



Gli speciali di

NEWTON

CONSERVARE & PROMUOVERE

*Scenari e strumenti per la valorizzazione
del patrimonio culturale italiano*

media partner

SALONE **DNA Italia**
TECNICHE CULTURA PATRIMONIO DA IERI A DOMANI

Indice



Tecnologie per i beni culturali

- 2 Una possibile agenda *di Andrea Granelli*

Patrimonio culturale

- 8 La penisola del tesoro
- 11 Ambienti collaborativi virtuali in
archeologia: la nuova frontiera della ricerca
- 12 La documentazione 3D *di Federico Pedrocchi*
- 13 Arte illuminata *di Laura Bibi Palatini*

Conservazione e restauro

- 16 La diagnosi prima di tutto
- 20 La fragilità dei reperti in legno
- 26 L'importanza dell'arte pittorica
tra i beni culturali
- 32 I manufatti in ceramica e vetro
- 38 I tessili artistici
- 42 Il patrimonio cartaceo e le sue patologie
- 48 Film e fotografie
Preservare la *Settima Arte*
- 54 Gestire l'arte su pietra
- 60 Archeologia industriale *a cura di Marco Milano*

Design

- 64 Una via italiana al restauro *di Andrea Granelli*

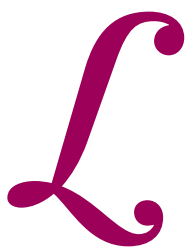
Multimedia e Internet

- 66 Patrimoni virtuali *di Alessandro Bollo*

Per il più grande museo del mondo

UNA POSSIBILE AGENDA

Andrea Granelli



La cultura è un'area importantissima quanto poco conosciuta nel suo rapporto con la creazione di valore economico. Ad esempio le stime economiche più diffuse tendono ad analizzarne solo la componente più "immateriale" (le cosiddette attività culturali).

La sua crescente rilevanza economica è naturalmente collegata alle mutazioni finanziarie e sociali rese possibili dalle nuove "correnti" della modernità. Pensiamo per esempio alla virtualizzazione e terziarizzazione dell'economia messa in moto dalle tecnologie digitali che riducono il valore della componente fisica a scapito di quella simbolica; oppure alla crescente importanza della personalizzazione dei prodotti e servizi che riduce la rilevanza della prestazione e aumenta quella della conoscenza del consumatore anche nella sua dimensione antropologica e psicologica. Anche il crescente valore dell'accesso rispetto alla nuda proprietà – messo in luce da Jeremy Rifkin – rende possibile la definizione del concetto di diritto ad accedere alle informazioni, e di valore della diversità culturale (in stretta analogia al valore della biodiversità).

Queste trasformazioni danno al nostro Paese un vero e proprio vantaggio competitivo. La rilevanza del "fattore C" in Italia è infatti nota a tutto il mondo. Il motivo non è legato solo alla numerosità di artefatti, siti culturali, centri storici di pregio, archivi e biblioteche, musica (in Italia vi sono 44 "luoghi" considerati dall'Unesco patrimonio dell'umanità) ma anche – e forse soprattutto – alla loro incredibile varietà, diversità e articolazione. Il vero primato del nostro Paese non è di possedere la quota maggioritaria del patrimonio culturale mondiale, ma consiste nel fatto che qui da noi il museo è ovunque, presente in ogni angolo più remoto del territorio; un vero museo "diffuso", che esce dai suoi confini, occupa le piazze e le strade, si distribuisce ed è presente in ogni piega del territorio. Per questi motivi possiamo considerarci il più grande laboratorio a cielo aperto legato alla cultura, dove progettare, sperimentare e adattare tecnologie, materiali, metodologie, format narrativi e meccanismi produttivi che ci consentono di conservare, tutelare e valorizzare questo patrimonio dell'umanità.



*In Italia sono
44 i "luoghi"
considerati
dall'Unesco
patrimonio
dell'umanità*



Per cogliere queste opportunità, la cultura deve essere intesa naturalmente nella sua accezione più estesa – come vero e proprio “asset culturale” (da cui l’espressione “patrimonio culturale”). In questo caso le sue componenti sono diverse:

- ❖ i **tradizionali beni culturali antichi** (beni archeologici, paesaggistici, storico-artistici) oggetto di conservazione, tutela e valorizzazione;
- ❖ le **attività culturali** (cinema, musica, editoria, teatro) che formano l’industria culturale;
- ❖ la cosiddetta **cultura materiale** – che traduce in senso moderno il patrimonio culturale del nostro paese e lo integra negli oggetti della nostra quotidianità (moda, design, enogastronomia);
- ❖ i **nuovi beni culturali** e cioè i nuovi edifici adibiti a funzioni culturali (musei, biblioteche, sale da concerto) realizzati dai grandi architetti e luogo di sperimentazione di tecnologie e sistemi costruttivi di avanguardia;
- ❖ gli **edifici e i luoghi antichi** e di pregio (generalmente “vincolati” dallo Stato) oggetto di riqualificazione nelle destinazioni e che quindi richiedono – per espletare tali finalità – le competenze tipiche della diagnostica, del restauro e del consolidamento di edifici antichi insieme ai più moderni sistemi di progettazione architettonica e impiantistica e ai nuovi materiali.

La creazione, gestione, tutela e valorizzazione di tale patrimonio culturale sta sviluppando un fiorente mercato caratterizzato da piccole e medie aziende (con anche la presenza qualificata di alcune grandi) dai forti contenuti tecnologici. Nuovi materiali, tecniche costruttive innovative, strumenti di misurazione e diagnostica, modellistica 3D, piattaforme digitali, sono esempi tangibili. Il nostro Patrimonio Culturale sta diventando un vero e proprio laboratorio per lo sviluppo di tecnologie, materiali e metodologie molto innovative; si pensi ai batteri “mangia-patine” che combattono quelle patine, appunto, che nel tempo si sono depositate sugli edifici; al cemento bianco contenente nanomolecole



di titanio che non si sporca, agli acceleratori di neutroni in grado di radiografare le statue e ricostruirle dall'interno, fino alle recenti innovazioni del settore digitale (mappe satellitari navigabili, sistemi georeferenziati portatili, tag a radiofrequenza per marcare gli oggetti).

I settori che contribuiscono a questo aggregato non sono solo il restauro e la progettazione dei portali Internet. Pensiamo alla strumentazione diagnostica, ai nuovi materiali e tecnologie per le costruzioni che consentono la creazione di edifici avveniristici - i futuri beni culturali - fino alla sensoristica e alla nuova impiantistica. E poi naturalmente il mondo variegato e in ebollizione dell'industria culturale con la diffusione delle nuove tecnologie digitali e l'emergenza di nuovi media.

Questo nuovo settore (che non include turismo e trasporti) è composto da architettura ed edilizia di riqualificazione, enogastronomia e produzioni tipiche, produzioni di natura industriale e artigiana, industria culturale, e - naturalmente - beni ed attività culturali. È un settore che produce un valore aggiunto di circa 167 miliardi di euro, assorbe 3,8 milioni di occupati e conta (oltre agli operatori pubblici) circa 900mila imprese. Questa stima - realizzata dall'Istituto Tagliacarne e prima nel suo genere del settore - è in corso di aggiornamento e approfondimento e i risultati di questa analisi verranno presentati il prossimo ottobre a DNA Italia.

Ora, il tema centrale è: cosa fare per dare a questo settore la centralità - non solo culturale ma anche economica e tecnologica - che gli spetta? Di seguito alcune riflessioni progettuali che potrebbero costituire un'agenda di intervento per il potenziamento del settore.

Innanzitutto si devono combattere degli stereotipi che vedono una assoluta antinomia fra cultura e crescita economica. Non si tratta di vendere le spiagge, esportare le opere d'arte o aprire luoghi pregiati al vandalismo distratto del turismo di massa; si tratta di costruire un motore economico attorno al patrimonio culturale che lo rispetti ma soprattutto che lo valorizzi, fortificando ed esportando le competenze (tecnologiche, progettuali, gestionali, narrative) che ci hanno permesso di conservarlo e renderlo fruibile fino ai giorni nostri. Vanno quindi contrastate le letture tradizionali - come per esempio quella tipica dei



cosiddetti economisti della cultura – che tendono a valutare come economicamente rilevante solo l'indotto turistico-museale. Va anche limitato l'approccio puramente conservativo al restauro e alla valorizzazione del patrimonio, il cui fine ultimo è assicurare a futura memoria il reperto esattamente come era stato concepito a prescindere dal contesto in cui tale reperto viene oggi (ri)collocato e (ri)letto dai visitatori; detto in altro modo, nei progetti di restauro vanno coinvolte non solo le soprintendenze ma anche gli studi di design e gli esperti di marketing (vedi articolo più avanti).

Va poi allargato il perimetro degli operatori che definiscono il settore e che non coincidono con i fornitori di servizi aggiuntivi. Come si è visto l'eterogeneità delle competenze necessarie è molto ampia e ciò deve riflettersi nella fotografia del settore fatta dalle Istituzioni e dal mondo bancario – i due attori preposti a fornire risorse finanziarie e supporto alle aziende. Questa dilatazione del perimetro degli operatori causata dalla varietà delle competenze necessarie richiede probabilmente la creazione (o per lo meno il rafforzamento) di nuove strutture associative che colgano nella loro interezza le specificità dell'area e siano capaci di fornire servizi “precompetitivi” ai propri associati. Questo settore ha infatti bisogno di ricerca e sviluppo, di supporto all'internazionalizzazione, di modelli organizzativi stabili “a rete”, di capacità di interlocuzione efficace con i centri appaltanti della pubblica amministrazione. È infatti sempre più necessario integrare in un unicum progettuale competenze ed aziende appartenenti a realtà associative molto diverse fra loro per tipologia sia di mercato (costruzioni, nuovi materiali, applicazioni digitali, settore dei servizi) sia dimensionale (dalle multinazionali alle realtà artigiane). Il fatto che aziende che lavorano insieme appartengono ad associazioni di categoria molto diverse può – progressivamente – diventare una criticità e certamente ridurre il potere negoziale di questo comparto nel suo insieme.

Per dare corpo e prospettive a questo nuovo aggregato economico si deve poi agire a livello di sistema lungo due direzioni specifiche. Innanzitutto bisogna fa-

*L'Italia guida
il progetto
europeo per la
conservazione
dei beni
culturali*



cilitare le aggregazioni di imprese, sia per aumentare la scala sia per completare le competenze necessarie, rendendo possibile la creazione di soluzioni integrate e “chiavi in mano”. In questo ambito viene in aiuto il “contratto di rete” recentemente approvato dal Governo, che richiede però strumenti attuativi. Oltretutto è la stessa committenza che trae beneficio dall'avere un unico interlocutore con cui interagire che maschera la complessità di competenze e processi operativi che sta dietro. Inoltre la pubblica amministrazione deve giocare un ruolo più innovativo, soprattutto in due ambiti specifici:

- * mettere le nuove tecnologie per la valorizzazione del patrimonio culturale al centro dell'agenda della ricerca pubblica. Qualcosa è stato già fatto. Il Consiglio “competitività” dell'Unione Europea ha infatti approvato a dicembre 2009 la proposta dell'Italia di inserire la conservazione del patrimonio culturale tra i temi per i quali è necessario coordinare i programmi nazionali di ricerca degli Stati membri dell'Unione Europea. Per questo tema l'Europa ha assegnato all'Italia la guida del progetto;
- * supportare le imprese di quest'area e la loro internazionalizzazione. È quanto mai opportuno dare visibilità al settore nel suo complesso (aziende, progettisti, centri di ricerca pubblica) e svelare il “backstage” tecnologico e progettuale dietro i monumenti italiani noti in tutto il mondo. Dalla creazione di fiere di settore, alla costruzione di accordi di ricerca di tipo internazionale fino al gioco operoso della diplomazia. A questo proposito potrebbe essere interessante approfondire il rapporto con il mondo del design – una delle competenze italiane più conosciute e apprezzate nel mondo. Oggi il grande pubblico internazionale continua (diremmo noi: meno male) a conoscere più il Colosseo che non Armani. Quello che non sa è che per far sì che il Colosseo sia arrivato a noi come lo conosciamo oggi ci sono volute non solo un rispetto del patrimonio storico e una cultura della conservazione ma molta industriosità e tecnologie innovative.

