

Informazione tecnica

Alghe e funghi
su facciate

Nota dell'editore:

La presente informazione tecnica "Alghe e funghi su facciate" è stata predisposta dalle seguenti associazioni e organizzazioni del settore artigianale:

Arbeitsgemeinschaft Wärmedämmverbundsysteme im Fachverband der Stein- und keramischen Industrie

[Gruppo di lavoro sistemi integrati di isolamento termico dell'associazione di categoria dell'industria della pietra e della ceramica]

Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz e.V.

[Comitato federale per le vernici e la tutela del valore intrinseco degli edifici]

Deutscher Stuckgewerbebund im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes

[Associazione degli stuccatori all'interno del Comitato centrale dell'Associazione tedesca per l'edilizia]

Fachverband Putz und Dekor e.V.

[Associazione di categoria intonaco e decorativi]

Fachverband Wärmedämm-Verbundsysteme e.V.

[Associazione di categoria dei sistemi integrati di isolamento termico]

Gemeinsamer technischer Ausschuss der Verbände (GTA)

[Comitato tecnico comune a tutte le associazioni]

Hauptverband Farbe Gestaltung Bautenschutz

[Comitato principale pitture e tutela degli edifici]

Industrieverband WerkMörtel e.V. (IWM)

[Associazione industriale produttori di malte e calce]

Con la partecipazione del

Fraunhofer Institut für Bauphysik Holzkirchen

[Istituto Fraunhofer di Holzkirchen per la fisica dell'edilizia]

Redazione/composizione/produzione

Agenzia corner4

Indice

1 Cosa sono le alghe? Cosa sono i funghi?	4
1.1 Microrganismi	
1.2 Caratteristiche delle alghe	
1.3 Caratteristiche dei funghi	
2 Cause dello sviluppo di alghe e funghi	6
2.1 Generalità	
2.2 Influenze di tipo costruttivo	
2.3 Influenze ambientali e climatiche	
2.4 Criteri costruttivi	
2.5 Influenze dei materiali	
3 Misure preventive	10
3.1 Progettazione	
3.2 Scelta dei materiali	
3.3 Caratteristiche fungicide/alghicide di intonaci e pitture	
4 Interventi di ripristino	11
4.1 Verifica e valutazione	
4.2 Trattamento	
5 Sintesi	12
Bibliografia	

1 Cosa sono le alghe? Cosa sono i funghi?

1.1 Microrganismi

Al pari dei funghi, dei batteri, dei fermenti, dei muschi e dei licheni, le alghe sono microrganismi assai diffusi in natura. Facendo parte del nostro ambiente, i microrganismi contribuiscono anch'essi al corretto equilibrio ecologico della natura, e sono al contempo utili e nocivi: utili in quanto svolgono un ruolo insostituibile nella degradazione e nella trasformazione delle sostanze organiche; nocivi per esempio in agricoltura, nel settore alimentare e in quello zootecnico. Come mostra la figura 1, i microrganismi possono suddividersi in vari gruppi:

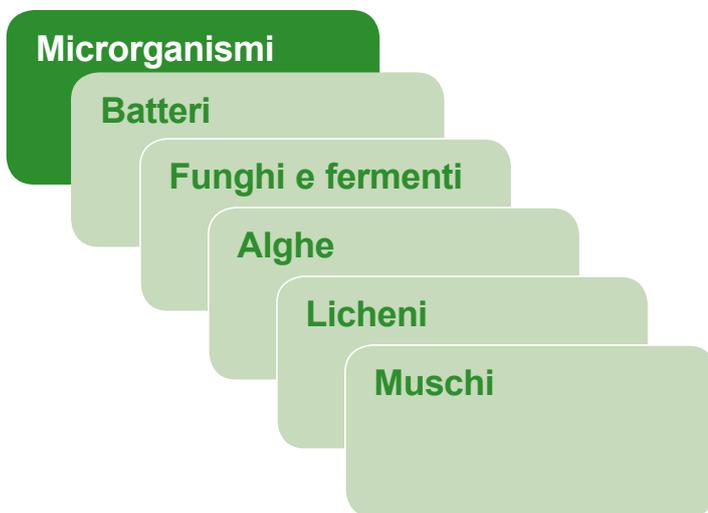


Fig. 1: Classificazione dei microrganismi

1.2 Caratteristiche delle alghe

Sul piano biologico le alghe sono organismi uni- o pluricellulari che si sviluppano assumendo struttura filiforme o mantenendo la forma di singole celle (per esempio sferica).

Per crescere, le alghe non necessitano di nutrienti organici, in quanto vivono in forma autotrofa, producendo cioè autonomamente le sostanze organiche loro necessarie: avendo capacità di fotosintesi, esse riescono infatti ad estrarre dall'anidride carbonica presente nell'aria o nell'acqua il carbonio di cui hanno bisogno. In tal modo le alghe sono più "autonome" dei funghi.

Le alghe si sviluppano in un range di temperatura compreso tra circa -7°C e $+70^{\circ}\text{C}$ (in condizioni estreme). Il loro sviluppo ottimale può variare in funzione della specie, ma indipendentemente da quest'ultima esse tollerano variazioni del pH comprese tra ≤ 1 e $11,5$. Per vivere necessitano di una sufficiente umidità e di luce (per la fotosintesi).

Normalmente si distingue tra le alghe azzurre (cianobatteri) e le alghe a vero nucleo cellulare; queste ultime a loro volta si suddividono in ulteriori gruppi, il più frequenti dei quali è - sulle facciate degli edifici - quello delle alghe verdi (cloroficee).

