti sono compatibili con l'ambiente alcalino della calce. Inoltre,

occorre rispettare determinate condizioni ambientali per non inficiare il lento processo lento di carbonatazione (vedi di seguito). Tuttavia, come già affermato, esistono in commercio formulazioni a base calce con aggiunta di piccole quantità di componenti organiche (nelle tinte tradizionali si trattava generalmente di olio di lino o caseina) che consentono di ampliare la gamma cromatica e superare le difficoltà di applicazione, purché in quantità inferiori al 5%.

Caratteristiche delle pitture a calce:

- Elevata compatibilità chimico-fisica con gli intonaci tradizionali
- Elevata traspirabilità e permeabilità al vapore (salubrità delle murature)
- Elevata compatibilità ambientale
- Resistenza all'abrasione e ai raggi UV
- Aspetto estetico naturale (no effetto "coprente", colori attenuati e polverosi)

Compatibilità con i supporti:

- Intonaci a base calce
- Intonaci a base di malta bastarda
- Per gli intonaci cementizi occorre valutare ogni singolo caso

Pittura a calce. Condizioni applicative – linee guida

La pittura a calce può essere applicata anche su superfici di difficile aderenza, diversamente dai silicati, previo trattamento del fondo con fissativi. Occorre però rispettare una serie di condizioni ambientali per evitare la formazione di antiestetiche macchie e croste: per tutto il tempo di maturazione, ovvero almeno 4 settimane, la superficie non deve essere esposta a temperature troppo basse o troppo elevate, deve essere riparata dalla pioggia e dall'irraggiamento solare diretto e dall'eccessiva ventilazione. La resa cromatica finale può richiedere ulteriore tempo per raggiungere una colorazione uniforme. L'impiego di pitture a base calce additivate, come già detto, migliora la versatilità di questi prodotti e ne accelera l'indurimento, ma occorre sempre verificare la compatibilità chimico-fisica con il substrato.

Pitture ai silicati

Questi prodotti rappresentano sistemi durevoli ed affidabili da un punto di vista ambientale, compatibili per resa estetica con gli interventi sull'edilizia storica, superando gli inconvenienti che possono verificarsi con le tinte a calce in ambienti inquinati. Questi prodotti sono costituiti da silicati di potassio, pigmenti e altre cariche cosiddette "riempitive" (carbonati, farine di quarzo, ecc.). La reazione chimica che consente a queste pitture di legarsi chimicamente al supporto è detta "silicizzazione": il silicato di potassio reagisce con l'anidride carbonica e l'acqua fissandosi, inclusi i pigmenti, al supporto.

Le principali categorie di pitture ai silicati, secondo la normativa DIN 18363, sono:

- Pitture al silicato a due componenti. Costituite da fissativo (silicato liquido) e pigmenti, non contengono sostanze organiche. Richiedono grande attenzione nel rispettare le condizioni ambientali e i tempi di applicazione per evitare di compromettere la resa estetica e di provocare la comparsa di fenomeni di sfarinamento.
- Pitture al silicato monocomponente in dispersione. Costituite da fissativo, cariche, pigmenti e una componente organica dove il contenuto organico non deve superare la quota del 5%. Hanno una maggiore facilità di applicazione rispetto alle precedenti.

Esiste poi un'ulteriore categoria di pitture al silicato in dispersione che sono quella a base di silice colloidale (sol di silice), ovvero un polimero costituito dalla ripetizione di unità di SiO_2 (silice); sono caratterizzati da un'applicabilità universale e maggiore versatilità, analogamente a quelle monocomponenti.

Caratteristiche delle pitture ai silicati:

- Resistenza all'abrasione data dall'elevata adesione al supporto
- Resistenza ai raggi UV
- Elevata permeabilità al vapore acqueo
- Gamma cromatica più ampia rispetto alla calce, colori più "solidi"
- Applicazione idonea per quasi tutti i supporti (ad esclusione del gesso)

Compatibilità con:

- Intonaci a base calce aerea e idraulica (non sempre garantita, occorre verificare le condizioni operative)
- Intonaci a base di malte bastarde
- Intonaci cementizi

Pitture ai silicati. Condizioni applicative – linee guida

Nel caso di impiego di pitture a due componenti, gli intonaci nuovi devono essere adeguatamente maturati e induriti, mentre in presenza di intonaci preesistenti questi devono essere completamente asportati, spolverando e pulendo accuratamente le superfici, asportando totalmente eventuali residui di pittura organica. Per l'applicazione su intonaci a base di calce aerea e idraulica occorre attendere almeno 4 settimane di maturazione. Per gli intonaci cementizi o bastardi il tempo di maturazione può essere ridotto ma occorre comunque rimuovere i residui, pulire accuratamente le superfici (con eventuale trattamento antimuffa/anti-alga) e applicare, se necessario, un fondo consolidante. La ragione di tali limiti è che i silicati a due componenti richiedono un fondo minerale che sia in grado di silicizzare. Le pitture ai silicati in dispersione offrono maggiore versatilità rispetto alle monocomponenti, consentendo di superare i limiti sopra elencati. Per tutte le tipologie di silicati, le temperature di applicazione e maturazione devono restare superiori agli 8°C (più basse determinano problemi nella silicizzazione con formazione di macchie).

Tecnologie organiche (acriliche, silossaniche)

Dalla seconda metà del Novecento hanno trovato larga diffusione ed impiego le pitture organiche (sintetiche). Si tratta di prodotti "pronti all'uso" caratterizzati da grande versatilità e flessibilità di applicazione, caratteristiche che ne hanno determinato la fortuna in quanto consentivano di superare le numerose difficoltà operative connesse all'impiego dei prodotti minerali.