LA PENISOLA DEL TESORO

Gli strumenti per la valorizzazione delle nostre ricchezze non sono solo quelli rivolti a un largo pubblico. C'è molto da progettare anche per gli addetti ai lavori che operano nei settori più diversi, tenendo presente che, come spesso avviene, gli strumenti per la ricerca producono idee e soluzioni che poi entrano a far parte di un utilizzo di massa

Federico Pedrocchi

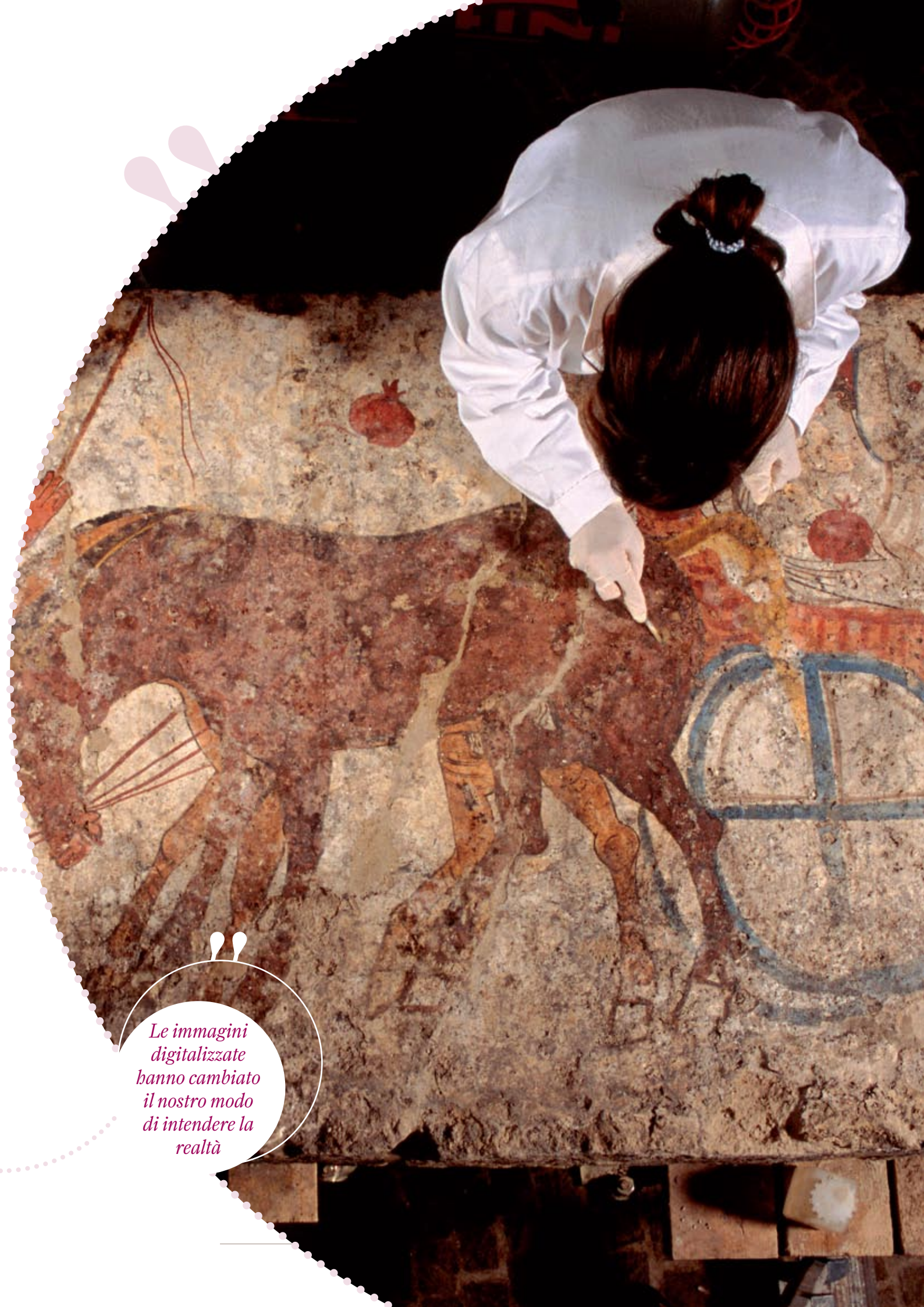
N

.....

Nella storia dell'umanità l'avvento di strumenti non ha solo significato rendere più facile un compito - la ruota e la capacità di trasportare cose pesanti e di portarle lontano - o di rendere possibile un'attività prima non praticabile, volare per esempio. L'invenzione di un nuovo strumento a volte ha significato allungare lo sguardo della mente. La capacità di interpretare il mondo, di produrre teorie, di inventare soluzioni, sembra connessa a un deposito di potenzialità che solo la disponibilità di una nuova strumentazione è in grado di liberare. Il volo, si diceva prima: ma l'umanità lo ha sempre pensato, sognato. Centinaia di inventori, in tanti secoli, hanno lavorato alle tecniche più disparate. Poi, a un certo punto, una macchina questo volo l'ha preso.

Quasi negli stessi anni appaiono la fotografia e il film, e nell'arco di poco tempo a qualcuno viene in mente che una pellicola rallentata può svelarci i tanti misteri celati in tutto ciò che si muove troppo velocemente per essere colto dai nostri occhi. Una macchina per rallentare il tempo già trascorso: nessuno l'aveva mai pensata.

Una delle ragioni per cui gli anni che stiamo vivendo passeranno alla storia si chiama elaborazione digitale delle immagini: la realtà viene catturata (o anche creata) da dispositivi che la trasformano in pixel che appaiono su uno schermo per gli scopi più diversi. Le applicazioni di questa tecnica le abbiamo sotto gli occhi ogni giorno. In questa nuova modalità di rappresentazione del mondo uno spazio particolare è occupato dalla ricostruzione tridimensionale di porzioni della realtà. Una stanza, un oggetto, un luogo sono ricostruiti digitalmente e sul monitor di un computer e noi possiamo muoverli o percorrerli in tutte le direzioni. Con vari sistemi di visione - a volte semplici occhiali - abbiamo anche la possibilità di entrare in questi mondi digitali. Questo può condurre a immersioni stupefacenti, come muoversi all'interno del corpo umano oppure visitare monumenti antichi che non esistono più e che solo un team di archeologi digitali, con le loro ricerche, è in grado di consegnarci.



*Le immagini
digitalizzate
hanno cambiato
il nostro modo
di intendere la
realtà*

Maurizio Forte è uno di loro. Si è formato in Italia, lavorando all'Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ITABC), ma dal 2008 insegna e fa ricerca all'Università della California (UC Merced), presso la School of Social Sciences, Humanities and Arts. Negli articoli di ricerca, pubblicati sulle riviste specializzate, sotto il titolo c'è sempre una riga fatta di parole chiave, quelle che servono a registrare in un database le tematiche affrontate nel testo. In quelli di Forte e del suo gruppo è usuale imbattersi nei seguenti termini: cyberarcheologia, collaborazione teleimmersiva in remoto, ambienti virtuali condivisi, impatto cognitivo.

Cominciamo da quest'ultima definizione, guardando le immagini contenute in queste pagine e ponendo la seguente domanda: che cosa può venire in mente a un gruppo di archeologi, sparsi in vari centri di ricerca nel mondo, che ogni giorno si incontrano nello stesso scavo archeologico, osservando le stanze di quel luogo ma anche gli oggetti in esse contenuti, senza muoversi dai loro laboratori, distanti migliaia di chilometri uno dall'altro?

Un incontro on line, certamente, reso possibile da una ricostruzione in 3D del cantiere archeologico e da un sofisticato sistema di conferenza virtuale, in tempo reale, che consente a due ricercatori di osservare insieme tutti i reperti. Vediamo come funziona.

Il primo passo è nella realtà. Si lavora là dove, dopo centinaia o migliaia di anni, sono emersi i resti di una storia particolare. In queste pagine le immagini si riferiscono a una tomba in Cina, a Xi'an, risalente all'inizio del primo millennio.

Nel cantiere viene effettuata una scansione di tutto quanto gli scavi hanno portato alla luce, una scansione che, è bene sottolineare, è in grado di fissare nelle immagini una definizione dei particolari ben superiore a quella di una visione umana. Gli archeologi hanno a disposizione, quindi, una realtà fortemente aumentata. Questo database di grandi proporzioni diventa una completa ricostruzione tridimensionale grazie alla potenza di calcolo dei computer oggi disponibili. Fino a questo punto, sebbene si tratti di tecnologie di frontiera, siamo comunque in presenza di applicazioni relativamente consolidate. Il gruppo di Maurizio Forte sta invece dirigendosi verso un orizzonte del tutto inesplorato e indubbiamente affascinante. Nello spazio tridimensionale il ricercatore potrà entrare con un proprio doppio, un avatar come si dice in gergale (sebbene il recente film abbia ormai abbondantemente diffuso questo termine). Un avatar in grado di prendere in mano oggetti e di muoversi nei luoghi e di incontrare, soprattutto, altri colleghi ai quali, nello stesso spazio, si è dato un appuntamento di lavoro per studiare insieme i reperti. Questa collaborazione digitale va correttamente interpretata: molteplici ragioni di tempo e di carattere economico hanno sempre reso del tutto impraticabile una partecipazione trasversale di addetti ai lavori che, in loco, operino sullo stesso insieme di reperti. Non solo: l'ambiente teleimmersivo obiettivo di questo progetto consentirà anche collaborazioni parziali, visite mirate di consulenza per analizzare insieme dei particolari; tutti incontri che nella realtà necessiterebbero di una visione diretta dei cantieri o degli oggetti lì ritrovati. Il virtuale rende quindi possibile un reale impraticabile, con ciò sottolineando quello che molti analisti della multimedialità sostengono da tempo e cioè che la suddivisione fra reale e virtuale è del tutto pretestuosa, perché qualunque esperienza è sempre reale.

Poiché l'incontro e la collaborazione sono al centro del progetto, il gruppo californiano sta lavorando a una particolare dimensione che si vuole raggiungere nello strumento finale, quella emotiva. È così: si vuole che gli avatar non abbiano quella rigidità espressiva che oggi vediamo nelle applicazioni già in uso; si lavora, in particolare, alla possibilità che i ricercatori si possano guardare negli occhi e quindi utilizzare tutta la potenza di quella comunicazione non verbale che ha però un ruolo sostanziale quando si va a caccia di risposte, muovendosi fra dubbi, mezze ipotesi, idee deboli e lampi improvvisi.

Impatto cognitivo, era una delle parole chiave segnalate all'inizio. La costruzione di un ambiente di lavoro immersivo e virtuale, impraticabile per altre vie, potrebbe portare a una nuova archeologia, in grado di produrre idee che prima gli archeologi non potevano avere.

Un avatar per muoversi nella realtà virtuale di un sito archeologico: il progetto di Maurizio Forte



Ambienti collaborativi virtuali in archeologia: la nuova frontiera della ricerca

Le nuove ricerche sulla cyber-archeologia si stanno concentrando sulle modalità complesse di interazione fra utenti-ricercatori e l'oggetto della loro ricerca: il passato. Ma che cos'è un ambiente collaborativo e cosa cambia nella ricerca archeologica? Un ambiente collaborativo è uno spazio virtuale condiviso di simulazione dove più utenti, rappresentati dal proprio avatar, possono interagire individualmente comunicando informazioni e dati in piena libertà di movimento. All'Università della California Merced, si stanno sperimentando avatar umani (*virtual humans*) che possono interagire in un ambiente virtuale come nella realtà, usando il proprio corpo come interfaccia. In breve, il corpo dell'utente viene ricostruito da stereo camere che poi ne proiettano il modello nell'ambiente virtuale. Ogni avatar umano quindi può compiere azioni molto naturali nel cyberspazio come muoversi, usare mani e braccia per azionare comandi, muovere oggetti, modificare l'illuminazione, colori, materiali ed interrogare database. La complessità di operazioni collaborative che possono svolgere avatar umani è notevole ed apre nuovi orizzonti sull'impatto cognitivo e la comunicazione umana e sociale. Il progetto *Teleimmersive Archaeology* sviluppato dall'Università della California (Berkeley e Merced, direttori Maurizio Forte e Ruzena Bajcsy) si prefigge l'obiettivo di creare una rete di ambiente colla-

borativi immersivi dove professori, studenti e ricercatori possono lavorare assieme e a distanza ma in ambienti completamente tridimensionali.