Sulle pareti degli edifici le alghe sono spesso individuabili già ad occhio nudo quali superfici cromaticamente alterate, di colore verdastro o verde-nero a seconda della specie. La colorazione rossa che di tanto in tanto si osserva può essere anch'essa dovuta alla presenza di alghe (per esempio *Trentepohlia*). La specie può comunque individuarsi con sicurezza solo in laboratorio. A differenza dei funghi, che si procurano le sostanze nutrienti anche **al di sotto** della superficie, le alghe crescono esclusivamente **sulla** superficie delle pareti, oppure - stando alle attuali conoscenze - nelle porosità superficiali.

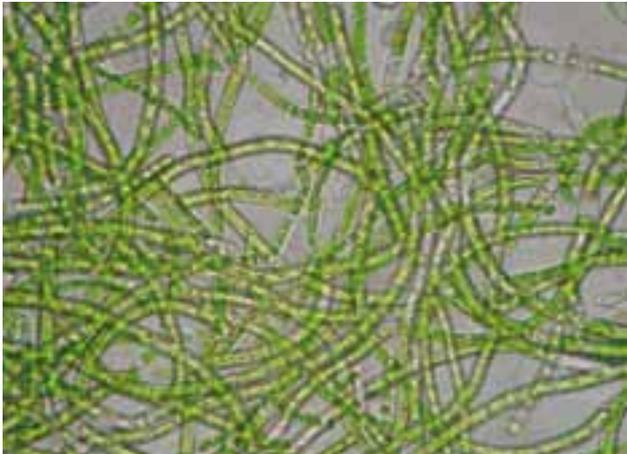


Fig. 2a: Alga verde filamentosa della specie *Klebsormidium flaccidum* al microscopio

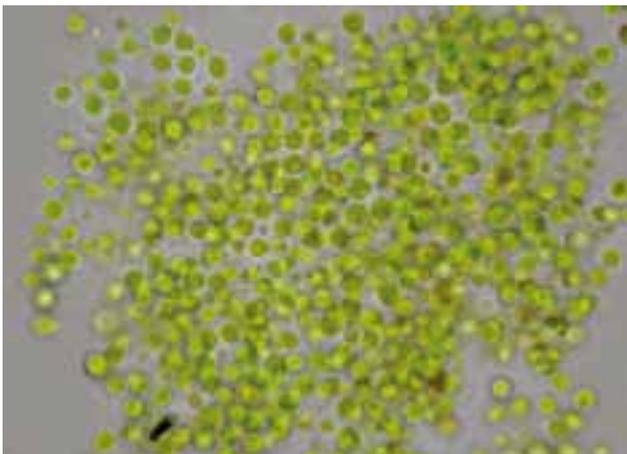
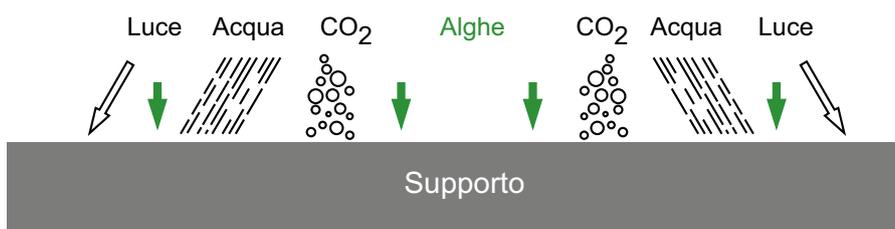


Fig. 2b: Alga verde della specie *Chlorococcum lobatum* al microscopio



Possibilità di sviluppo delle alghe

- ▶ Non sono necessari nutrienti organici (organismi più "autonomi" dei funghi)
- ▶ Sviluppo esclusivamente in superficie o nelle porosità superficiali

Fig. 3 Rappresentazione schematica delle condizioni ambientali esterne necessarie per la colonizzazione algale. Per la crescita delle alghe sono anche necessari nutrienti inorganici presenti nell'intonaco o nello sporco accumulatosi sulla superficie delle facciate.

1.3 Caratteristiche dei funghi

I funghi sono organismi pluricellulari con vero nucleo, che si sviluppano formando filamenti o costituendo singole cellule e si riproducono attraverso spore e miceli, questi ultimi costituiti da un intreccio di filamenti talvolta già riconoscibile ad occhio nudo, che conferisce ai funghi quel loro frequente aspetto “ovattato”.

Per crescere, i funghi non hanno bisogno di luce, in quanto non operano una fotosintesi. Accanto ad un ambiente umido, per nutrirsi essi necessitano soprattutto di carbonio organico, che ricavano dalla degradazione enzimatica di deposizioni atmosferiche sulla superficie o nel substrato in cui vivono. I funghi si sviluppano in presenza di temperature comprese tra circa 0°C e +50°C, ma le condizioni ottimali si aggirano sui 20 - 35°C circa (a seconda della specie).

Come le alghe, anche i funghi sono spesso riconoscibili anche a occhio nudo sulle facciate degli edifici. Indicazioni più precise sulla loro natura si possono in realtà ricavare solo da analisi al microscopio in laboratorio. La normale fiala di campionatura per il test degli indicatori di carica microbica individua infatti anche il carico “fisiologico”, ed è quindi poco indicativa.

Sono le condizioni locali specifiche a determinare le specie di funghi che si sviluppano. Ufficialmente sono classificate 60.000 specie di funghi, ma i biologi ritengono che in realtà il loro numero superi addirittura quello delle fanerogame (250.000).

A seconda delle condizioni ambientali, le facciate vengono colonizzate da diversi tipi di funghi. Assai frequenti sono i generi *Alternaria* e *Cladosporium*, come pure specie di altri generi (per esempio *Ulocladium*, *Aspergillus* ecc.), ma in singoli casi la specie colonizzante può essere completamente diversa.