Sono costituite principalmente da pigmenti e resine, ovvero materiali polimerici dispersi in acqua o in disciolti in soluzione con un solvente organico. Il meccanismo di adesione al supporto avviene per evaporazione della fase liquida e formazione di un film pittorico, una pellicola che aderisce al supporto ma senza interagire chimicamente con esso. Tale caratteristica può provocare nel tempo il progressivo sollevamento e distacco della pellicola pittorica.

Numerosissime sono le tipologie di prodotti; tra le più diffuse ed idonee al trattamento delle facciate troviamo le pitture acriliche e quelle silossaniche.



Fig. 6. Esempio di pittura organica, con colorazione molto satura.

Pitture acriliche

Questi prodotti sono costituiti da pigmenti e, appunto, resine acriliche ottenute dalla polimerizzazione di monomeri acrilici, principalmente acido acrilico ed esteri acrilici o metacrilici, disperse o disciolte in un mezzo. Possono essere distinte in due principali categorie:

- Resine in dispersione acquosa
- Resine in soluzione (diluibili con un solvente)

Nelle dispersioni acquose la fase liquida è l'acqua, mentre nel caso delle resine in soluzione si tratta di un solvente organico che, oltre ad essere meno compatibile dal punto di vista ambientale, può penetrare nei supporti porosi.

Caratteristiche delle pitture acriliche:

- Ottima resistenza agli agenti atmosferici e agli UV
- Resistenza al passaggio della CO₂ (utile nei manufatti in calcestruzzo armato)
- Rapida asciugatura e idrorepellenza, perché formano una pellicola elastica impermeabile
- Bassa traspirabilità
- Ampia gamma cromatica, con colori coprenti e più saturi rispetto ai colori minerali

Queste pitture sono compatibili con quasi tutti i supporti, ma la loro bassa traspirabilità le rende non idonee per gli intonaci a base calce e in generale con gli intonaci altamente traspiranti.

Pitture acriliche. Condizioni applicative – linee guida

Il processo di filmazione e adesione fisica della pellicola pittorica consente l'applicazione anche su supporti non lisci e porosi. La stesura delle pitture acriliche non richiede particolari condizioni operative se non che il supporto sia asciutto per poter garantire la formazione del film. La resa finale dipende essenzialmente dalla qualità del prodotto scelto.

Pitture silossaniche

Lo sviluppo delle pitture silossaniche è nato dall'esigenza di conciliare la necessità di garantire valori mediamente alti di traspirabilità alle murature e al contempo offrire idrorepellenza per assicurare un'adeguata durabilità del film pittorico e più in generale dello strato di finitura delle facciate. Sono costituite da pigmenti, resine silossaniche o acril-silossaniche, ottenute dalla polimerizzazione della silice (SiO₂) combinata con altre resine (acriliche, siliconiche). Il meccanismo di formazione dello strato pittorico è, come nel caso delle pitture acriliche, sempre quello di filmazione, ma con un reticolo aperto che consente una maggiore traspirabilità rispetto alle pitture acriliche, garantendo al contempo idrorepellenza.

Caratteristiche delle pitture silossaniche:

- Compromesso tra le pitture minerali e quelle organiche
- Medio-alta traspirabilità
- Idrorepellenza
- Resa cromatica simile alle tinte minerali ma con colori più coprenti e satinati
- Resistenza agli UV e all'ingrigimento
- Buona resistenza all'attacco di muffe e microorganismi

Condizioni applicative – linee guida

Si tratta di prodotti dall'elevata versatilità, applicabili su diversi supporti, anche su intonaci vecchi e parzialmente compromessi, previo fissaggio dei residui meno coerenti. Risultano particolarmente adatte all'impiego per cicli di deumidificante e su intonaci macroporosi come nel caso di risanamento delle porzioni basamentali degli edifici. Non richiedono particolari condizioni ambientali o applicative.

CONCLUSIONI

Nella tradizione costruttiva locale e attenendosi alle “buone pratiche”, una volta assicurate dalla capacità e dall’esperienza delle maestranze di non derogare dalle imprescindibili “regole dell’arte”, i processi di trattamento di intonaci e coloriture erano garantiti nella prassi dal riscontro diretto sull’opera finita e dal tempo vita assicurato dalla corretta esecuzione dei lavori in base al tipo di ciclo di pitturazione adottato in considerazione anche dei limitate opzioni offerte dalle tecnologie in uso, principalmente a calce, fundamentalmente distinte tra stesure a fresco o a secco. Oggi, salvo eccezioni legate a procedure di altro profilo artigianale richieste nelle lavorazioni di restauro, la scelta dei prodotti da utilizzare e il controllo di qualità in opera (prima, durante e dopo le applicazioni), dipende dalla buona conoscenza dei materiali impiegati e dei cicli applicativi più convenientemente da utilizzare da parte dei progettisti e dei tecnici preposti agli interventi di finitura, che queste “linee guida” hanno inteso precisare nelle loro generalità.

Bibliografia

- Raccomandazioni NorMal 1/88, *Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico*, 1990.
- UNI EN 11182: 2006, *Materiali lapidei naturali ed artificiali: descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni*.
- UNI EN ISO 4618:2016, *Pitture e Vernici - Termini e definizioni*.
- UNI EN ISO 7783:2012, *Pitture e vernici – Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo – Metodo della capsula*.
- Centauro G.A. (a cura di), *Piano del Colore del Centro Storico di Prato – Guida alle norme per gli interventi del colore. Procedure e Modalità*, Tomo I, Lalli ed. 1998.
- Scarsella P., Zerbinatti M., *Superfici murarie dell’edilizia storica*, Firenze, Alinea editrice, 2010.