

L'ARTE DELLA CONSERVAZIONE

L'arte come idea è qualcosa di eterno, perfetto e invulnerabile. I problemi sorgono quando l'arte si manifesta in opera, fragile materia immersa nella realtà e nel tempo; gli agenti che causano il degrado dei beni culturali sono molteplici e tutti da indagare.

Sebbene oggi spesso l'attenzione dei ricercatori e dei tecnici dell'ambiente sia concentrata sugli inquinanti organici a livello di traccia, storicamente sono stati gli inquinanti inorganici i primi a essere studiati e ancora oggi molte delle centraline che controllano l'inquinamento urbano misurano inquinanti inorganici come CO, NO_x, SO₂. L'acidità atmosferica è il primo nemico dei beni culturali: essa è in grado di solforare il marmo trasformandolo nell'assai meno mobile e stabile gesso, di corrodere a secco e a umido i materiali metallici, di idrolizzare lignina e cellulosa ren-

dendole assai meno concrete e, soprattutto, nel caso della carta assai meno abili a conservare e trasmettere informazioni e documentazione. Ma non solo l'acidità, anche i radicali prodotti nei processi imperfetti di combustione su cui si basano le produzioni

energetiche, anche quelle nei veicoli a motore, sono specie reattive instabili e come tali responsabili dell'attacco a innumerevoli matrici biologiche e abiologiche. Si comprende da ciò come il primo intervento protettivo di tali beni non possa che riguardare



proprio l'ambiente nel quale sono collocati, venendo così a completarsi l'un l'altra la scienza e la tecnologia dell'ambiente e quella dei beni culturali e integrarsi le esperienze maturate sui due fronti.

Legge di natura

Il degrado di un'opera d'arte si manifesta subito dopo la realizzazione del manufatto e continua progressivamente a contatto con l'ambiente. Tale fenomeno, anche in assenza di fattori di degrado antropogenico, è un processo naturale, progressivo e irreversibile, in quanto soggiace al Secondo Principio della Termodinamica, cioè rientra nell'ordine naturale delle cose. Si può affermare che queste trasformazioni sono la diretta conseguenza di un disequilibrio che si manifesta tra le due entità fondamentali cui fa riferimento il ragionamento termodinamico, cioè tra il "sistema" e il "mezzo", intendendo per "sistema" il corpo o la porzione di materia che si intende studiare, e per "mezzo" l'ambiente circostante che può interagire con il sistema. Una condizione di disequilibrio si produce ogni volta che una o più grandezze fisiche scelte per rappresentare lo stato del sistema o del mezzo assumono nelle due entità valori diversi. Questo ragionamento può essere esteso per analogia anche ai fenomeni di deterioramento dei materiali storico-artistici. Infatti se si attribuisce all'oggetto-bene culturale il carattere di "sistema" e quello di "mezzo" all'ambiente in cui l'oggetto è conservato, si può sostenere che ogni processo di deterioramento, prodotto da cause diverse, di natura fisica, chimica o biologica, è riconducibile a trasformazioni termodinamiche. Le trasformazioni più frequenti sono rappresentate da trasferimenti di calore dal sistema al mezzo (o viceversa), spesso accompagnati da trasferimenti di acqua in fase liquida o di vapore. Il modello termodinamico consente di dedurre che la maggior parte di processi di degrado potrebbe essere evitata se si potesse realizzare una condizione di perfetto equilibrio tra oggetto da conservare e ambiente di conservazione. Esso fornisce inol-

tre l'indicazione concreta di un criterio generale di conservazione, fondato sulla possibilità di ottenere un rallentamento dei processi di deterioramento con procedimenti capaci di ridurre l'entità degli squilibri tra oggetto e ambiente. I fenomeni di degrado sono determinati da quei fattori che agiscono nell'alterare l'aspetto, le dimensioni o il comportamento chimico del materiale, sia nei suoi elementi individuali, sia come parti nell'insieme della struttura. Lo studio del fenomeno è reso complesso a causa della difficoltà di separare gli effetti dei vari agenti di degrado. Nessun fattore agisce da solo; l'importanza di ognuno è influenzata dall'effetto concomitante degli altri, ossia l'esposizione all'azione di uno può rendere il materiale maggiormente suscettibile alla successiva azione degli altri. È quindi chiaro che l'effetto osservato è dovuto alla somma di più fattori.