Per esempio, le tombe Cinesi di Xian sono ora virtualmente ricostruite per l'ambiente teleimmersivo e si possono simulare scenari differenti, modificare mappature, interrogare gli affreschi, inserire gli oggetti del corredo per poi verificarne il contesto e la posizione originari. Lo scopo prioritario degli ambienti collaborativi in archeologia è di avere molteplici "menti al lavoro" nello stesso spazio e dimensione, ma con l'arricchimento di dati, modelli e simulazioni che non sono accessibili e/o praticabili nella realtà fisica. Lo spazio teleimmersivo diventa quindi un laboratorio virtuale di sperimentazione archeologica, condivisibile in remoto da più partecipanti che costruiscono di fatto la scena interpretativa confrontando ipotesi, modelli, informazioni, e producendo infine nuova conoscenza. Un futuro sviluppo del progetto prevederà la creazione di ambienti collaborativi virtuali direttamente sullo scavo archeologico: in questo modo non solo si potrà avere la partecipazione in tempo reale di archeologi virtuali e in situ, ma lo scavo stesso potrà essere rappresentato in tre dimensioni dalla proiezione renderizzata dalle videocamere stereoscopiche. In conclusione la ricostruzione del passato passerà dalla simulazione virtuale del presente attraverso la compartecipazione di menti collaborative e iperinformate. (F.P.)



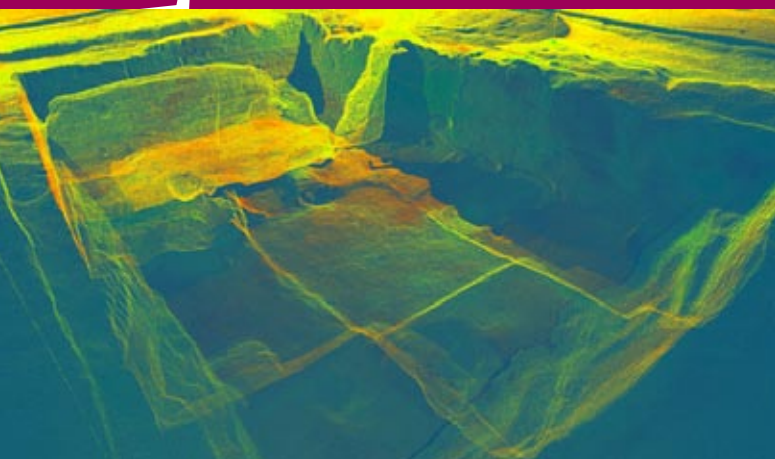
La documentazione 3D

Le tecniche di rilievo e documentazione in archeologia si sono sempre di più indirizzate al mondo digitale, utilizzando strumenti di accuratezza e speditività sempre crescente.

Bisogna infatti rimarcare che lo scavo archeologico è un'attività altamente distruttiva, nel senso che per scavare si devono rimuovere intere stratigrafie, elementi strutturali, artefatti, ecofatti che una volta scavati non sono più riproducibili, e quindi nel momento in cui si acquisiscono i dati la qualità e correttezza della fase interpretativa è essenziale. La tradizione del rilievo archeologico si è basata (e per molti versi si basa ancora) su tecniche di rilievo manuali: carta millimetrata, matita, cordella metrica, scalimetro, teodolite. Recentemente l'introduzione sullo scavo di laser scanner tridimensionali, applicazioni di fotogrammetria e computer vision e nuove tecniche di telerilevamento hanno radicalmente modificato le fasi di documentazione e rilievo.

Sullo scavo si possono utilizzare scanner cosiddetti "a tempo di volo", in grado di acquisire, con accuratezza intorno al millimetro, decine di migliaia di punti al secondo; oppure scanner a triangolazione e qui si scende alla scala del micron. Nel primo caso questi strumenti sono appropriati per il rilievo di

monumenti, strutture o intere porzioni di paesaggio, nel secondo caso per oggetti, elementi architettonici e stratigrafie di scavo. La combinazione dei due sistemi garantisce un alto livello di documentazione scientifica in corso di scavo e un controllo dei dati molto puntuale già in fase di acquisizione. Proprio nell'estate del 2010 un team di ricercatori e studenti dell'Università della California, Merced, guidati dal Prof. Maurizio Forte, hanno utilizzato tutte queste tecniche di rilievo tridimensionale nel famoso sito archeologico di Çatalhöyük (www.catalhoyuk.com). Gli scanner hanno ricostruito in tempo reale gran parte delle strutture emerse in corso di scavo, restituendo moltissime informazioni: geometrie, dettagli, dati spettrali su materiali e superfici e le stratigrafie delle aree investigate. Questo tipo di rilievo tridimensionale non è solo un metodo per acquisire moltissimi dati di alta qualità in poco tempo, ma rappresenta soprattutto uno strumento avanzato di conoscenza, nel senso che restituisce informazioni altrimenti non percepibili a occhio nudo o con tecniche tradizionali. L'elaborazione poi dei dati in laboratorio consente di estendere la fase cognitivo-interpretativa in diversi ambienti di simulazione, di fatto ricostruendo lo scavo fase per fase e con infinite possibilità di analisi e comunicazione visuale. (F.P.)



Modello tridimensionale dell'edificio B77 del sito neolitico di Çatalhöyük in Turchia. Il modello è stato creato da uno scanner prototipo a tempo di fase e di volo con restituzione a colori spettrali e nuvole di punti. L'immagine che si ricava non mira a una riproduzione

fotografica classica ma a una "cattura" di particolari che non sono visibili a occhio nudo. Il Gruppo dell'Università della California - Merced, questa estate ha condotto lo scavo archeologico interamente con tecnologie di documentazione e visualizzazione 3D.

L'ARTE ILLUMINATA

Gli straordinari risultati della luce di sincrotrone

Laura Bibi Palatini

N

Nell'immaginario collettivo gli acceleratori di particelle sono anelli lunghi decine di chilometri in cui si fanno scontrare frammenti di atomi, per poi indagare la natura più intima del nucleo o ricreare le condizioni che hanno dato vita al nostro Universo. In realtà la maggior parte di questi strumenti non ospita alcuna collisione, ma viene utilizzata per produrre una luce, detta luce di sincrotrone, che ha caratteristiche ideali per l'analisi dettagliata dei materiali. Questa radiazione, che comprende raggi X, raggi ultravioletti e raggi infrarossi, viene emessa da fasci di elettroni accelerati a velocità elevatissime all'interno dell'anello e poi raccolta e inviata sul campione da osservare. I ricercatori possono quindi studiare la struttura di un virus, spiegare il comportamento di un catalizzatore o comprendere la struttura elettronica di un superconduttore. Negli ultimi tempi, al fianco di fisici, chimici e biologi, i sincrotroni di tutto il mondo vedono la presenza sempre più frequente di archeologi, storici dell'arte e conservatori museali.

Franco Zanini, fisico ed esperto di archeometria, racconta come il Laboratorio di luce di sincrotrone Elettra, in funzione dai primi anni Novanta nel Carso triestino, partecipi a questo connubio fra arte e scienza con un ricco programma dedicato ai beni culturali.

«Con altri dieci partner europei – spiega – abbiamo per esempio partecipato a Constglass, progetto dedicato alla conservazione delle vetrate artistiche del continente, dai capolavori delle grandi cattedrali gotiche alle delicate opere delle sinagoghe di Cracovia, fino ai gioielli del periodo Liberty». Decisivo il contributo di una nuova tecnologia analitica: una sorta di radiografia tridimensionale chiamata microtomografia che impiega i raggi X di Elettra e sfrutta la loro incomparabile coerenza (la stessa proprietà che distingue la luce concentrata di un laser da quella diffusa di una lampadina). Misurando la perturbazione di questa proprietà, ovvero lo sfasamento dell'onda luminosa indotto da composti tipicamente utilizzati dai restauratori del vetro, è stato così possibile rintracciare all'interno del campione la presenza di materiali di restauro trasparenti alle tecnologie convenzionali.

Anche il mondo di musicologi e restauratori si è rivolto al sincrotrone. Studiosi della Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Lombardia ed esperti del centro triestino hanno collaborato nell'analisi di strumenti musicali di grande importanza storica. Intuizione innovativa di tre giovani ricercatori, Emanuele Marconi, Nicola Sodini e Diego Dreossi, quella di abbinare il potere analitico dei raggi X di Elettra a rivelatori abitualmente impiegati dai fisici che studiano le particelle elementari, sino a ottenere un sistema non invasivo capace di visualizzare dettagli microscopici, con una risoluzione prima impensabile a meno di danni irreversibili. Punto fondamentale, questo, dato il valore delle opere analizzate. Come due flauti in legno e avorio del XVIII secolo, o l'organo di Lorenzo Gusnasco da Pavia, realizzato intorno al 1490 e conservato





* Come funziona

La luce di sincrotrone riassume in sé una serie di caratteristiche che la rendono uno strumento d'osservazione privilegiato. È particolarmente intensa e concentrata (i fisici parlano di alta brillantezza), ha alta coerenza (la stessa proprietà che distingue la luce di un laser da quella diffusa di una lampadina) ed è formata dall'insieme di tutte le lunghezze d'onda comprese fra l'infrarosso, l'ultravioletto e i raggi X. Coprire un intervallo così ampio è impensabile, per esempio, con un laser tradizionale, che produce solo una certa lunghezza d'onda e, comunque, non raggiunge i raggi X. Quando arriva su un campione da analizzare, solido, liquido o gassoso, la luce di sincrotrone interagisce con i suoi atomi in diversi modi e viene in parte trasmessa, in parte assorbita e in parte riflessa. Ogni interazione è strettamente legata alle caratteristiche del materiale incontrato e, se viene misurata, è in grado di fornire informazioni fondamentali sulla sua natura: la composizione chimica, i tipi di legami esistenti, la struttura microscopica e così via. A seconda delle informazioni cercate, i ricercatori potranno decidere di concentrare la loro attenzione sulla misura di un determinato effetto e, cosa che rende la luce di sincrotrone anco-

ra più speciale, potranno selezionare un particolare intervallo di lunghezze d'onda. Per esempio di soli raggi X.

Ora, quando osserviamo particolari molto piccoli della realtà, quando cioè si entra nel mondo microscopico, il principio fisico per il quale noi riusciamo a vedere qualcosa è lo stesso che agisce nella realtà macroscopica: la luce è riflessa dalla materia e giunge ai nostri occhi o a delle lenti di obiettivi. In questo processo l'intensità della luce è un fattore molto importante: se è troppo bassa, si vede poco. Nel mondo micro un ulteriore fattore diventa determinante: ovvero la lunghezza d'onda della luce. Infatti quello che può accadere è che quanto vogliamo osservare abbia una lunghezza che è inferiore a quella della luce che lo illumina - luce che a questo punto non "rimbalza" ma avvolge, per dirla semplicemente - e il risultato è che non si ha visione. La luce di sincrotrone (che, come si è detto, è di gran lunga più duttile di quella dei laser tradizionali) è composta da lunghezze d'onda adeguate alle osservazioni nel mondo micro. In più ha un'intensità enormemente più elevata di quella delle altre sorgenti ed è quindi capace di catturare particolari altrimenti invisibili.



al Museo Correr di Venezia, il solo con canne di carta ancora esistente, capace di sonorità adatte ai palazzi nobili del XV secolo, che fece mostra di sé negli studi di Isabella d'Este e ispirò Leonardo da Vinci per il disegno dei suoi organi portativi.

Un altro viaggio nel tempo ha riportato i ricercatori, insieme agli archeologi dell'ateneo triestino, ai tempi d'oro di Pompei. Tracce di inchiostro rimaste in un calamaio ritrovato all'interno di una domus sommersa dalle ceneri dell'eruzione del Vesuvio, sono state analizzate con la luce di sincrotrone

da Zanini e da Lisa Vaccari. Sfruttando in particolare la componente infrarossa, capace di registrare le vibrazioni atomiche tipiche di un certo composto e non di un altro, hanno potuto capire quali molecole fossero presenti. Tanto da riscrivere, con uno studio in parallelo sulle fonti originali di epoca romana e poi medievale, parte della storia del passaggio dall'inchiostro antico a quello moderno.

«Abbiamo a disposizione uno strumento capace di svelare i segreti strutturali microscopici di tutti questi oggetti e materiali senza danneg-

giarli», conclude Zanini. «Ma è nella collaborazione con archeologi, filologi e restauratori che le sue potenzialità analitiche possono dare il loro massimo contributo, calando i dati scientifici nella dimensione storica. Per ricostruire ad esempio l'evoluzione di una tecnologia, comprendere la natura intima di un'opera, qualche volta per meglio intuire, addirittura, le intenzioni e i sentimenti dell'autore. In ogni caso, per indagare le cause di insuccesso di alcuni progetti di conservazione del passato e progettare modalità di conservazione che meglio tutelino i beni della nostra tradizione artistica».

INVISIBLE

«Abbiamo la certezza al cento per cento che si tratta dell'originale». Così, nell'agosto del 2006, dichiarava il capo della polizia norvegese di fronte al ritrovamento del celeberrimo quadro L'urlo di Edvard Munch, rubato dal Munchmuseet di Oslo due anni prima. Ma come distinguere un'opera da una sua copia perfetta? La marcatura degli oggetti artistici è una questione che non ha ancora trovato una soluzione efficace che garantisca la necessaria sicurezza e, nel contempo, il rispetto dell'integrità dell'opera.