Fig. 4 I funghi del genere *Alternaria* sono presenti ovunque (in questo caso su una foglia)

Tab. 1 Prospetto delle condizioni ambientali di sviluppo delle alghe e dei funghi

Condizioni ambientali	Alghe	Funghi
Temperatura	da ca. -7°C a ca. +70°C, preferibilmente sui 20°C (varia a seconda della specie)	ampio range termico, da ca. 0°C a ca. +50°C, preferibilmente 20-35°C (varia a seconda della specie)
Umidità del substrato a)	attività dell'acqua (a_w) da ca. 0,70 a 1,00, talvolta anche fino a 0,60	attività dell'acqua (a_w) da ca. 0,70 a 1,00, preferibilmente 0,80-0,98 (varia a seconda della specie)
pH	da ≤ 1 a ca. 11,5, preferibilmente 6-7 (varia a seconda della specie)	da 1.5 a 11 (varia a seconda della specie)
Nutrienti	carbonio da CO ₂ , sali e elementi in traccia	carbonio organico, azoto (organico e inorganico), sali e elementi in traccia
Luce	necessaria per la fotosintesi	non necessaria

Nota: l'attività dell'acqua (a_w) è una misura della disponibilità di umidità per lo sviluppo biologico; su materiali umidi l' a_w corrisponde all'unità atmosferica relativa presente sulla superficie.

2 Cause dello sviluppo di alghe e funghi.

2.1 Generalità

La presenza di colonie algali o fungine o il rischio di una colonizzazione delle facciate non possono in nessun caso ascriversi ad un'unica causa.

Ogni edificio ed ogni facciata sono soggetti agli effetti di numerosi fattori, ciascuno dei quali può - da solo o in combinazione con altri - essere causa della colonizzazione.

I vari fattori che influenzano lo sviluppo di alghe e funghi sulle facciate sono sintetizzati in figura 5.

Sul tema dello sviluppo di alghe e funghi sulle facciate di edifici sono oggi disponibili nuove conoscenze, derivate dall'indagine scientifica delle singole cause. Per ulteriori dettagli si rinvia agli studi [1] - [8] riportati in bibliografia.

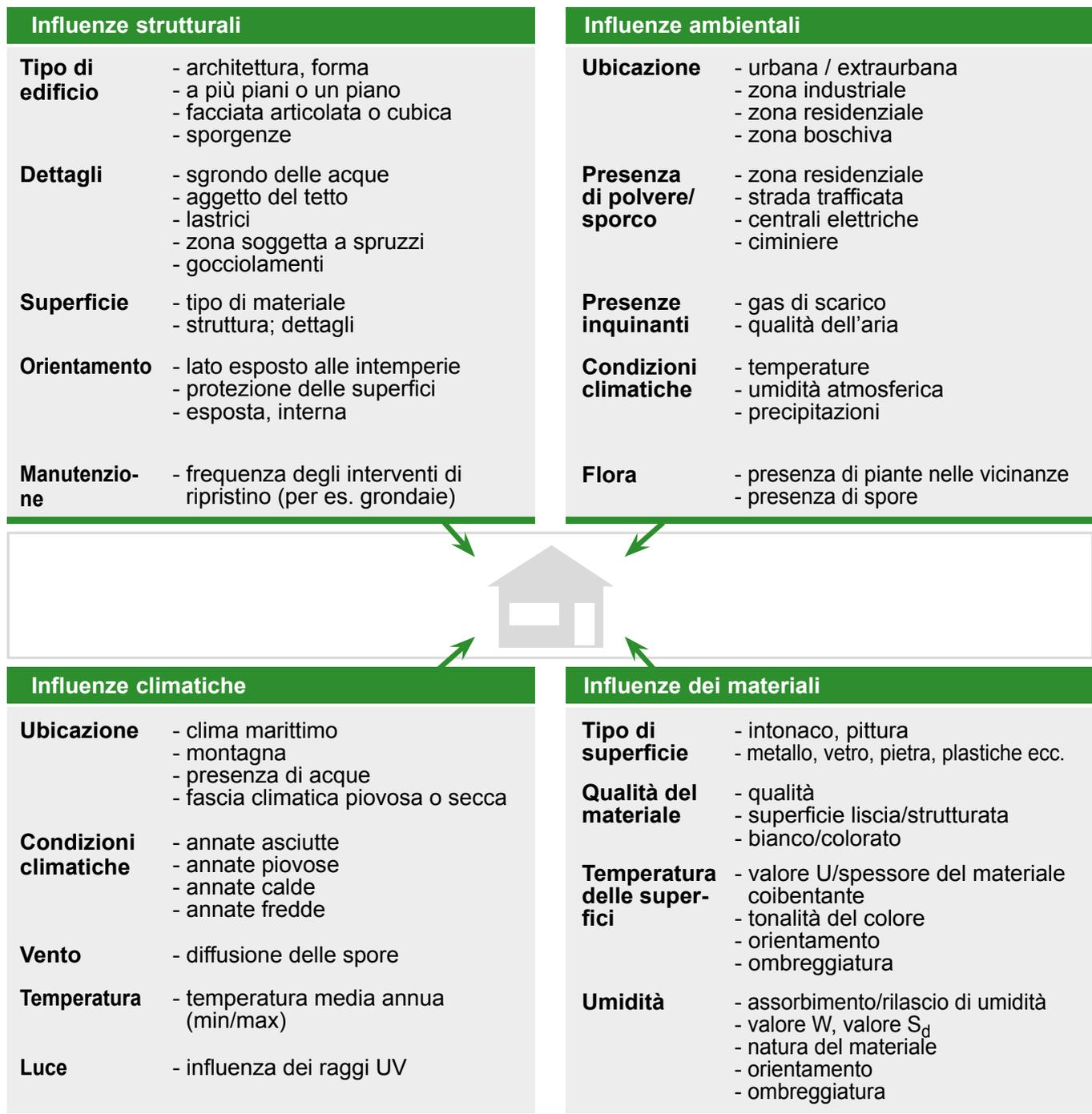


Fig. 5 Fattori influenzanti lo sviluppo di alghe e funghi su facciate (secondo Helmut Patzold)

2.2 Influenze di tipo costruttivo

I criteri costruttivi, ossia la progettazione dei dettagli in funzione dei materiali utilizzati (vedi il capitolo 3.1), rientrano nelle responsabilità del progettista. Di pari importanza è la manutenzione dell'edificio. La penetrazione di acqua nelle facciate (per esempio in seguito alla perdita di tenuta delle gronde o della copertura) rende indispensabile un intervento immediato per evitare che le pareti si impregnino.