Minacce e possibili danni

Il controllo delle condizioni microclimatiche, dell'illuminazione e della qualità dell'aria all'interno degli ambienti destinati alla conservazione dei beni di interesse culturale è un tema di grande importanza e notevolissimo interesse. In genere quello che si cerca di realizza-

re e mantenere sono condizioni climatiche "di benessere" per i beni culturali, ossia tali da ridurre al minimo la velocità dei processi di degrado. Le condizioni termogrometriche possono influenzare e modificare alcune proprietà dei materiali: di conseguenza valori non corretti possono rendere assai più veloce il degrado di molti beni culturali. Ad esempio, materiali di natura organica (legno, avorio ecc.) a contatto con aria molto secca si contraggono diventando contemporaneamente più rigidi e fragili, mentre si dilatano e divengono più plastici e flessibili a contatto con aria umida; ancora, a contatto con aria umida e calda questi e altri materiali possono subire attacchi di natura chimica e biologica (corrosione di metalli e vetri, sviluppo di muffe, funghi, insetti). Alcuni di questi effetti, ad esempio nel caso di materiali porosi, possono essere osservati nell'intera massa del corpo (legno, carta ecc.); altri, nel caso di materiali compatti, solo sulle superfici



(manufatti metallici ecc.). Le grandezze termometriche (temperature, umidità, temperatura di rugiada) sono quelle che meglio definiscono il microclima. Ogni manufatto risulta essere fortemente caratterizzato dalla storia dei suoi progressi condizionamenti ambientali che hanno determinato degli assestamenti del materiale in risposta alle forzanti ambientali esterne, al gioco delle tensioni interne al materiale e alla sua elasticità, dando vita a delle microfratture interne, quando viene superato il limite di sopportabilità delle tensioni. Man mano che il materiale invecchia la sua elasticità diminuisce e con essa i limiti di tolleranza agli stress meccanici.

Risulta perciò opportuno cercare di mantenere stabile il microclima all'interno del quale l'oggetto si è adattato e da cui è stato condizionato, in tutti i casi in cui sia possibile e dove non esistono incompatibilità. È però possibile rendere migliore il microclima originario togliendogli o attenuandogli cicli diurni, fluttuazioni, brusche transizioni e gradienti. Rapidi cambiamenti temporali (o forti gradienti spaziali) di temperatura e/o umi-

dità relativa o comunque scambi di calore e vapore causano a molti materiali stress interni con effetti irreversibili e cumulativi che intaccano l'integrità strutturale dell'oggetto accelerandone il processo di degrado. Anche i cicli di condensazione-evaporazione possono risultare pericolosi per i manufatti, soprattutto per il fatto che l'acqua in fase liquida, formatasi e penetrata all'interno dei pori, trasporta con sé agenti inquinanti acidi e corrosivi, che attaccano gli stessi materiali, e anche nocivi sali solubili. Molte reazioni chimiche vengono inoltre a essere notevolmente accelerate all'aumentare dell'attività termodinamica dell'acqua assorbita sulla superficie stessa e quindi con l'aumentare dell'UR dell'aria a contatto. L'accelerazione del degrado è in genere notevole al di sopra di UR del 60-70%. Ovviamente, qualora ai meccanismi di reazione partecipino inquinanti presenti nell'aria, la velocità dell'attacco, oltre che dall'UR, risulterà fortemente influenzata dalla natura e dalla quantità delle specie inquinanti, e cioè dalla qualità dell'aria.