Questa esigenza ha portato un gruppo di ricercatori di Sincrotrone Trieste, sotto la responsabilità di Luca Gregoratti e in collaborazione con il Consorzio Area Science Park e con la Direzione Regionale per i Beni culturali e Paesaggistici del Friuli Venezia Giulia, a progettare una nuova tecnologia per la produzione di marchi con funzione antictraffattiva, ma anche di riconoscimento e di catalogazione, per una vasta gamma di beni e materiali. L'ingrediente fondamentale utilizzato dai ricercatori per la produzione dei marchi è un sale poco costoso e facilmente reperibile nei laboratori di chimica: il fluoruro di litio. «La ricetta - spiega la giovane ricercatrice Giuseppina Palma che ha partecipato al progetto - prevede di esporre questo sale alcalino alla radiazione di sincrotrone, che ne modifichi in modo caratteristico alcune proprietà fisico-

chimiche». Questo fa comparire nel materiale i cosiddetti centri di colore: piccole zone, invisibili a luce naturale, ma fortemente fluorescenti (e in modo unico e caratteristico proprio come è unica un'impronta digitale) se illuminate da un fascio di luce ultravioletta di determinata lunghezza d'onda. Una volta attivato dalla radiazione di sincrotrone, il fluoruro di litio diventa così un pigmento invisibile da trasformare in un marchio o in un codice, o da sciogliere in una vernice o in un inchiostro, che non danneggino in alcun modo la superficie sottostante e, per di più, che possano essere rimossi, ma solo da chi li abbia in precedenza posizionati in un punto conosciuto. Un dipinto o un documento, una scultura o un monile antico che siano stati contrassegnati potranno così, in un secondo momento, essere rintracciati in modo inequivocabile. Per com-

pletare l'invenzione i ricercatori hanno infatti ideato due speciali rivelatori. Il primo è un dispositivo portatile che garantisce il livello base di sicurezza, poiché verifica la presenza del pigmento illuminando direttamente la superficie dell'oggetto con

una luce ultravioletta specifica; il secondo uno strumento capace di identificare la particolare fluorescenza prodotta solo e soltanto da quel marchio (ovvero il suo spettro di emissione) una volta che è stato illuminato.

La tecnologia *Invisible*, oggetto di più brevetti fra il 2007 e il 2009, è già stata sperimentata e impiegata con successo nella marcatura di monete di epoca romana e di altri reperti provenienti da alcuni musei del Friuli Venezia Giulia, come quello di Cividale e quello di Aquileia. Anche se i ricercatori del Laboratorio Elettra si stanno in particolare dedicando alle applicazioni del metodo in ambito artistico, studiando nuove soluzioni tecnologiche per perfezionare l'applicazione del marchio in base all'opera da contrassegnare, le caratteristiche di *Invisible* permettono di pensare all'utilizzo di questo pigmento nei contesti più diversi. Dalla catalogazione dei documenti antichi, alla marcatura antictraffattiva di prodotti d'alta moda. Con il solo limite della fantasia.

Una traccia nascosta per smascherare opere d'arte e prodotti griffati contraffatti

Scegliere le *tecniche corrette*

LA DIAGNOSI PRIMA DI TUTTO

Marco Milano

P

Prima di qualunque intervento di restauro è indispensabile effettuare una diagnosi dell'opera d'arte su cui si intende intervenire, non solo per assicurarsi che il restauro sia corretto, risparmiando tempo ed eventuali errori ai restauratori, ma anche per individuare il valore aggiunto che l'opera potrebbe avere. Diagnosticare, in questo caso, è del tutto paragonabile alle fasi che precedono la cura di un malato in medicina, e qui il malato è un'opera d'arte. I risultati ottenuti permettono una maggiore conoscenza dell'opera e delle condizioni in cui si presenta oggi, nelle sue caratteristiche chimico-fisiche. Non è raro che un intervento di recupero possa portare, come vedremo, a piacevoli sorprese.

I MATERIALI

Una prima classificazione di un'opera d'arte è un passo importante per definire una procedura di conservazione e restauro che siano di successo. È utile inquadrare un manufatto in una categoria, certamente non perché ci si possa confondere fra un quadro e una scultura. Ma se quest'ultima è di legno di pietra oppure rivestita in ceramica, le cose cambiano considerevolmente. Le fasi di studio e intervento variano a seconda del tipo di materiale di cui è costituito un manufatto; una precisa classificazione dell'oggetto può consentire un riferimento a dati esistenti e relativi ad opere analoghe sulle quali si sono già avuti degli interventi. Sono dati solitamente raccolti in database disponibili per i singoli operatori privati o aperti alla consultazione pubblica, se si tratta di documentazione accademica.

È possibile sintetizzare le principali categorie di materiali per l'arte in:

1. *materiali pittorici (riferiti a dipinti e affreschi)*
2. *lapidei (ovvero sculture, facciate e strutture architettoniche)*
3. *metallici*
4. *lignei*
5. *cartacei/fotografici*
6. *tessili*
7. *ceramici*
8. *manufatti in vetro*

All'interno di ognuna di queste categorie troviamo poi delle classificazioni ulteriori che introducono differenze significative per quanto riguarda gli interventi di conservazione e restauro.



Così come farebbe un dottore con il suo paziente, il restauratore deve conoscere a fondo il suo "malato". Con le tecniche diagnostiche si ottengono le informazioni di base per salvare un'opera d'arte



COSA HA CAUSATO IL DEGRADO DELL'OPERA?

Agenti atmosferici, ambiente di conservazione, uniti al decadimento naturale della materia di cui è costituito un monumento o un manufatto causano dei danni agli oggetti d'arte, non sempre reversibili e curabili attraverso un restauro.

Gli effetti di questi componenti sono visibili attraverso la comparsa di prodotti di degrado che variano a seconda del tipo di materiale costituente l'opera e dei fenomeni di interazione con agenti esterni. I danni possono essere di natura estetica, strutturale o chimico-fisica. Queste tre tipologie si possono presentare in concomitanza tra loro e sono comunque strettamente legate.

I prodotti di degrado più comuni sono patine, croste, prodotti di corrosione, danni meccanici, danni biologici. Questi ultimi possono provocare tutte le tipologie di danno riscontrabili, a seguito di attacchi di organismi biodeteriogeni, in particolar modo per materiali lapidei e strutture architettoniche.

Fig. 1 - esempio di termografia su facciata architettonica

*** Biodeteriogeni**

Per 'biodeteriogeni' si intende una categoria di funghi che, attraverso la produzione di pigmenti, enzimi o acidi organici, può deteriorare i materiali costitutivi di opere, strutture, oggetti creati dall'uomo in genere, e quindi anche opere d'arte, causando un danno a volte irreversibile. I funghi possono essere 'autotrofi' (cioè sintetizzano

il proprio nutrimento da sostanze inorganiche) o 'eterotrofi' (incapaci di sviluppare nutrimento da sostanze inorganiche).

I foto-autotrofi, come batteri, muschi e licheni, ad esempio, utilizzano il substrato di monumenti in pietra come supporto per accrescersi, causando dei danni sia reversibili che irreversibili.

L'INDAGINE DIAGNOSTICA

Le tecniche diagnostiche sono molteplici ma fondamentalmente ascrivibili a due categorie principali: invasiva e non invasiva. Con questa classificazione si identificano rispettivamente le analisi che prevedono o necessitano di un prelievo di campione dall'oggetto in esame e quelle che consentono di ottenere informazioni senza un diretto contatto con l'opera. Il criterio generale è comunque quello di limitare al massimo le azioni invasive sull'opera, cercando di ottenere la maggior parte delle informazioni utili da indagini non invasive. Quando questo non è possibile si procede con un prelievo di piccole quantità di materiale - senza comunque compromettere l'aspetto dell'opera - effettuato, tendenzialmente, in punti critici e potenzialmente ricchi di informazione. Si tratta di un lavoro di sinergia tra potenzialità tecnico-scientifiche disponibili e pregresse conoscenze sulla 'storia' di un oggetto, conoscenze che possono variare di volta in volta.

Superata la fase critica di eventuale campionamento, si procede alla scelta della tecnica d'analisi più adatta al campione disponibile.

È necessaria una solida preparazione specifica per valutare quali siano le indagini più opportune.

Si pensi ad un dipinto: la stesura pittorica, su tela o tavola, è costituita da diversi strati, ognuno con una propria caratteristica chimico-fisica e un distinguibile livello di degrado. Potrebbe rivelarsi necessario adottare sia procedure invasive che non invasive. Le caratteristiche 'morfologiche', cioè di struttura superficiale, si possono ottenere attraverso l'uso di microscopia ottica o elettronica, in questo caso ci sarà 'invasività'. Per tutti gli strati componenti il dipinto, e distinguibili nella stratigrafia del campione, è possibile scegliere tra svariate tecniche 'spettroscopiche', basate sul fenomeno di interazione della luce col campione. Per i pigmenti ci si potrà quindi riferire a spettroscopie 'di superficie' quali SEM-EDX, XPS, Micro FT-IR, RAMAN. Per leganti, vernici e coloranti, si useranno tecniche cromatografiche. Queste comprendono entrambe le condizioni di invasività e non invasività.

Con procedure analoghe si possono analizzare le altre tipologie di opere d'arte.

LE TECNICHE

Invasive e non invasive, di superficie e di profondità: queste le primarie classificazioni delle tecniche diagnostiche.

La microscopia ottica ed elettronica sono tecniche utili per avere informazioni sulla morfologia e la stratigrafia di un campione (ad esempio per individuare gli strati componenti un dipinto), usate spesso per studiare l'opera prima di introdurre tecniche più complesse.

Così come l'interazione tra luce visibile e occhio umano è il fenomeno fisico che regola la vista, la risposta di un oggetto a diverse radiazioni elettromagnetiche può fornire informazioni di vario genere, a seconda della natura dell'onda elettromagnetica e dell'oggetto.

È noto che i raggi X sono di supporto in medicina per uno studio preventivo dell'organismo umano. Analogamente, le 'tecniche spettroscopiche' sfruttano le informazioni ottenute dall'interazione radiazione-materia per comprendere lo stato di un'opera.

Diverse le tipologie di spettroscopia: la FTIR si basa sull'interazione del campione con radiazione riflessa che cade nell'infrarosso; la spettroscopia RAMAN è complementare all'IR, e utilizza un laser come radiazione. Queste tecniche studiano l'assorbimento dell'energia da parte delle molecole e forniscono informazioni sulla composizione chimica dei campioni, come ad esempio i pigmenti contenuti in una pittura.

Di superficie sono anche la riflettografia infrarossa e la fluorescenza UV e UV riflessa che sfruttano la radiazione nell'ultravioletto.

Funzione analoga a queste la svolge la termografia: nel caso di un dipinto, essa individua la presenza di ritocchi, distacchi, ridipinture e strati di vernici o cere.



*Con la diagnostica
si possono scoprire
le caratteristiche
intime dell'opera,
come la firma nascosta
dell'artista*

Le tecniche nucleari PIXE e PIGE, non distruttive e applicabili a una vasta gamma di beni culturali, "vedono" direttamente i nuclei degli atomi e danno quindi un'informazione sia qualitativa che quantitativa.

Un'altra tecnica non invasiva, fondamentale per diagnosticare e classificare il danno biologico è la LIDAR a fluorescenza: uno strumento di telerilevamento attivo (analogo ottico del RADAR) che consente, tramite il fenomeno di fluorescenza indotta dal laser, di riconoscere i danni biologici e caratterizzare i materiali costituenti un monumento lapideo.

Esempi di tecniche di 'profondità', che cioè agiscono nella parte più massiva di un campione, sono le spettroscopie a Raggi X come l'XPS o la SEM/EDX. Così come la LIBS e le tecniche cromatografiche consentono di isolare le specie chimiche presenti nell'oggetto analizzato ma sono parzialmente distruttive del campione.

IL VALORE

Si conosce davvero il valore artistico di un'opera d'arte? La domanda è sensata perché è possibile che le informazioni storico-artistiche di un quadro, una scultura o manufatto d'altro tipo non siano complete, ovvero non siano sufficientemente note a chi gestisce o possiede l'opera. In questo senso, le indagini diagnostiche possono dare informazioni precise mediante l'uso di tecniche 'ottiche' non invasive, che non prevedono campionamenti e pre-trattamenti della zona che si vuole studiare. La riflettografia infrarossa permette l'individuazione delle tecniche esecutive, lo studio stilistico del disegno preparatorio e il riconoscimento di firme, iscrizioni o date. Questa tecnica è usata principalmente nel campo della documentazione e dei dipinti su tela e tavola. Analogamente, il confronto tra la riflettografia IR e la fluorescenza UV può individuare sostanze presenti sull'opera ma appartenenti a epoche diverse, magari perché tipiche di tecniche artigianali che hanno una loro precisa datazione d'inizio. In questo modo si giunge a una collocazione temporale più precisa. Dalle indagini strumentali possono anche emergere particolari non visibili a occhio nudo, e quindi alcuni dei segreti custoditi dall'opera.