2.3 Influenze ambientali e climatiche

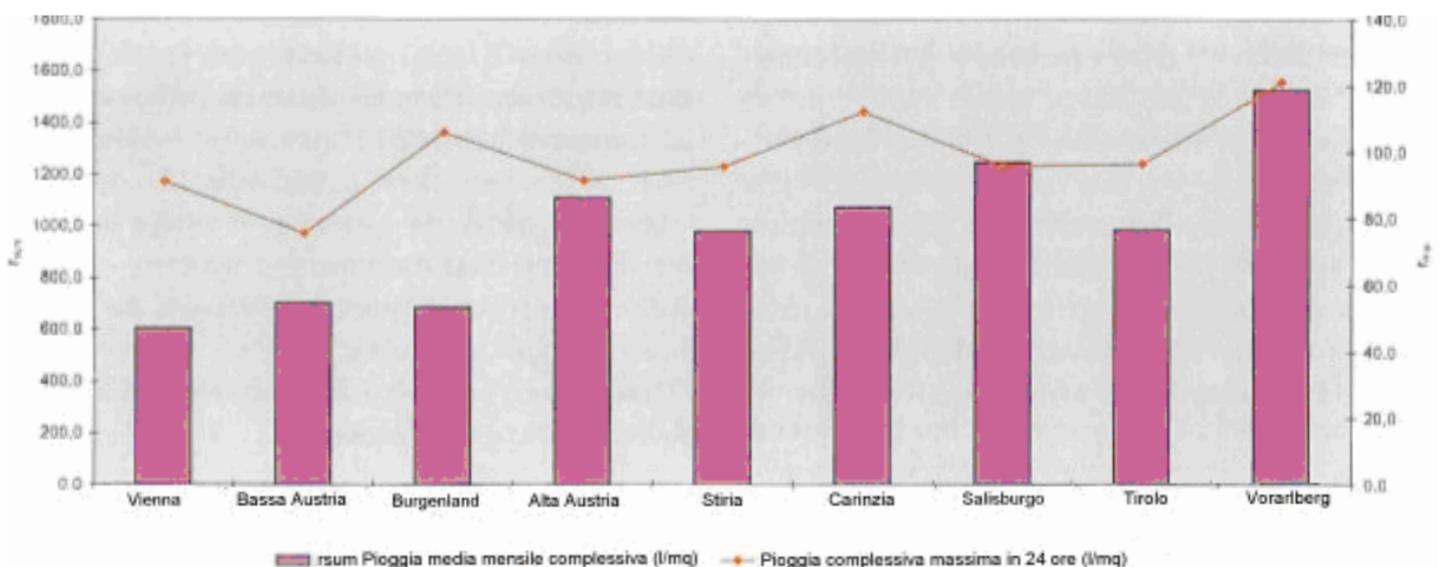
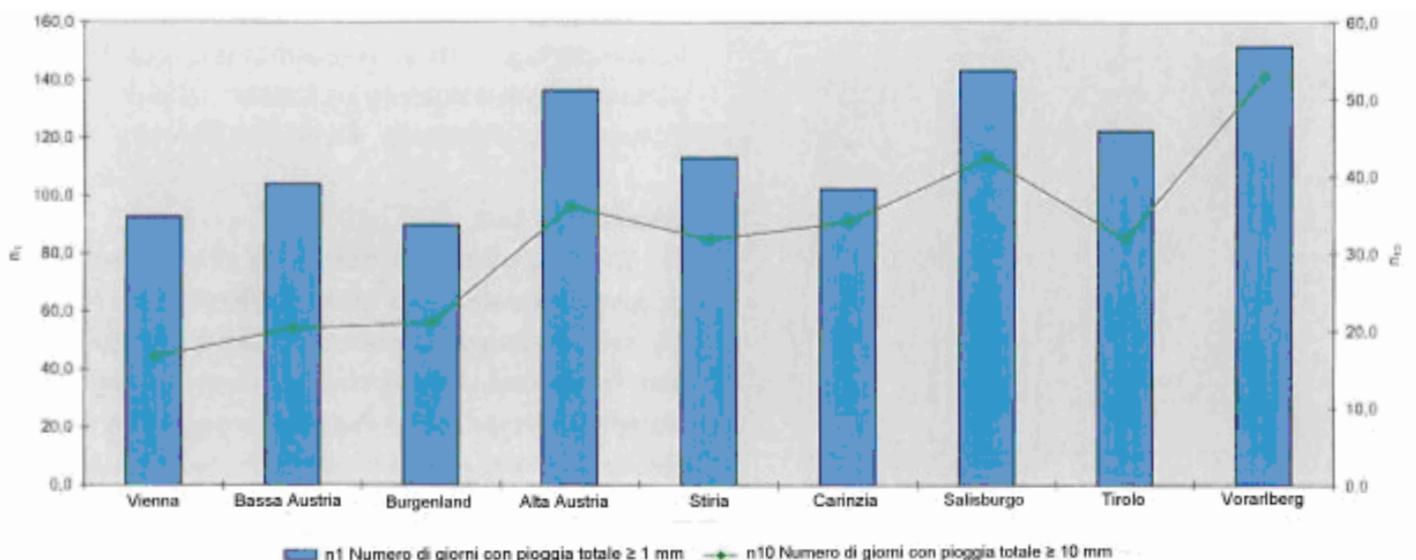
Questi fattori non possono venir modificati né dal progettista né dal produttore dei materiali né dall'esecutore dei lavori.