Bioteppisti

Anche il rischio di attacco biologico (sviluppo di muffe, imputidimenti da batteri, insetti), soprattutto su substrati di natura organica aumenta notevolmente con l'attività termodinamica dell'acqua sul substrato e quindi con l'UR dell'aria a contatto. In genere, tanto più l'UR cresce tanto più rapido è lo sviluppo delle colonie fungine interessate o di alcuni generi di batteri e insetti. Il degrado biologico di un oggetto viene definito "biodeterioramento", intendendo con questo termine "qualsiasi cambiamento indesiderato delle proprietà di un materiale causato dall'attività di un organismo vivente". Le alterazioni di origine biologica dei materiali si presentano con una fenomenologia assai diversa che è il risultato dello sviluppo degli organismi deterioranti e del danno da essi apportato; questa varia inoltre in relazione alla natura del substrato e delle caratteristiche ambientali. Una tipologia di danno rilevante è quella indotta dall'assunzione e dall'emissione di sostanze a seguito del metabolismo cellulare dei biodeteriogeni. Sono di questo tipo i danni legati all'assorbimento a scopo nutrizionale di sostanze organiche e inorganiche da parte del substrato, con conseguenti modificazioni chimiche e strutturali del materiale; a titolo esemplificativo si può ricordare l'assunzione di sali, presenti nel materiale lapideo, da parte degli organismi autotrofi (in grado di sintetizzare le molecole organiche necessarie al loro metabolismo a partire da sostanze inorganiche) o quella di polisaccaridi e proteine, presenti nei materiali organici, operata dagli organismi eterotrofi (utilizzando i composti organici quale fonte energetica e nutrizionale) mediante idrolisi enzimatica. Ancora, l'emissione di cataboliti, per lo più acidi, può causare un danno simile a quello di tipo chimico, determinando la formazione di sali solubili o insolubili. La genesi delle patine di ossalato di calcio, ad esempio, ampiamente discussa in ambito scientifico, è stata messa in relazione con la produzione di acido ossalico da parte di alcuni organismi, come per esempio i funghi. Spesso risulta pericolosa anche



l'azione meccanica prodotta dagli organismi che, penetrando e accrescendosi all'interno del materiale, producono decoesioni e fessurazioni più o meno rilevanti del substrato con il conseguente distacco di cristalli o di intere parti del materiale. Questo danno è particolarmente possibile nel caso specifico di ambienti interni, su dipinti murali e stucchi, anche se le strutture cellulari sono di dimensioni microscopiche e la loro penetrazione è alquanto superficiale. Il substrato così decoesionato può inoltre essere suscettibile di ulteriori fenomeni di degrado, in quanto le soluzioni di continuità formate incrementano le vie d'accesso all'acqua e agli inquinanti atmosferici. Si deve tuttavia tenere in considerazione che un danno estetico è quasi sempre accompagnato da meccanismi di biodeterioramento di tipo chimico e fisico.

Costanti e variabili

Sempre con riferimenti all'ambiente museale il gran numero delle tipologie che costituiscono le opere d'arte è enormemente ampliato dalle raccolte specialistiche etnologiche, dai musei di scienze naturali, dalle biblioteche, dagli archivi storici, dalle fototeche, dalle raccolte di moda, dai musei del folklore, dalle raccolte di strumenti musicali, nonché dai numerosissimi musei regionali, pubblici o privati: ciò rende il quadro delle soluzioni del problema ancor più variegato. Un panorama, già vasto per quanto riguar-

da il "contenuto", viene ulteriormente ampliato dalle pressoché infinite caratteristiche dei "contenitori" stessi. I materiali museali, siano essi gli arredi interni siano le strutture stesse dell'edificio che ospita la raccolta, sono caratterizzati da una forte variabilità: così come se ne trovano di moderni e razionali, ne esistono di antichi, essi stessi "beni culturali" da proteggere. Non si dimentichi, inoltre, la grande variabilità geografica e quindi climatica e ambientale nella quale il nostro patrimonio culturale è parcellizzato. Gli ambienti confinati devono inoltre essere tutelati e controllati per quanto riguarda la qualità dell'aria, tenendo presente come peculiarità sostanziale che nei musei si ha, in genere, la presenza discontinua e talvolta massiccia di visitatori ai quali non è possibile imporre comportamenti, come accade invece in alcuni settori industriali. Inoltre devono essere garantite condizioni sufficientemente confortevoli dal punto di vista del ricambio dell'aria e del microclima, e di "benessere" per i materiali da conservare. Numerosi inquinanti hanno la possibilità di interagire con i materiali da conservare a concentrazioni inferiori e per tempi superiori a quelli che in genere si considerano accettabili per la salute umana: ciò richiederebbe standard di qualità dell'aria particolarmente vincolanti.

■