*Fin da tempi
preistorici il
legno è stato
usato per molti
scopi, compresi
quelli artistici*

Trattare un *materiale delicato*

LA FRAGILITÀ DEI REPERTI IN LEGNO

Marco Milano

P

Per la sua facile reperibilità e lavorabilità, il legno è stato sempre, in passato e in epoca moderna, un materiale molto utilizzato. Fin dai tempi preistorici il legno è stato sfruttato per la realizzazione di utensili, armi, imbarcazioni, costruzioni e anche per scopi artistici, ad esempio nella realizzazione di statue o come supporto per i dipinti. Il potenziale patrimonio culturale in legno è perciò vastissimo. Tuttavia la sopravvivenza e resistenza dei manufatti lignei presenta diverse criticità.

LA STRUTTURA

La duttilità e la scolpibilità sono solo alcune delle caratteristiche fisiche che hanno fatto del legno un materiale preferenziale in molte applicazioni.

Il risultato visibile della lavorazione del legno, sia in termini artistici sia funzionali e di costruzione, dipende strettamente dalle proprietà fisico-strutturali e fisico-chimiche del materiale.

Per conoscere appieno un bene artistico ligneo bisogna partire dalla sua struttura materica e dalle sue forme di invecchiamento.

I componenti principali del legno sono la cellulosa (per un 60% del peso), la lignina (20-30%), componente che determina compattezza e durezza del legno e l'acqua (per una percentuale molto variabile).

Per specie legnosa si indica la categoria che individua l'albero da cui è ricavato il legno in esame. Quando la caratterizzazione non è possibile, viene indicato il taxon, o unità tassonomica, cioè una categoria indeterminata di ordine superiore, come ad esempio la famiglia o il genere botanico.

La determinazione della specie legnosa di un manufatto deve essere effettuata per fasi successive: prima con l'osservazione macroscopica, che si basa sull'individuazione dei caratteri del legno visibili ad occhio nudo, quindi con la verifica microscopica con l'ausilio di tecniche ottiche, che prevede quasi sempre un campionamento.

I legni si possono suddividere tra legni duri - come la quercia, il noce, il bosso, il pero, il ciliegio - e legni teneri - ad esempio il cirmolo, il pioppo, il tiglio e l'abete.



Le patologie

Per comprendere in maniera completa i danni subiti dal legno nel tempo e le sue patologie, bisogna considerare questo materiale come un organismo che continua a vivere. Anche dopo secoli dall'abbattimento dell'albero e la realizzazione di un manufatto, il legno continua la sua evoluzione e l'interazione con l'ambiente esterno.

Quando le sue capacità di adattamento ai fattori esterni non sono sufficienti, il legno va incontro a tre possibili tipi di patologie:

* *le patologie fisiche*

Un ruolo determinante è dato dalla quantità di acqua nella struttura del legno. La sua presenza può provocare fenomeni di degrado, soprattutto di tipo chimico e biologico.

In generale il legno possiede una grande affinità verso le molecole d'acqua presenti nell'ambiente di conservazione, per via della natura chimica della cellulosa. Inoltre, negli alberi viventi e in quelli appena tagliati, è sempre presente dell'acqua allo stato liquido o gassoso (umidità del legno). Il contenuto d'acqua determina variazioni più o meno significative del volume e della massa del legno. Con il passare del tempo il problema principale è la disidratazione, processo che può portare allo sgretolamento del manufatto.

* *la patologia vegetale*

Il legno può essere aggredito da organismi vegetali quali muffe o funghi. In questi casi si interviene innanzitutto ristabilendo il giusto grado di umidità dell'ambiente. In seguito si agisce sia meccanicamente, con bisturi, per asportare i funghi, e poi chimicamente con fungicidi.

Esempi tipici di questa patologia sono la carie bianca e la carie bruna, che si manifestano con variazioni del colore del legno. I rimedi sono molteplici e possono andare dall'eliminazione delle parti colpite alla sostituzione con tasselli di legno sano

* *la patologia animale*

È quella dovuta a infestazioni da insetti xilofagi, come il tarlo dei mobili, nella maggior parte dei casi causata dall'incuria dell'uomo.

Il primo rimedio possibile contro questi insetti è la cura dell'ambiente, preferendo luoghi di conservazione ben areati, luminosi e non eccessivamente umidi.

In passato veniva utilizzato il petrolio per la disinfestazione, iniettandolo direttamente nei buchi di sfarfallamento. Oggi esistono diversi insetticidi non tossici per l'uomo, ma non sempre efficaci. Queste sostanze infatti difficilmente riescono a raggiungere le uova e quindi a debellare definitivamente il problema. Un'alternativa interessante è data dalla più moderna tecnologia a microonde. Così come si riscaldano i cibi, si inserisce l'oggetto in legno con questa patologia in un forno di dimensioni adatte e con le radiazioni a microonde si uccidono gli insetti, senza compromettere il legno.

LA DIAGNOSTICA

L'uso di due tecniche, la dendrocronologia e il metodo del C14, offre la possibilità di datare un reperto. Quest'eventualità è possibile, tuttavia, solo in alcune circostanze dal momento che entrambe le metodologie risentono di margini di errore consistenti.

La dendrocronologia si basa sull'analisi degli anelli di crescita di un albero, visibili nella sezione di un campione. La vita di un tronco, infatti, è associata al numero degli anelli. Questa tecnica consente di avvicinarsi apprezzabilmente all'età giusta dell'albero di provenienza solo laddove sia visibile una quantità consistente di anelli di crescita. Preferibilmente si agisce con analisi comparate, riferendosi a dati già documentati sul reperto ligneo o utilizzando ad esempio il metodo del C14.



* *Le analisi più comunemente usate*

Le fasi di analisi diagnostica cominciano da tecniche più semplici quali la microscopia ottica. In questo caso, il campionamento utile del legno varia in base alla modalità di taglio. Si può così operare in cross section e stabilire la stratigrafia dell'oggetto analizzato stabilendo, ad esempio, se sotto la verniciatura di un mobile antico ci siano strati di imprimitura (cioè la preparazione del supporto pittorico) o per osservare la successione degli strati di pittura di una statua, per conoscerne lo spessore e la dimensione.

Osservare invece una sezione sottile consente di stabilire il tipo di legno, i materiali organici presenti in un mobile (come l'osso, il cuoio, l'avorio) di effettuare una prima stima della struttura e della

solidità del legno, oltre che i tipi di alterazione presenti.

Analisi chimiche o microchimiche caratterizzano in modo più specifico le componenti osservate in microscopia. Se si osserva cioè la presenza di una vernice, è utile sapere di che tipo si tratti per poi operare correttamente nel restauro. Le tecniche spettroscopiche comprendono la spettroscopia atomica, come la fluorescenza a raggi X o la spettroscopia ottica di emissione (studio di pigmenti, sali, composti inorganici in generale); la spettroscopia molecolare, come la spettroscopia di emissione UV (analisi qualitativa di solventi, lacche, coloranti) e la spettrometria di assorbimento IR (analisi qualitativa e semiquantitativa di quasi tutte le sostanze).



In questo caso si misura la radiazione residua degli atomi di C14 presenti in qualsiasi sostanza organica. Anche questa tecnica ha un margine d'errore molto ampio, di circa trecento anni, ed è applicabile quindi solo ad oggetti molto antichi.

IL RESTAURO

Con le tecniche citate in precedenza, si avranno già a disposizione i dati inerenti l'età e le caratteristiche materiche dell'opera da recuperare. A questo punto gli interventi di restauro possibili rientrano nelle seguenti categorie: restauro conservativo, nel quale si agisce sulle parti degradate o scollate dell'oggetto in legno, senza aggiungere o togliere nulla, salvaguardando gli interventi originali, come le verniciature o le patine; restauro integrativo, che comprende operazioni di ripristino di parti mancanti, essenziali affinché il manufatto da restaurare riprenda la sua normale funzione, cercando il più possibile di non introdurre elementi estranei allo stile proprio dell'oggetto.

A questi si può aggiungere il restauro antiquariale, relativo specialmente a mobili antichi, che cerca di riportare l'oggetto d'antiquariato il più vicino possibile all'aspetto originale documentato.

Consideriamo il caso di una scultura lignea da restaurare che presenti degli strati di pittura. Il maggior problema che si presenta per una statua di questo tipo riguarda le policromie - l'applicazione di molti colori sul supporto - e la necessità di eliminare patine superficiali o sopperire a sbiadimenti e perdita di colore. Questi elementi di degrado possono essere causati da fattori naturali - dovuti al tipo di materiali e alla loro interazione con l'ambiente - o a all'intervento dell'uomo - antiche opere di restauro o deterioramento da inquinamento, come il fumo delle candele in una chiesa. Per pulitura si intende la rimozione di materiali alterati o alteranti dalla superficie dell'opera.



Nel 1999, in quello che fu il porto di Pisa, sono stati ritrovati i relitti di 16 navi risalenti al periodo tra il V secolo a.C. e il V secolo d.C. in buono stato di conservazione

Dopo una prima fase di analisi, scientifica e documentaristica, necessaria per conoscere eventuali precedenti restauri o manomissioni, si procede con i tasselli di pulitura, piccoli saggi di pulitura che hanno lo scopo di valutare la presenza di policromie sottostanti a quella visibile.

I mezzi di pulitura possono essere meccanici, come il laser, le micro sabbiature e il bisturi, con la rimozione diretta delle componenti estranee da asportare; chimico-fisici, che utilizzano solventi reattivi per ammorbidire ed eliminare chimicamente gli elementi e le patine coprenti lo strato pittorico; biologici, che fanno uso di particolari enzimi per eliminare sostanze di natura organica. Quest'ultimo è il metodo più di frontiera e richiede, più di altri, la presenza di un operatore esperto.

QUANDO IL LEGNO È MOLTO ANTICO: DALLE NAVI ROMANE ALLE STATUE EGIZIE

Le problematiche che si riscontrano durante uno scavo archeologico sono molteplici, la maggior parte affrontabili con le tecniche scientifiche sopra citate. L'elemento fondamentale da constatare è la presenza o meno di acqua nel reperto, e, se c'è, in che quantità. Il contenuto d'acqua è indice immediato per valutare il degrado.

Nel legno da scavo archeologico, pregno d'acqua nelle sue cavità cellulari, il degrado della cellulosa porta alla formazione di microporosità, che aumentano la permeabilità del materiale. Come conseguenza, si riscontra un riempimento di questi 'micro' spazi vuoti con acqua. La presenza d'acqua rende l'intervento di recupero molto delicato. Questi reperti infatti non possono essere esposti all'aria senza che l'acqua evapori provocando il collasso del legno. È indispensabile quindi che venga preservato il livello di umidità del legno, passando a una sostituzione dell'acqua con altre sostanze impregnanti per evitare che il legno collassi in mancanza di stabilità strutturale interna. In questo modo si restituiscono le caratteristiche meccaniche originarie del legno e si stabilizza il controllo degli scambi di umidità con l'esterno.

Come impregnanti sostituti dell'acqua, si scelgono sostanze naturali. Fra le più ampiamente utilizzate ci sono alcuni zuccheri, come il saccarosio, e la resina colofonia.



* *Tecniche per il legno imbibito*

La caratterizzazione chimica del legno imbibito, e delle sue forme di degrado, può essere fatta mediante tecniche standard utilizzate per legno in condizioni normali, con alcune modifiche dovute soprattutto alle dimensioni ridotte dei campioni prelevati. Ci si riferisce in particolare all'analisi termo-gravimetrica e termica differenziale che con-

sente di stabilire la quantità di componenti principali come la lignina e la cellulosa. I risultati ottenuti, comparati con quelli di un campione fresco, consentono di dare una prima valutazione del degrado. L'applicazione poi di tecniche quali la diffrattometria a raggi X può fornire informazioni sul meccanismo e l'andamento del degrado.

Il fine non è di tipo estetico ma strutturale e deve seguire il principio del minimo intervento. Al contempo si deve cercare di ottenere ritiri trascurabili del legno nella fase finale di essiccazione. Bisogna poter contare sulla reversibilità del processo e avere compatibilità del legno coi materiali utilizzati.

Nel caso invece di ritrovamenti di legno asciutto, il maggior problema per una efficace conservazione, sta nella sua fragilità. In questo caso, è necessario utilizzare degli strumenti di supporto per facilitare il trasporto dei reperti. Si può operare al prelievo anche con parte del sedimento su cui è adagiato il reperto.