Umidità

Come già ricordato, l'umidità è un fattore che agevola in maniera rilevante la colonizzazione delle facciate da parte di alghe e funghi. Accanto all'umidità atmosferica - per esempio nelle vicinanze di corsi d'acqua o in aree caratterizzate dalla presenza di banchi di nebbia - sono qui rilevanti le precipitazioni totali e in particolare la frequenza di periodi lunghi e ininterrotti di pioggia. L'eventuale presenza di pioggia battente sulle facciate in caso di particolare esposizione al vento può poi aumentare in maniera rilevante il tenore di umidità. Svolgono qui un ruolo importante i venti prevalenti.

Gli anni passati si sono caratterizzati per le abbondanti precipitazioni e per l'elevata frequenza di giornate piovose. Queste condizioni climatiche di contorno (per esempio estati umide) hanno prodotto nel periodo anzidetto un incremento dello sviluppo di colonie algali. Nel 2003 invece la quantità di pioggia e le giornate piovose sono state più ridotte che nel 2002 e negli anni precedenti, ragion per cui la colonizzazione algale e fungina delle facciate è diminuita. Sulle facciate già aggredite da questi microrganismi si è osservata una riduzione delle formazioni presenti e in taluni casi anche la loro completa scomparsa. Si conferma in tal modo la regola prima: sull'asciutto alghe e funghi non attecchiscono.

Tenendo conto di questi criteri climatici, le aree mediamente più piovose presentano condizioni particolarmente favorevoli allo sviluppo delle alghe.



Temperatura

La temperatura superficiale di una facciata dipende da numerosi fattori (vedi fig. 5) ed influenza anch'essa il tenore di umidità della facciata stessa. In funzione della differenza tra la temperatura superficiale della parete e quella atmosferica può venire a formarsi condensa sulla facciata: similmente alla carrozzeria metallica di un'automobile, anche la temperatura superficiale della facciata può infatti abbassarsi di notte al di sotto di quella dell'aria. Se si scende al di sotto del cosiddetto "punto di brina", sulla superficie raffreddata vengono a formarsi gocce di condensa. Anche questa umidità può favorire lo sviluppo di alghe e funghi.



Quanto più rapidamente e quanto maggiormente la superficie si raffredda, tanto più si allunga il periodo di formazione della condensa. Forti spessori di intonaco presentano una maggiore capacità di accumulo termico, e di conseguenza non si raffreddano così rapidamente. D'altra parte, nel corso della giornata essi necessitano anche di più tempo per riscaldarsi e quindi per asciugarsi, mentre spessori di intonaco sottili si raffreddano e si riscaldano assai più rapidamente. Nei sistemi termoisolanti a cappotto il periodo di formazione della condensa è ancora più breve che nel caso dell'intonaco sottile.

Vento

La presenza di vento e il conseguente maggior ricambio d'aria favoriscono di certo l'asciugatura delle pareti. Tuttavia il vento può anche aumentare l'umidità di una facciata, se in situazioni di particolare esposizione esso porta con sé pioggia battente.

D'altra parte le correnti d'aria trasportano e depositano sulla facciata anche alghe e spore di funghi, in particolare nel periodo della fioritura, quando nell'aria vi sono grandi quantità di polline. Nelle aree extraurbane, nel periodo dell'aratura e del

raccolto vengono a depositarsi sulle pareti notevoli quantitativi di spore, la cui presenza può tuttavia essere massiccia anche in altri periodi, per esempio in autunno.



Pulizia dell'aria

Quanto più pulita è l'aria, tanto più favorevoli sono le condizioni per lo sviluppo di alghe. Perciò l'aumentata presenza di alghe in questi ultimi anni può considerarsi anche una conseguenza degli interventi di tutela dell'ambiente: gli edifici situati in zone extraurbane scarsamente abitate si caratterizzano infatti per una maggior presenza di alghe sulle facciate rispetto a quelli prospicienti strade fortemente trafficate nei centri urbani. Questa circostanza è tuttavia dovuta anche al fatto che nelle città si crea un microclima generalmente più asciutto e più caldo che non in campagna.

2.4 Criteri costruttivi

Costruire bene significa oggi soprattutto conciliare razionalmente gli aspetti economici con quelli ecologici, grazie a interventi volti al risparmio energetico. In questo contesto assume particolare importanza la coibentazione esterna dell'edificio. I regolamenti edilizi vigenti in Austria costituiscono un articolato strumentario giuridico, che fissa i requisiti minimi di termoisolamento degli edifici come pure i coefficienti di trasmittanza termica (valori U) da assicurarsi nelle realizzazioni ex novo e negli interventi di risanamento. In questo modo vengono a individuarsi anche i requisiti dei sistemi di termoisolamento degli edifici. Se quindi abbassando il valore U come prescritto dalla legge si riduce la quantità di calore che fuoriesce dall'edificio attraverso le pareti, sul lato esterno della facciata sarà disponibile anche una minore quantità di energia per asciugare la parete. Gli obiettivi di tutela ambientale e l'auspicato risparmio di risorse vanno quindi conciliati fra di loro in fase esecutiva, con specifici interventi sull'edificio stesso.

