

I lavori di manutenzione delle pareti esterne di un edificio vengono solitamente programmati sulla base del riscontro di evidente stato di degrado; quando e come intervenire, prima che il degrado si estenda e comporti pesanti lavori di intervento, sono quesiti che potrebbero essere risolti tramite il monitoraggio nel tempo dell'andamento dei fenomeni di degrado. In tale ottica lo scopo principale di questo lavoro di ricerca, ancora in corso presso l'Istituto per le Tecnologie della Costruzione del CNR, è la verifica della possibilità di impiego di normali strumenti, di facile impiego anche in cantiere, secondo nuove metodiche messe a punto ad hoc, per misurare il decadimento nel tempo delle finiture murarie. In questa prima fase si è scelto di applicare tali metodi a murature esposte in esterno con differenti finiture, rilevando le seguenti variabili della superficie muraria: aspetto materico, colore e permeabilità all'acqua. Sebbene i campioni siano esposti alle intemperie solo dall'estate del 2002, è da subito emersa la effettiva possibilità di basare la valu-

Una ricerca promossa dal CNR si propone di verificare l'uso di normali strumenti per rilevare il decadimento delle finiture.

E intervenire in tempo utile

Vittorio Galimberti

## INARRESTABILI (?) DEGRADI

tazione dell'andamento del degrado sul confronto di dati anche nel breve periodo; considerando una sola tipologia di campione come pure mettendo a confronto i risultati di vari campioni, è possibile rendere evidenti le variazioni intervenute.

In sostanza con il monitoraggio dei fenomeni in corso possono essere supportate le decisioni relative alle tecniche di intervento manutentivo da adottare. In questo articolo presentiamo i metodi adottati.

### Campagna sperimentale

Sono stati utilizzati 8 muri in mattoni pieni (150x150x12cm), legati con malta bastarda e intonacati con calce idraulica (spessore 2 cm). Tali campioni, posti a 45° su appositi tralicci di sostegno, sono stati quindi rivestiti a regola d'arte da impresa specializzata con prodotti vernicianti per impieghi professionali, ad eccezione di 1 supporto, con funzione di "campio-

dopo 1 anno

Andamento del degrado della finitura di un campione

dopo 3 anni

## La ricerca: superfici murarie esterne

Variabili di superficie	Aspetto materico	Colore	Permeabilità all'acqua
<b>Finiture</b>			
Per la ricerca sono state considerate 7 campioni con finiture diverse + 1 di riferimento senza applicazione di finitura	Il rilievo dell'aspetto materico viene effettuato attraverso riprese fotografiche generali, del singolo campione e di dettaglio.	Le variazioni cromatiche, fortemente dipendenti dai processi di invecchiamento, vengono monitorate attraverso Chromameter.	Pipette in vetro graduato con una metodologia predefinita di rilievo.
	 		
Campioni esposti alle azioni meteoriche	Campione B dopo 1 anno	Chromameter	Pipetta in vetro applicata al supporto

ne di riferimento", mantenuto appositamente senza finitura; dopo maturazione e al termine dei rilievi iniziali, gli stessi sono stati posti sul piazzale esterno dell'ITC-CNR di S. Giuliano Milanese con esposizione sud-ovest; in tale localizzazione l'irraggiamento solare sui campioni, in assenza di

### I TEMPI DEL DEGRADO E DELL'INTERVENTO

**QUANDO SI INTERVIENE? QUANDO SI RISCONTRA UN EVIDENTE STATO DI DEGRADO.**

**QUANDO SI DOVREBBE INTERVENIRE? PRIMA CHE IL DEGRADO SI ESTENDA**

nuvole, risulta mediamente nel periodo estivo di circa 6 ore contro 3 ore del periodo invernale.

Tutti i campioni sono protetti nella parte superiore con fogli in PVC. In tal modo ad ogni scadenza di

rilievo, dopo la rimozione provvisoria dei teli protettivi, si rende possibile il confronto diretto delle differenze colorimetriche e dei fenomeni di degrado tra la superficie protetta, quindi di riferimento, e la rimanente area esposta del campione.

Al fine di rendere praticabile la ripetizione delle misure e dei rilievi sono stati messi a punto dei prototipi di dispositivi atti a rendere speditivo ed efficace, con precisione definita, il posizionamento degli strumenti di misura negli stessi punti di ogni campione anno dopo anno.

### Misure umidità superficiale

Prima di iniziare i test sopraindicati, vengono sempre rimossi i teli in PVC; in particolare con il primo test si verifica che l'umidità relativa delle superfici esposte dei campioni si presenti bassa (< 35%) e mediamente omogenea nei vari punti di un campione, confrontabile tra campione e campione. Un alto tasso di umidità relativa è solitamente indice di bagnatura del campione (pioggia notturna) o di

fenomeno di condensa (forte escursione termica giorno-notte); in tal caso occorre rinviare i rilievi nei giorni a seguire.

### Riprese fotografiche

I campioni, alle scadenze annuali previste, sono stati fotografati con fotocamera digitale ad alta definizione, posizionata e regolata in modo da avere sempre le medesime e specifiche impostazioni.

### Ripresa fotografica generale

I campioni vengono ripresi da circa 15 metri per poter valutare qualitativamente le differenze osservabili tra campione e campione; queste riprese non è necessario siano effettuate in modo da limitare gli effetti prospettici ma tuttavia è preferibile siano sempre prese ogni anno dallo stesso punto al fine di rendere più sistematico il raffronto tra immagini di campioni prese in anni successivi.