Un caso eclatante di recupero archeologico di beni in legno, è il ritrovamento di navi antiche, in buono stato di conservazione, in quello che fu il porto di Pisa. Il primo rinvenimento risale al 1999, nella zona della stazione di Pisa San Rossore. Il patrimonio dello scavo comprende sedici relitti di navi - tra cui tre navi onerarie, due battelli fluviali e una nave da trasporto veloce - risalenti ad un periodo tra il V secolo a.c e il V d.c., circondati da molti oggetti facenti parte del carico e del corredo di bordo, conservati in buono stato fino ad oggi grazie all'assenza di ossigeno nei livelli sabbiosi.

Si annoverano tra questi 400 anfore di varia produzione, cesti e gomene intatti, sandali e grembiuli in cuoio, stoviglie, attrezzi di artigianato navale, monete, ceramiche corse e iberiche, bruciapfumi. E ancora strumenti di bordo, argani, ancore, aghi per le vele, stili e tavolette di cera. Il "Cantiere delle navi antiche di Pisa" con il relativo "Centro di restauro del legno bagnato" sono nati con l'obiettivo di recuperare e conservare i relitti, e ottenere il maggior numero di informazioni per ricostruire la storia del porto.

Salvare i dipinti

L'IMPORTANZA DELL'ARTE PITTORICA

Marco Milano

T

Tra tutte le forme d'arte, la pittura può godere certo di un posto privilegiato. La facilità della sua fruizione (basta 'osservare' un dipinto bidimensionale, a differenza di una scultura o di un più complesso sistema architettonico, ad esempio), unita alla facilità di spostamento delle opere su tela e alla economicità delle riproduzioni fotografiche, rendono la pittura un elemento cardine nel settore dei beni culturali.

I progressi fatti nel corso dei secoli negli interventi di conservazione e restauro e, più recentemente, nelle applicazioni di metodi scientifici e nuove tecnologie, hanno accresciuto l'indiscutibile fascino che questa forma d'arte esercita sul grande pubblico. Tuttavia, l'attuale disponibilità bibliografica riguardo il restauro di dipinti su tela e tavola è relativamente 'sguarnita'. Si rende necessario avere delle linee guida almeno generali sulle tecniche di base di restauro.

È importante quindi rendere le informazioni riguardo la pittura e i dipinti alla portata di chiunque voglia avvicinarsi e gestire il patrimonio, in un'ottica di un più completo background culturale.



Conoscere la struttura dei dipinti: supporto, pigmento e legante

Un dipinto è sempre composto schematicamente da un supporto, da uno o più strati di preparazione, dallo strato pittorico e da vernici di protezione. Queste componenti riguardano in particolare la pittura più antica perché in quella contemporanea le tecniche pittoriche si sono enormemente diversificate.

- ❖ Per **supporto** si intende il materiale che sostiene il dipinto: una tela, una tavola di legno, carta, stoffa, ceramica, l'intonaco di un muro. Pensando alle primissime espressioni d'arte dell'uomo, di migliaia d'anni fa, anche la parete di una grotta può essere considerata supporto. Quest'ultimo, quindi, è parte integrante dell'opera d'arte. Su di esso viene steso lo strato preparatorio che lo rende abile a ricevere il colore, generalmente costituito da composti di gesso. Il **supporto** è uno degli elementi chiave per capire come sia cambiata l'arte nel corso del tempo; basti pensare alla rivoluzione dei supporti fotografici e digitali in epoca moderna.

- ❖ Il **pigmento** (cioè il materiale colorato in forma di polvere fine) e il **legante** sono i costituenti dello strato pittorico; essi sono miscelati e stesi sul supporto. Tra tutti gli strati componenti un dipinto, quello che determina maggiormente il colore è proprio il **pigmento**, dal momento che il **legante** e le vernici protettive sono trasparenti alla luce e quasi incolore. I parametri che determinano le caratteristiche visibili del colore sono le dimensioni dei grani in polvere di cui è costituito il **pigmento**, la tonalità del suo colore e la sua concentrazione nel **legante**.
Dal punto di vista chimico - ne parliamo perché è un dato necessario per capire come procedono le analisi di caratterizzazione e restauro di un dipinto - un **pigmento**, a differenza del **legante**, non è solubile, è stabile e resistente ad agenti potenzialmente dannosi, ed è inerte verso i componenti con cui viene miscelato.
Può essere di natura organica o inorganica. Nel primo caso i **pigmenti** hanno origine sia vegetale che animale, come ad esempio alcuni tipi di lacche (le robbe e il carminio). Gli inorganici, invece, sono costituiti da ossidi di vari metalli e hanno una struttura cristallina.

- ❖ In modo particolare per i dipinti dei secoli passati, il **legante** è il secondo materiale protagonista del colore visibile: esso consente al pigmento, costituito da polvere, di essere steso sul supporto. Dalle analisi si ricava che quasi tutti i tipi di **legante** sono trasparenti e incolore; nei casi in cui i leganti aggiungevano una lieve componente cromatica gli artisti del passato la sfruttavano come elemento espressivo. Rispetto a quelli moderni, polimerici, è interessante notare come i leganti che ci pervengono dai secoli passati si trovino in un migliore stato di conservazione.
Infine, i componenti base delle **vernici protettive** sono le resine vegetali o sintetiche.

Le tecniche pittoriche: come riconoscerle?

Prepararsi al restauro di un dipinto, significa anche poter riconoscere la tecnica pittorica di realizzazione, individuabile in base al tipo di legante utilizzato.

- ❖ L' **affresco** è una tecnica antichissima. Lo strato pittorico viene fatto legare a un intonaco umido: il colore viene così inglobato chimicamente per un tempo illimitato.
- ❖ Nell' **encausto**, tecnica pittorica utilizzata fin dall'epoca degli antichi egizi, il pigmento viene fatto legare con la cera d'api liquida, stesa a caldo su tela o legno.
- ❖ Nella **tempera** i pigmenti in polvere vengono legati con diverse sostanze, fra le quali anche il tuorlo d'uovo, che li trasformano in impasti definiti 'tinta', facilmente stendibili su svariati supporti.
- ❖ Nella pittura a **olio**, che si è sviluppata in Italia alla fine del '400, si utilizzavano come mezzo legante gli oli siccativi che, a differenza di altri (come l'olio di oliva), seccano all'aria, generando un film sottile. In questo genere di pittura la miscela di pigmento e legante può essere stesa su diversi supporti, come una preparazione secca su muro, tavola o stucco.
- ❖ Si hanno anche le **tecniche miste**, utilizzate nella fase storica di passaggio dalla tempera all'olio. In esse si utilizzarono delle miscele di leganti della tempera e dell'olio.



I VANTAGGI

Comprendere lo stato attuale di un dipinto è fondamentale non solo per agire correttamente in una fase di restauro ma anche per attribuire il vero valore storico-artistico dell'opera. In quest'ottica è bene tener presente la necessità di compartecipazione di diverse 'professionalità' nella gestione di questo tipo di patrimonio artistico. Per descrivere globalmente un dipinto è necessario cioè 'far parlare' sia i documenti storici che ne riportano la genesi e la storia sia ricorrere all'aiuto di analisi scientifiche.

La domanda di grado zero che ci si deve porre è la seguente: osserviamo il dipinto in questione davvero come ce l'ha lasciato il pittore? La risposta definitiva, che deve trovare accordo con i dati della storia dell'arte, sta nella chimica e nella evoluzione dei materiali costituenti l'opera.

Se un quadro ha un aspetto estetico differente da com'era inizialmente, dipende infatti da trasformazioni chimiche irreversibili: un cielo che diventa verde, ad esempio, dipende da una facile trasformazione del pigmento azzurrite in un composto del rame. Anche nel primo periodo storico di utilizzo della scienza a favore dell'arte (fine del XVIII secolo, quando la chimica vide la sua prima applicazione proprio nei materiali degli artisti), erano gli stessi storici dell'arte che iniziavano a cercare aiuto nelle analisi scientifiche per conoscere la vera struttura dei dipinti.





* *L'utilizzo di società specializzate in diagnostica*

Non sono molte le società private in Italia che operano nella diagnostica a sostegno della conservazione e restauro dei dipinti. Sono ancor più 'di nicchia' quelle che si dedicano alle indagini di ottica non invasiva, utilizzando tecniche quali la riflettografia IR.

Tra le principali presenti sul territorio, che fanno uso di queste tecniche, si possono menzionare Lambda s.p.a., Bresciani s.r.l. e Editech srl. Art-Test ha sede a Firenze e offre servizi ad enti pubblici e a privati. In questo campo Art-Test ha contribuito con la realizzazione di uno 'scanner' per

riflettografia IR, prototipo unico nel settore. La società ha all'attivo indagini su dipinti di altissimo pregio, casi che hanno raggiunto il grande pubblico attraverso la stampa. Grazie alle indagini condotte da Art-Test si sono scoperti dettagli nascosti, come l'autoritratto di Caravaggio nel suo "Bacco" conservato agli Uffizi, e si è potuto attribuire a Raffaello un dipinto ritrovato nei depositi della Galleria Estense di Modena. Le analisi condotte sono state essenziali anche per il recente restauro del Compianto su Cristo Morto di Giovanni Bellini.



IL SUPPORTO

Una branca specifica della botanica, come la dendrocronologia, unita all'archeometria, può, in alcuni casi, fornire informazioni sull'età del supporto in legno e quindi del dipinto, andando ad analizzare la sezione degli anelli di crescita del legno. Questa tecnica consente anche di correggere un'attribuzione errata di un dipinto, se la datazione del legno non coincide con i dati a disposizione sulla biografia dell'artista.

È poi necessario analizzare gli strati componenti il dipinto. È consueto procedere con un micro campionamento che consenta di osservare e studiare la sezione stratigrafica dell'opera in microscopia ottica. Con l'ausilio di tecniche spettroscopiche di superficie è possibile valutare la composizione chimica di singoli strati. Generalmente è sempre preferibile utilizzare tecniche non invasive, cioè che non richiedono campionamento (ne abbiamo parlato nel capitolo precedente), o quantomeno effettuare dei 'microcampionamenti'. I pigmenti possono essere individuati, chimicamente, con *spettroscopie di superficie*, quali la spettroscopia FT-IR, e la spettroscopia Raman, mentre per leganti e vernici si usano le *tecniche cromatografiche*.

LA VERSIONE ORIGINALE

Il restauro per l'arte pittorica non è sempre stato così come lo si intende oggi. È durante il classicismo (siamo nell'800) che si inizia a sentire l'esigenza di intervenire sui dipinti con un criterio oggettivo ovvero senza compromettere l'idea originale alla base dell'opera. In precedenza spesso si trasformavano le opere d'arte secondo le concezioni estetiche del momento. Laddove in un dipinto deteriorato mancava un elemento, un fiore ad esempio, lo si sostituiva semplicemente con un altro fiore, genericamente inteso. Ogni restauro, quindi, è anche lo specchio di un'epoca. Riportare un'opera "al suo splendore originale" è un'espressione spesso abusata che non trova riscontro nella realtà.

IL RESTAURO

I danni di un dipinto che un restauratore deve fronteggiare possono essere causati sia da fattori ambientali - come l'umidità o l'eccesso di calore - che da fattori biologici (tarli, escrementi di insetti); oppure da fattori intrinseci il dipinto stesso (essiccazione del legante, reazioni chimiche); a questi vanno aggiunti i fattori accidentali (sfondamenti della tela, ad esempio).

Dopo le analisi di cui si è detto, inizia la fase di restauro con operazioni che, tendenzialmente, devono essere reversibili. Se si constata la presenza di sollevamenti, distaccamenti (dove cioè il colore appare non più coeso alla tela), la prima operazione da eseguire è la velinatura. È un'operazione protettiva che consiste nella stesura di un collante sul film pittorico, con l'ausilio di carta giapponese, ad alto grado di assorbimento. La velinatura impedisce il distacco dello strato pittorico nel corso delle operazioni successive.

Se invece si è in presenza di distacchi più consistenti di pellicola pittorica, con il rischio di perderli, si procede con la *fermata del colore*, intervento che richiede l'uso di specifiche colle. Diverse sono le modalità possibili per quest'intervento, tutte relative alla natura chimica dell'adesivo impiegato, dal meccanismo di adesione o dall'applicazione specifica a cui è destinato.

Il *consolidamento del colore* è l'ultimo passo di queste procedure iniziali di risanamento del dipinto, prima di passare a fasi di intervento più 'estese'. Risanare un materiale decoeso significa porre rimedio all'aumento della sua porosità, utilizzando dei consolidanti che devono soddisfare esigenze come la capacità di impregnazione, la stabilità chimica e la compatibilità coi materiali.