2.5 Influenze dei materiali

Le caratteristiche dei materiali possono venir influenzate dai produttori degli intonaci e delle pitture. Prodotti caratterizzati da un buon bilancio igrometrico e/o additivati di biocidi creano un habitat poco favorevole allo sviluppo di alghe o funghi.

La presenza di acqua nella parete esercita un peso non trascurabile sul rischio di colonizzazione: quanto più favorevole è il rapporto tra rilascio dell'acqua (asciugatura) e assorbimento dell'acqua (inumidimento), tanto più a lungo le superfici rimarranno asciutte. Il potere di diffusione delle pitture e degli intonaci è qui altrettanto importante delle loro caratteristiche idrofughe. Occorre quindi ponderare correttamente queste due caratteristiche per mantenere la superficie asciutta e priva di microrganismi.

Le superfici che restano per lungo tempo umide - indipendentemente dalla loro natura: laterizi, superfici vetrate, piastrelloni o coperture in legno di annessi - costituiscono invece un habitat favorevole alla colonizzazione algale o fungina.



Occorre quindi tenere razionalmente conto di tutte le cause possibili. Anche sul miglior intonaco o sulla miglior pittura possono per esempio venirsi a formare alghe o funghi se le superfici rimangono costantemente umide in seguito a carenze esecutive. Per contro un prodotto poco sofisticato può rimanere a lungo privo di formazioni microorganiche se per esempio la sporgenza del tetto è tale da impedire che l'umidità rimanga in permanenza sulla parete. Le responsabilità e le competenze dei vari soggetti coinvolti si ripartiscono come segue:

Progettista: progettazione razionale della struttura e dei dettagli, tenendo conto delle influenze climatiche, costruttive e ambientali.

Produttore dei materiali: realizzazione e fornitura di prodotti adeguati, per esempio resistenti alle alghe e ai funghi.

Esecutore: consulenza nella scelta degli specifici materiali e loro corretta posa.

L'influenza di numerosi fattori, l'incalcolabilità delle interazioni e della propensione alla colonizzazione - che di norma non si può valutare per la peculiare specificità di ciascuna ubicazione (orientamento, pendenza ecc.) - non consentono di prevedere con sicurezza in che misura le facciate verranno aggredite dai microrganismi. Soltanto su superfici rimaste esposte agli agenti meteorici per tempi prolungati si può indicare con un certo margine di sicurezza la propensione delle stesse alla contaminazione, e questo dato può venir trasferito ad altre situazioni solo se le superfici e le condizioni climatiche presentano caratteristiche assolutamente identiche.

Siccome anche per motivi ecologici l'impiego preventivo di biocidi non può che essere limitato, per evitare lo sviluppo di microrganismi occorre prioritariamente ottimizzare le tecniche costruttive e la scelta dei materiali. In certi casi possono inoltre essere raccomandabili regolari interventi di pulizia delle superfici.

3 Misure preventive

3.1 Progettazione

Per sua natura la ricerca di nuove forme architettoniche, nuovi materiali, metodologie costruttive economiche e risparmio energetico costituisce un processo continuo, che va sostenuto con il massimo impegno. Al contempo tuttavia occorre rendersi conto che queste evoluzioni non possono non comportare anche un cambiamento di determinate abitudini. Quando si costruisce e si ripristina occorre tener presenti anche i necessari interventi preventivi.

Un particolare impegno è richiesto qui agli architetti e ai progettisti, che nei loro interventi devono prevedere:

- sistemi efficienti di sgrondo delle acque
- cimase di dimensioni adeguate
- coperture orizzontali solari funzionali
- gocciolatoi efficienti.

La causa principale dello sviluppo di colonie algali e fungine sulle facciate va ricercata nell'insufficiente cura dei dettagli. Vanno altresì tenuti in adeguata considerazione l'orientamento degli edifici (per esempio del lato esposto alle intemperie) e le porzioni di facciata esposte agli spruzzi d'acqua. Lo sviluppo di microrganismi algali viene favorito inoltre dalla presenza di vegetazione spontanea abbondante nelle vicinanze dell'edificio, in particolare per l'ombreggiamento da essa prodotto e per le spore generate.

Infine i dettagli costruttivi vanno progettati, discussi e realizzati ponendo grande attenzione alla loro funzionalità e qualità.

3.2 Scelta dei materiali

Per minimizzare sul piano tecnico il rischio di una colonizzazione di alghe o funghi delle facciate - quando si riscontra l'effettiva esigenza di una maggiore resistenza a questi microrganismi - occorre selezionare in maniera accurata i materiali e i sistemi da utilizzare.

Tutti i sistemi di intonaco presentano normalmente una certa resistenza - limitata nel tempo - alle alghe e ai funghi. Negli intonaci a base di resina sintetica (a dispersione) e in quelli a base di resina siliconica questa resistenza viene garantita in ogni caso grazie all'aggiunta di sostanze specifiche, mentre negli intonaci minerali essa si ottiene per effetto dell'alcalinità dei leganti (calce, cemento). Sono possibili anche interventi di tipo diverso, come ad esempio la successiva applicazione di pitture con particolari cariche biocide. Nei casi in cui si può prevedere un maggior rischio di formazione di colonie algali e fungine vanno preferibilmente impiegati sistemi che garantiscono una protezione massima. E' importante tuttavia tener presente che non si può assicurare una protezione permanente dai microrganismi con la sola scelta corretta dei materiali: occorre infatti prestare grande attenzione anche ai dettagli costruttivi (vedi punto 3.1).

3.3 Caratteristiche fungicide/alghicide di intonaci e pitture

Per migliorare la protezione delle facciate dalle alghe e dai funghi si possono utilizzare intonaci e pitture con cariche biocide. Per prevenire la colonizzazione fungina si utilizzano sostanze fungicide, mentre per contrastare lo sviluppo delle alghe occorre ricorrere a cariche alghicide. All'atto pratico, per coprire l'intero spettro microbiologico occorre additivare il prodotto di entrambe le sostanze. In questo caso vengono utilizzati biocidi efficaci contro le specie più frequenti di alghe e funghi.