### Riprese fotografiche di ogni singolo campione

Ogni campione viene ripreso da circa 3 metri per

Campione	Prodotto applicato
A	Pittura bianca vinilica
B	Pittura bianca alla calce
C	Pittura bianca acrilica
D	Pittura bianca ai silicati
E	Pittura bianca cementizia
F	Pittura trasparente silossanica
H	nessuno

Elenco campioni in muratura e relativi Prodotti verniciani applicati

poter valutare le differenze osservabili sulla superficie di ogni campione; è preferibile, nel caso si intenda operare un'analisi fotografica, (tramite software), evitare effetti prospettici, stabilire il punto di ripresa in modo che l'asse fotografico risulti normale alla superficie del campione curando altresì di fotografare anche un dispositivo di misura posto in aderenza al campione (decimetro, baretta di dimensioni note, ecc).

#### **Riprese fotografiche di dettaglio (mappatura area campione)**

Tramite apposito traliccio metallico con barra portafotocamera, atto a consentirne il posizionamento sui muri campione e l'effettuazione delle riprese a 90° sempre nei medesimi punti della matrice predefinita (4 colonne e 5 righe) si è reso possibile il fotomontaggio preciso di foto di porzioni adiacenti di ogni muro. Grazie all'impiego di software per elaborazione ed analisi di immagini, si sta valutando la possibilità di effettuare una serie di analisi statistiche di quanto registrato sui fotogrammi (tipo e geometria dei punti di degrado, numero di punti di degrado, dimensioni fessurazioni, % area degradata, ecc.). Contenendo le immagini oggetti confrontabili dimensionalmente, diviene subito evidente la possibilità di confrontare tra loro i fenomeni rilevati fino a rendere leggibile la loro progressione nel tempo.

#### **Misura coordinate del colore**

Per il rilievo di questa caratteristica, variabile estremamente influenzabile dai fenomeni di invecchiamento ci si è orientati sulla misura delle coordinate del colore tramite "chromameter", dispositivo normalmente impiegato per specificare numericamente un colore. In particolare si è deciso di adottare il "CIE Lab cÅur system", che più fedelmente sia avvicina alla sensibilità dell'occhio umano. In detto sistema i valori misurati di un punto di una superficie sono espressi con  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , dove " $L^*$ " è la variabile luminosità (100=bianco; 0=nero), " $a^*$ " (tinta) e  $b^*$  (croma) sono le coordinate cromatiche. Si può inoltre misurare la differenza totale di colore  $\Delta E^*_{ab}$  tramite confronto delle letture delle coordinate del colore  $L^*a^*b^*$  con quelle di un supporto di riferimento. Per garantire il preci-

#### **UTILITÀ DELLA RICERCA**

**I METODI E GLI STRUMENTI IMPIEGATI SONO EFFICACI NEL MONITORAGGIO PERIODICO DELLE FACCIATE PER DETERMINARE TIPOLOGIA E TEMPI DEGLI INTERVENTI MANUTENTIVI.**

so collocamento del chromameter nei medesimi punti, ad ogni scadenza di rilevamento, si è predisposta e utilizzata

un'apposita traversa verticale dotata di una serie di tacche atte all'alloggiamento dei piedini di supporto del chromameter; tale traversa viene di volta in volta allineata a punti prefissati dei campioni in modo da garantire la precisa riposizionabilità dello strumento di misura nei medesimi punti precedentemente rilevati. La superficie di ogni campione viene "misurata" in 21 punti successivi secondo una matrice composta da 7 righe e 3 colonne. Grazie a tale metodo di rilievo si rende possibile il confronto dei dati di campagne colorimetriche effettuate in momenti successivi nei medesimi punti di ogni campione.

#### **Permeabilità all'acqua**

Per condurre questo test si sono impiegate pipette in vetro graduato, seguendo la metodologia prevista da RILEM – Essai n.11.4 – Absorption d'eau sous basse pression (à la pipe). Per rendere confrontabili nel tempo le letture si è deciso, come nel caso dei precedenti metodi di rilievo, di definire una metodica di misure stabilendo di effettuare sempre le misure di permeabilità all'acqua in 3 punti specifici individuabili tramite delle coordinate x e y riportate su ogni campione. Il primo dei 3 punti di misura, ricade nell'area superiore protetta del campione con telo in PVC e diviene il punto di riferimento relativo. L'applicazione di una pittura murale determina come ben noto una maggiore protezione dalle precipitazioni meteoriche in murature esterne: in questa sperimentazione è stato riscontrato tale dato in termini quantitativi; meno noto è il dato che riguarda la tenuta all'acqua di differenti sistemi di pitturazione: rilevati dati che mettono in evidenza prestazioni di tenuta estremamente differenti tra sistema e sistema. E' altresì emerso come, a parità di prestazioni iniziali più o meno simili, il degrado del film protettivo può portare a sensibili differenze della quantità d'acqua assorbibile nel tempo dal medesimo tipo di finitura. Da quanto fino ad oggi analizzato si è dimostrato come questo metodo sia applicabile a vari tipi di pittura: ciò ha consentito di "leggere" l'invecchiamento dei campioni in termini di diminuzione delle prestazioni di tenuta all'acqua nel giro di pochi anni di esposizione alle intemperie.

#### **SUL BREVE PERIODO**

**LA RICERCA HA DIMOSTRATO CHE È POSSIBILE VALUTARE IL DEGRADO, CONFRONTANDO I DATI ANCHE SUL BREVE PERIODO**