La fase di *pulitura* comprende: la rimozione di macchie superficiali, di sporco depositato e parzialmente inglobato sulla superficie del dipinto, l'eliminazione di strati protettivi alterati, e di ridipinture alterate. È un'operazione delicata perché richiede un preciso riconoscimento delle proprietà degli strati in gioco. La composizione dei pigmenti e delle vernici utilizzate può essere molto varia, ed è quindi utile procedere con test preliminari che garantiscano l'innocuità dell'operazione. Dato il suo carattere totalmente irreversibile, infatti, questa fase è senz'altro la più rischiosa di tutta la procedura di restauro di un dipinto. Considerando l'attenzione e delicatezza che un operatore deve mettere nell'uso di solventi e nell'eliminazione di patine (il rischio di compromettere l'opera può essere elevato), negli ultimi anni si sono sviluppate tecniche di pulitura alternativa, più sicure delle tradizionali, come l'uso di enzimi, di tensioattivi e tecnologia laser.

La pulitura è estremamente critica, non solo per la precisione e la delicatezza che richiede, ma anche perché nel tempo, nell'evoluzione delle tecniche di restauro, la si è intesa in più modi. È qui che possiamo incontrare delle attività di restauro influenzate dalla 'mano' del restauratore e da una certa visione artistica contemporanea.

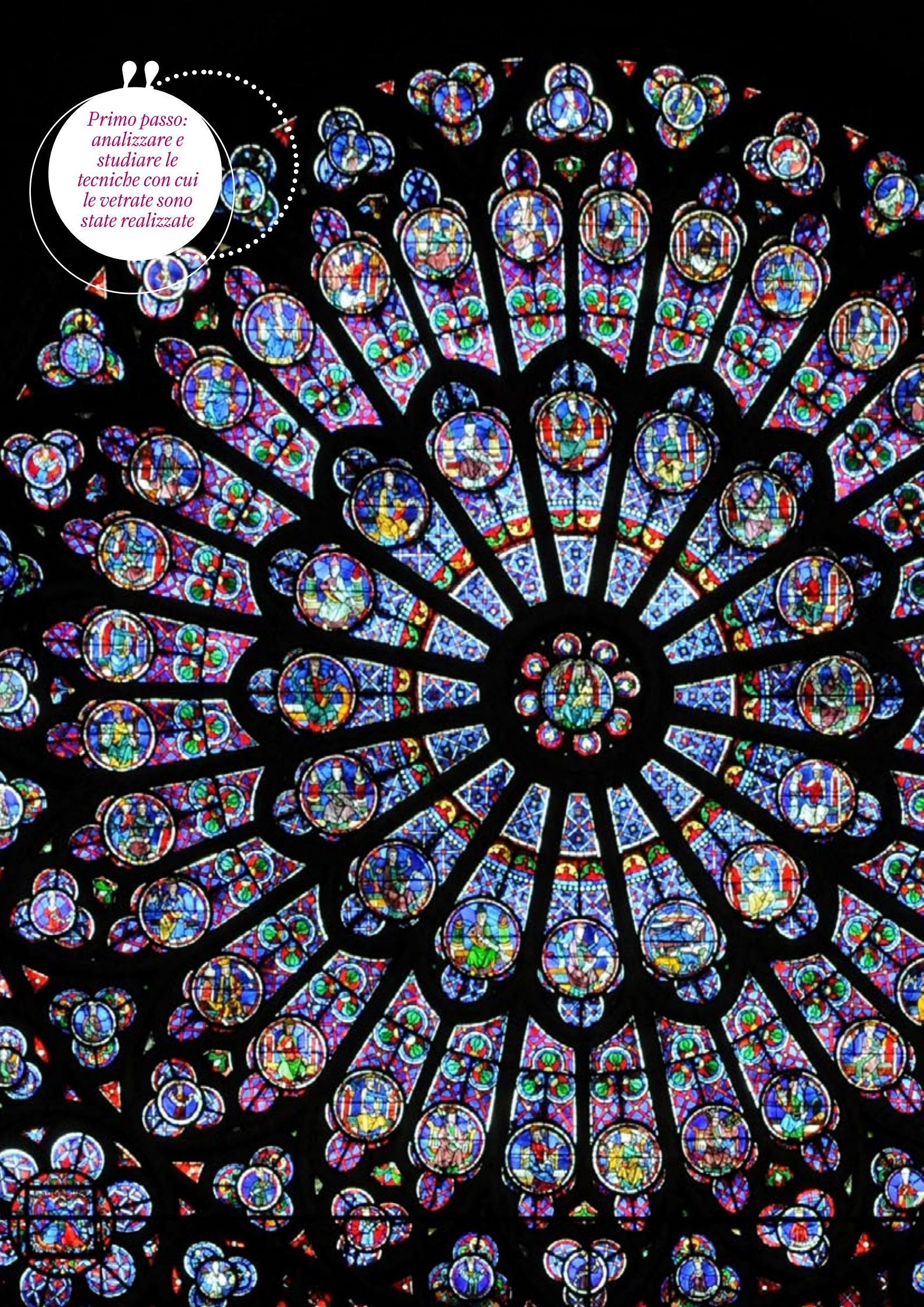
Quando necessario, si distingue l'intervento di ritocco in cinque categorie:



La fase finale: i cinque ritocchi

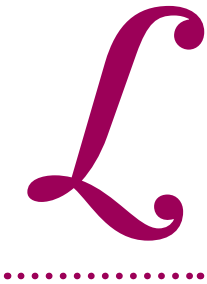
- * il **ritocco normale**, che mira alla restituzione di una visione d'insieme dell'opera, osservata da una normale distanza di osservazione; è un ritocco leggero, quindi, delle parti deteriorate;
- * il **ritocco totale**, mira a un restauro che regga a una osservazione anche molto ravvicinata tentando di soddisfare l'estetica originale del dipinto;
- * il **ritocco neutro** è quello che meno agisce sul dipinto: non si pretende di ricostruire l'aspetto originario dell'opera, ma ci si limita a colmare eventuali lacune con degli stucchi (il quadro si presenta con delle macchie bianche) lasciando la testimonianza del danneggiamento;
- * il **tratteggio**, che è una via di mezzo fra neutro e totale;
- * il **restauro del frammento** interviene nei casi in cui i dipinti sono fortemente danneggiati, cercando di ritoccare al meglio le poche zone che consentono un sensato ripristino della pittura originale.

*Primo passo:
analizzare e
studiare le
tecniche con cui
le vetrate sono
state realizzate*



I MANUFATTI IN CERAMICA E VETRO

Marco Milano



La ceramica è un prodotto che ha origini antichissime, utilizzata fin da epoche preistoriche dall'uomo, per oggetti sia di uso comune che di carattere artistico. Innumerevoli, quindi, le opere ceramiche che necessitano di interventi di restauro.

È un materiale composito inorganico, costituito essenzialmente da minerali a base di silicio: argilla, feldspati, sabbia. La sua enorme diffusione nel tempo è dovuta non solo alla facile reperibilità delle materie prime - il silicio è tra le principali componenti della crosta terrestre - ma anche per la relativa facilità di fabbricazione.

Facendo riferimento alla tecnica più artigianale di produzione - quella relativa cioè ai manufatti più antichi - si possono individuare i seguenti passaggi di lavorazione:

Selezione e lavorazione dell'argilla: qualunque sia il tipo di argilla scelto dall'artista (caolino, argilla sabbiose o refrattarie), questa viene purificata dalle impurità presenti, sciogliendola in acqua e asportando le particelle più grossolane. Viene poi impastata, eliminando bolle d'aria eventualmente presenti, per renderla più compatta e resistente.

Modellazione: ci sono vari tipi di modellazione, che consistono essenzialmente nel dare forma all'oggetto desiderato, sfruttando le proprietà fisiche dell'argilla.

Essiccazione: indispensabile per far perdere all'oggetto modellato l'umidità a la sua plasticità. Dopo l'essiccazione è possibile effettuare delle incisioni o decorazioni.

Cottura: in forni appositi e a temperature superiori a 1000°C, la ceramica ottenuta raggiunge una stabilità strutturale e può assumere colorazione diversa a seconda degli elementi presenti nell'impasto e nell'ambiente di cottura.

Smaltatura e decorazione: fase finale che fornisce la caratura artistica all'oggetto, attraverso l'applicazione superficiale di pitture o altre forme decorative.

I TIPI DI CERAMICA PIÙ UTILIZZATI NELL'ARTE

Terracotta

Ceramica di impasto

Maiolica o Faience

Gres

Terraglia

Porcellana

LE FORME DI DEGRADO

Per conoscere e comprendere i disfacimenti dei materiali ceramici, ci si può riferire alla generale categorizzazione che è stata fatta per i materiali lapidei. I fenomeni di alterazione cromatica, deformazione, degradazione differenziale, deposito superficiale, disgregazione, esfoliazione e fessurazione, sono infatti analoghi.

La maggior parte delle forme di degrado degli oggetti in ceramica ha un'origine fisica, per la caratteristica strutturale di questo materiale ovvero la sua durezza affiancata alla fragilità.

Intervengono, tuttavia, anche processi di natura chimica, causati sia da invecchiamenti interni della materia sia da fenomeni esterni relativi all'ambiente di conservazione.

La porosità della ceramica è un elemento chiave nell'instaurarsi di processi di degrado, dal momento che condiziona la circolazione dell'acqua, un agente di degrado sia fisico che chimico.

Anche il livello di durezza, che dipende dai minerali presenti nell'impasto e dalla granulometria, risulta essere un fattore chiave per capire la resistenza di un manufatto ceramico.

Tra i danni più importanti riscontrabili, si possono ricordare:

Riargillificazione e lisciviazione
Biodeterioramento
Distaccamento di smalto e vernici (dove presenti)
Decoesione del corpo ceramico
Fessurazioni ed esfoliazioni
Erosione

LE FASI DEL RESTAURO

Pulitura : eliminazione di sporcizia e di tutti gli elementi che genericamente non fanno parte della composizione superficiale d'origine dell'oggetto. Sporcizia e macchie possono essere di diversa natura e non sempre si può ottenere una rimozione completa. In molti casi la pulitura può solo attenuare l'effetto, in particolar modo quando la struttura della ceramica risulta molto porosa. La pulitura può essere di natura meccanica o chimica. Nel primo caso si vanno ad utilizzare strumenti come il bisturi per eliminare incrostazioni o vecchi interventi di restauro - stuccature, incollature - che risultano non essere più funzionali o esteticamente incoerenti. Prima di intervenire con il bisturi le superfici vanno ammorbidite con altre sostanze, come la vasellina o l'olio paglierino.

La pulitura meccanica il più delle volte va a integrarsi con la pulizia chimica. Quest'ultima mette in campo un vasto ricettario chimico, in grado di agire su diversi tipi di macchie e incrostazioni: depositi calcarei, macchie di acido, fuliggine, resine, impiastri adesivi, catrame, oli e inchiostro. I principali tipi di detergenti chimici utilizzati sono: acqua calda o tiepida, alcool etilico e acetone. Detergenti più aggressivi sono la candeggina, l'acido ossalico, miscele di candeggina e acqua oppure soda e acqua.

Incollaggio e assemblaggio: ricomposizione e incollaggio di tutti i frammenti distaccati. È questa la fase più delicata e consistente dell'intero restauro. Per le sue caratteristiche strutturali, infatti, la ceramica è soggetta spesso a questo tipo di danneggiamento e sono rari i casi in cui manufatti in ceramica non si presentino fratturati in due o più parti. Independentemente dal numero dei frammenti riscontrabili, la loro presenza si fa risalire il più delle volte ad un urto, i cui effetti variano a seconda dell'impasto ceramico. Le porcellane risultano più resistenti di terrecotte e maioliche.

Le colle da utilizzare in questo intervento dipendono dal tipo di impasto ceramico su cui lavorare. Generalmente ogni colla deve avere un ottimo rapporto adesivo deve resistere a sbalzi di temperatura, luce e umidità; deve essere incolore e apportare il minor spessore possibile tra i frammenti; inoltre, il suo utilizzo, come in tutti i restauri, deve essere facilmente reversibile. Le colle più spesso utilizzate sono le resine epossidiche, il vinavil e i ciano acrilati.