I requisiti di formulazione di biocidi moderni ed efficaci sono assai elevati, e in parte anche contraddittori: si richiede infatti un'elevata efficacia contro i microrganismi e al contempo un profilo ecologico non nocivo.

Così ad esempio le sostanze biocide devono da un canto rimanere stabili a lungo nell'intonaco o nella pittura, in tal modo sviluppando la loro funzione per un tempo prolungato, dall'altro invece potersi biodegradare una volta disperse nell'ambiente. Devono poi venir utilizzati principi attivi abbastanza concentrati da essere efficaci contro le alghe e i funghi ma non pericolosi né per l'uomo né per l'ambiente.

Di conseguenza bisogna tener presente che l'effetto delle cariche biocide non è permanente ma limitato nel tempo, perché altrimenti esse non potrebbero degradarsi una volta rilasciate nell'ambiente. La durata di questo effetto dipende dalle condizioni climatiche della località, come pure dagli altri fattori fisici specifici che agiscono sulla pittura o sull'intonaco.

Dopo qualche tempo può quindi rendersi necessario ridipingere la parete per rinnovare la carica biocida.

4 Interventi di ripristino

4.1 Verifica e valutazione

Fig. 9 Edificio colonizzato



Le superfici colonizzate vanno esaminate accuratamente. Se accanto alla presenza di microrganismi si riscontrano anche carenze progettuali o di esecuzione, queste ultime vanno se possibile ovviate prima di iniziare il risanamento, ossia il trattamento delle superfici interessate.

4.2 Trattamento

Nel trattamento delle superfici colonizzate da microrganismi occorre in ogni caso attenersi alle indicazioni del produttore, perché le varie fasi di intervento possono diversificarsi. Di norma la sequenza da seguire è questa:

- pulizia delle superfici
- asciugatura completa
- trattamento con un biocida adeguato
- applicazione di due mani di pittura con carica biocida (che non deve essere necessariamente presente se si è riusciti ad ovviare in maniera permanente alla causa della colonizzazione).

Nel trattamento occorre anche tener conto degli aspetti ambientali, in particolare per quanto riguarda le misure da adottarsi per la captazione e lo smaltimento dell'acqua utilizzata per la pulizia: non è infatti ammessa la dispersione nel terreno di sostanze biocide o di residui di trattamento pericolosi per l'ambiente. Vanno comunque rispettate le normative localmente vigenti in materia. Indicazioni più dettagliate si possono trovare in un'apposita scheda tecnica predisposta dall'Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) di Dübendorf [9].



Fig. 10 Intervento preparatorio su una superficie colonizzata

5 Sintesi

Al pari dei funghi, dei batteri, dei fermenti, dei muschi e dei licheni le alghe sono microrganismi assai diffusi in natura.

Le cause dello sviluppo di alghe e funghi sono molteplici. Occorre distinguere tra fattori costruttivi, ambientali, climatici e dei materiali.

L'umidità è il presupposto essenziale per lo sviluppo di alghe e funghi. Sull'asciutto questi microrganismi non attecchiscono.

Il progettista risponde della corretta progettazione dei dettagli dell'edificio, che deve tener conto dei fattori climatici, costruttivi ed ambientali. Nella progettazione occorre assicurare un efficiente sgrondo dalle acque, un'adeguata sporgenza del tetto, coperture orizzontali funzionali e adeguati gocciolatoi.

A migliorare la protezione contro le alghe e i funghi si possono utilizzare intonaci e pitture con cariche biocide. Va tuttavia tenuto presente che lo spettro di azione di questi biocidi è limitato, come è limitata anche la durata della loro efficacia. L'impiego di sostanze biocide non è necessario in ogni caso. Sarà l'applicatore a fornire la necessaria consulenza nella scelta dei materiali, come pure a rispondere della loro corretta posa in opera.

Edifici che presentano sulle facciate colonizzazioni algali o fungine vanno esaminati con attenzione prima di procedere al risanamento. In ogni caso vanno previamente ripristinate eventuali carenze costruttive.

Bibliografia

[1] Kunzel, H.M.; Krus, M.; Sedlbauer, K.: Algen auf Außenwänden. Bauphysik als Ursache? Bauphysik als Lösung! Beitrag zum 3. Dahlberg-Kolloquium „Mikroorganismen und Bauwerkinstandsetzung“, *[Alghe sui muri esterni. La fisica dell'edilizia ne è la causa? La fisica dell'edilizia rappresenta la soluzione! Contributo per la 3a conferenza Dahlberg „Microorganismi e risanamento di edifici“]* Wismar (2001).

[2] Krus, M.; Sedlbauer, K.; Lenz, K.: Berechnung des Tauwasseranfalls an Außenflächen unter Berücksichtigung des Wärmespeichervermögens des Außenputzes sowie verschiedener Beschichtungen. Beitrag zum 4. Dahlberg-Kolloquium „Algen an Fassadenbaustoffen II“, *[Calcolo della formazione di acqua di condensa sulle superfici esterne, tenendo conto della capacità di accumulazione termica dell'intonaco esterno e di diversi rivestimenti. Contributo per la 4a conferenza Dahlberg "Alghe su materiali edili per facciate II"]* Wismar (2003).

[3] Bagda, E. (2000): Bauphysikalische Betrachtungen. In Bagda, E.; Warscheid, Th.; Wunder, Th.; Schied, G.; Lindner, W.; Brenner, T.; Diehl, K.-H.: Biozide in Bautenbeschichtungen. Expert Verlag, *[Considerazioni di fisica per l'edilizia. in: Biocidi nei rivestimenti degli edifici. Edizioni Expert]* Renningen (2000), pagg. 1-9.

[4] Kießl, K.: Wie beeinflussen IR-wirksame Beschichtungen das thermische Verhalten von Außenwänden? Bauphysik-Symposion zum 60. Geburtstag von Prof. Gertis *[In che modo il comportamento termico dei muri esterni è influenzato da rivestimenti che si dimostrano efficaci all'esposizione ai raggi infrarossi? Simposio di fisica dell'edilizia, in occasione del 60° compleanno del professor Gertis]* (1998), Sindelfingen.

[5] Gertis, K.: Es wächst und wächst und... Bauphysik 23 *[Cresce, cresce e.... Fisica dell'edilizia 23]* (2002), pag. 193.

[6] Nay, M.; Raschle, P.: Wie lassen sich Algen und Pilze an Fassaden verhindern? Tagungsband 12. Schweizerisches Statusseminar 2002 „Energie- und Umweltforschung im Bauwesen“, ETH Zürich, *[Come si può evitare la formazione di alghe e funghi sulle facciate? Relazione della conferenza del 12. Seminario sullo stato attuale nell'anno 2002 „Ricerca sull'energia e sull'ambiente nell'edilizia“, Politecnico federale di Zurigo]* pagg. 131-138.

[7] Hofbauer, W. K., Breuer, K., Sedlbauer, K.: Algen, Flechten, Moose und Farne auf Fassaden. Bauphysik 25/6 (2003), Ernst & Sohn, Berlin, *[Alghe, licheni, muschi e felci sulle facciate. Fisica dell'edilizia 25/6 (2003), Ernst & figlio, Berlino]* pagg. 383-396.

[8] Büchli, R.; Raschle, P.: Algen und Pilze an Fassaden - Ursachen und Vermeidung. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, *[Alghe e funghi sulle facciate – cause e rimedi per evitarli. Stoccarda: Edizioni Fraunhofer IRB]* 2004.

[9] Merkblatt für das Vorgehen bei der Sanierung von Fassaden mit Algen- und Pilzbefall, ed. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) *[Scheda tecnico-informativa riguardante i procedimenti durante il risanamento di facciate contaminate da alghe e funghi, ed. Istituto Federale per il controllo dei materiali e per la ricerca (EMPA)]* Dübendorf, maggio 2003.

Info

Nota dell'editore:

La presente informazione tecnica “Alghe e funghi su facciate” è stata predisposta dalle seguenti associazioni e organizzazioni del settore artigianale:

Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz e.V.

Hahnstraße 70 - 60528 Frankfurt am Main
Telefon: 069-66575333 - Telefax: 069-66575350
www.farbe-bfs.de

Deutscher Stuckgewerbebund im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes

Kronenstraße 55 – 58 - 10117 Berlin
Telefon: 030-20314-0 - Telefax: 030-20314-583
www.stuckateur.de

Fachverband Putz und Dekor e.V.

Ivo-Beucker-Straße 43 - 40237 Düsseldorf
Telefon: 0211-6793173 - Telefax: 0211-6793173
www.putz-dekor.org

Fachverband Wärmedämm-Verbundsysteme e.V.

Fremersbergstraße 33 - 76530 Baden-Baden
Telefon: 07221-3009890 - Telefax: 07221-3009899
www.heizkosten-einsparen.de

Gemeinsamer Technischer Ausschuss der Verbände (GTA)

Fremersbergstraße 33 - 76530 Baden-Baden
Telefon: 07221-3009890 - Telefax: 07221-3009899

Hauptverband Farbe Gestaltung Bautenschutz

Hahnstraße 70 - 60528 Frankfurt am Main
Telefon: 069-66575300 - Telefax: 069-66575350
www.farbe.de

Industrieverband WerkMörtel e. V. (IWM)

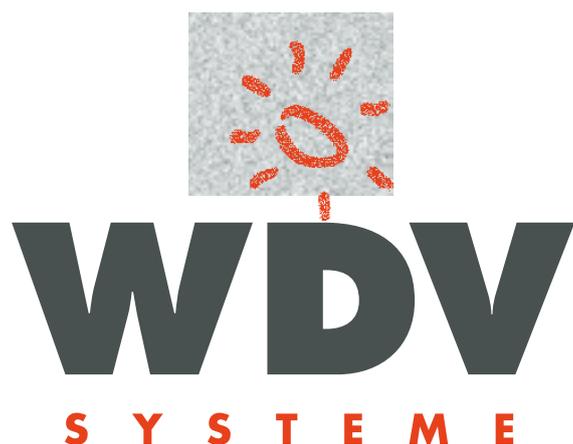
Düsseldorfer Straße 50 - 47051 Duisburg
Telefon: 0203-99239-0 - Telefax: 0203-99239-98
www.iwm-info.de

Con la partecipazione del:

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Außenstelle Holzkirchen - Fraunhofer Straße 10 - 83626 Valley
Telefon: 08024-643-0 - Telefax: 08024-643-66
www.hoki.ibp.fhg.de

Publicazione di:



Fachverband WDV-Systeme

Fremersbergstraße 33
76530 Baden-Baden

Telefon: 07221-3009890

Telefax: 07221-3009899

E-mail: info@fachverband-wdvs.de

Internet: www.heizkosten-einsparen.de

Besser bauen - Besser leben!

Per informazioni in Italia



CORTEXA[®]

Consorzio per la cultura del sistema a cappotto

Consorzio Cortexa

Via Mannelli, 199 - 50132 Firenze, Italia - P.IVA / C.F. 05768660481

Iscr. Reg. Impr. di Firenze - R.E.A. n. 598838

info@cortexa.it - www.cortexa.it