Stuccatura e consolidamento: intervento spesso necessario in seguito all'incollaggio, per sopperire alla presenza di scalfitture ai bordi, nelle vicinanze del punto di rottura. Si tratta di riempire lacune di materia, per evitare che ci siano delle discontinuità estetiche. I tipi di stucco più utilizzati sono il gesso alabastrino, il gesso bianco da dentista o la scagliola fine. Si tratta di materiali a basso costo e di facile reperibilità. Nel caso di ricostruzioni più complesse e delicate, parallelamente a questo tipo di ricostruzione, bisogna far uso di strumenti aggiuntivi quali supporti metallici e perni, inserendoli nella struttura con trapani elettrici. L'aggiunta di questi elementi di rinforzo dovrà comunque risultare invisibile ad intervento concluso.

Ritocco e decorazione: fase indispensabile per creare una continuità estetica, per nascondere i precedenti interventi e rendere omogeneo il risultato estetico, coerentemente con lo stile originale dell'opera. Ci si riferisce, ovviamente, ad oggetti che presentino già in partenza un certo livello di decorazione. Le applicazioni pittoriche previste nella decorazione restituiranno il vero valore estetico all'oggetto ceramico, in relazione alla qualità degli interventi precedenti: se l'incollaggio e la stuccatura non presentano imperfezioni o difetti visibili, il lavoro del restauratore sarà tanto più facilitato. I problemi che sorgono in questa fase riguardano la compatibilità dei materiali integrativi utilizzati: la tendenza di alcune vernici, lacche e smalti a scurirsi al momento dell'asciugatura e la difficoltà, in alcuni casi, di utilizzare più solventi contemporaneamente. In generale, ci si può solo avvicinare al colore originale, senza riuscire a riprodurlo al 100%. È bene, in questa fase, pulire e sgrassare preventivamente le parti da decorare, operare in ambienti privi di polvere e impurità varie, evitare di asciugare le ridipinture con luci artificiali nel tentativo di velocizzare l'operazione.

LE OPERE IN VETRO: STRUTTURA E LAVORAZIONE

I vetri sono dei solidi amorfi, hanno cioè una struttura interna non cristallina, e presentano una disposizione casuale degli elementi costitutivi. Sono ottenuti per raffreddamento di materiali fusi e il loro elemento di base è il silicio - presente in percentuale tra il 60 e il 70% - nel composto ossido di silicio (SiO_2). In aggiunta si utilizzano, nella fabbricazione, ossidi metallici che abbassano la temperatura di fusione del silicio e stabilizzanti, che rendono chimicamente più facile l'azione degli ossidi.

Altri elementi aggiuntivi forniscono la colorazione del vetro, principalmente ioni di elementi di transizione (ossidi di ferro, rame, cromo, cobalto, manganese, arsenico) che si sciolgono nella matrice vetrosa, o dispersioni colloidali.

La produzione dei vetri antichi avveniva fondamentalmente in due stadi:

- ❖ **riscaldamento delle materie prime:** per provocare una reazione allo stato solido, con successivo raffreddamento e polverizzazione;
- ❖ **fusione dell'impasto ottenuto:** in questo stadio si potevano aggiungere elementi esterni come coloranti o riscaldare ulteriormente l'impasto per modellare la forma dell'oggetto.

Molte sono le tecniche sviluppatesi nel tempo per la fabbricazione del vetro. Tra le più conosciute, quella della soffiatura risale al primo secolo avanti Cristo e consiste nel produrre un piccolo bulbo allungato che, una volta introdotto in uno stampo, viene forgiato nella forma desiderata soffiando fino a riempire lo stampo.

Anche nel caso del vetro, i manufatti e le applicazioni possibili sono tantissime, anche in contesti tecnologicamente più moderni.

Tra le forme artistiche più diffuse, che necessitano maggiormente di attenzione e processi conservativi, si può menzionare la produzione di vetrate artistiche e i mosaici in vetro, che richiedevano procedimenti artigianali particolarmente dettagliati. Il mosaico era ottenuto applicando su della malta delle tessere in vetro opaco o intensamente colorato.



La maggior parte delle forme di degrado della ceramica ha un'origine fisica, dovuta alla fragilità del materiale. Inoltre, la sua porosità permette l'ingresso di acqua che può provocare anche un danno chimico



La colorazione poteva avvenire direttamente durante la produzione e la decorazione si poteva applicare sia a caldo che a freddo – come per la diatreta e il cammeo.

Non sono rari i casi di applicazione del vetro per decorazione anche su altri materiali, come il metallo o la stessa ceramica.

È importante, per un operatore, saper distinguere prima di tutto le tecniche produttive di base, anche attraverso l'uso delle indagini scientifiche, per poter valutare attentamente le fasi di un restauro. Dalla lavorazione, infatti, dipendono anche i fattori di degrado e invecchiamento del vetro.

LA CORROSIONE: IL DEGRADO PIÙ INFLUENTE NEI MANUFATTI VITREI

Così come per i materiali ceramici, i maggiori danni riscontrabili negli oggetti artistici di vetro sono di carattere fisico: fratture, striature, lacune superficiali. Tuttavia ci sono fattori di natura chimica, dovuti alla struttura del materiale vetroso e alla presenza di altri elementi, che compromettono la sua resistenza e conducono ad altri tipi di danno.

Un segno tipico di degrado chimico è legato all'acidità del vetro: attraverso la misura del pH – unità di misura dell'acidità– si può individuare la soglia di 'pH 9' come limite minimo per osservare fenomeni di corrosione. Quando fattori esterni (soluzioni, inquinanti etc) a contatto col vetro raggiungono valori superiori a questa soglia, si innesca un processo di distruzione dei legami base del vetro (silicio-ossigeno) e l'attacco prosegue in profondità.

Questo fenomeno è tanto più pronunciato, quanto più basso è il contenuto di silicio presente nel vetro. In vetri inerti e durezza, infatti - che hanno consistenti quantità di silicio, ed elementi modificatori della matrice vetrosa - questo effetto non si verifica quasi mai. Viceversa nei vetri solubili e poco durezza - bassi valori di silicio contenuto - il fenomeno assume un carattere distruttivo con la disgregazione del reticolo.

Si può individuare un valore tipico in percentuale, pari al 66% di contenuto di silicio, al di sotto del quale si ha un aumento notevole dell'entità del degrado. Altri elementi che possono favorire, in quantità troppo alte, la corrosione sono gli alcalino-terrosi.

* *L'ausilio della scienza per monitorare lo stato del vetro*

Tipologie di materiali impiegati, tecniche di colorazione, provenienza, prodotti di degrado del vetro, sono tutti elementi identificabili attraverso l'uso delle più comuni tecniche di diagnostica.

La composizione elementare, ad esempio, si può stabilire riferendosi a tecniche quali la *spettroscopia di emissione ottica*, la *spettrometria di massa* e l'*analisi mediante fluorescenza di raggi X (XRF)*. In base alla presenza di certi elementi si può risalire al tipo di ingredienti uti-

lizzati nella fabbricazione; queste analisi consentono di riconoscere anche la presenza di elementi introdotti come agenti coloranti o opacizzanti. Gli agenti coloranti possono essere individuati anche con la registrazione dello spettro della radiazione riflessa dal campione; una tecnica complementare è la spettroscopia di risonanza di spin elettronico (ESR).

Con la *termoluminescenza* è invece possibile datare il vetro, così come la ceramica.

LA VETRATA ARTISTICA

Si consideri il caso di una vetrata artistica da restaurare. Il procedimento base di intervento segue delle regole standard per qualsiasi restauro in genere - reversibilità, attenzione a rispettare lo stile originale dell'opera, cura dell'ambiente di restauro, uso di materiali compatibili. Nello specifico, per questo tipo di opera, si possono individuare i seguenti passaggi:

- * **analisi preventive:** questo passo iniziale è funzionale ad una più completa conoscenza del manufatto e prevede uno studio sia di carattere storico sulla provenienza della vetrata e tecniche di esecuzione, sia di stampo scientifico per valutare lo stato di conservazione, il tipo di degrado del vetro e della pittura;
- * **mappatura:** consiste nella catalogazione dei frammenti di vetro recuperati. Nella maggior parte dei casi si presentano fenomeni di fatturazione del vetro che necessita una ricollocazione ordinata per un recupero il più coerente possibile;
- * **pulitura:** viene effettuata per eliminare incrostazioni terrose e calcaree, utilizzando tamponcini di cotone di acqua demonizzata, anche con l'ausilio di bisturi e spazzole in fibra di vetro;
- * **rimontaggio:** in presenza di fatturazioni, si procede col fissaggio temporaneo dei frammenti con nastro adesivo e con l'aiuto di alcune grappe di metallo. In seguito si fa penetrare per capillarità un adesivo liquido nelle fratture, facendo attenzione che questo sia poco viscoso, facile da applicare e resistente ai raggi UV, per evitare che col tempo si verifichino alterazioni cromatiche;
- * **integrazione:** stadio che consente di colmare mancanze di materia con l'uso di silicone e resine a bassa viscosità.

*Arazzi, tappeti, tendaggi***I TESSILI
ARTISTICI**

Marco Milano



Nelle opere artistiche tessili le immagini e le decorazioni sono strettamente legate alla materia di supporto, una relazione stretta e molto più forte che in altri manufatti. Tinture e materiali metallici sono inglobate nelle fibre costituenti i tessuti fino a sviluppare un corpo unico. Anche gli interventi di conservazione devono tener conto della loro struttura congiunta.

CARATTERISTICHE DELLA TESSITURA E PRINCIPALI MANUFATTI TESSILI

Le fibre naturali più comunemente utilizzate per la produzione di manufatti tessili, si possono suddividere in due categorie:

- ❖ **Fibre vegetali**, come il cotone, la canapa, il lino, la juta. Queste sono caratterizzate da una struttura molecolare di tipo cellulosico.
- ❖ **Fibre animali**, fondamentalmente lana e seta, costituite da proteine fibrose. Sono state introdotte con l'inizio dell'epoca dell'allevamento. I prodotti artistici tessili sono realizzati tramite un intreccio di fili perpendicolari tra loro, con l'operazione di *tessitura*.

I due elementi principali di questa struttura sono:

l'ordito, l'insieme di fili sistemati sul telaio;

la trama, che percorre l'ordito in tutta la sua lunghezza da una parte all'altra del tessuto.

Contemporaneamente alla tessitura, sono stati sviluppati procedimenti, sempre più perfezionati, di *tintura* dei filati e dei tessuti, procedure che hanno conferito ai prodotti tessili un valore aggiunto sia di tipo artistico che economico. I tipi di tessuto più comuni, prodotti nel corso del tempo, sono, ad esempio il *damasco*, il *crespo*, il *lucchesino*, il *castorino*, il *fustagno*, il *bambagino*, il *jersey*, l'*ermesino*. Per quanto riguarda i prodotti artistici per arredamento e tappezzeria, si possono ricordare principalmente i *tappeti*, gli *arazzi*, i *tendaggi*, i *drappeggi* e i *paramenti ecclesiastici*.

È solo verso la fine del XIX secolo che i capolavori dell'arte tessile sono stati considerati un patrimonio culturale da tutelare, nel rispetto dei principi base di

- una moderna opera di conservativazione;
- ridurre al minimo il numero di interventi;
- effettuare operazioni che siano al contempo reversibili e documentabili utilizzare, quando possibile, materiali originali;
- introdurre nuovi materiali solo nel caso in cui non arrechino ulteriore danno al manufatto.



Riconoscere le cause e le forme di degrado

I nemici principali di una buona conservazione dei tessuti antichi sono:

- ❖ **Luce:** quest'elemento può innescare nelle fibre tessili e nei materiali coloranti una reazione chimica che porta ad un veloce degrado. La luce può provocare perdita di resistenza e variazione della tonalità dei colori per l'instaurarsi di reazioni di ossidazione.
Regola fondamentale è quindi non esporre mai i tessuti alla luce diretta del sole o comunque regolare l'eventuale illuminazione artificiale dell'ambiente di conservazione-esposizione.
- ❖ **Polvere:** per la sua struttura granulare, la polvere si insinua facilmente tra le fibre e gli intrecci, cementandole e creando coesione tra le stesse. L'effetto che si osserva è un attrito tra le fibre e una struttura del tessuto che può facilmente assorbire sostanze inquinanti.
- ❖ **Umidità:** l'assorbimento di umidità provoca un rigonfiamento delle fibre, mentre valori troppo bassi di umidità portano ad un loro restringimento. Queste variazioni di dimensioni e forma della stoffa provocano, in ultima analisi, delle lacerazioni del tessuto.

LE FORME TIPICHE DI DANNEGGIAMENTO, CHE POSSONO MANIFESTARSI ANCHE IN PARALLELO, SONO LE SEGUENTI:

Alterazione cromatica dei filati
Corrosione dei filati
Lacerazioni
Macchie
Danni di natura biologica

Gli inevitabili e inarrestabili meccanismi di deterioramento sono comunque strettamente legati alle tecnologie di fabbricazione, alle modalità d'uso, e alle condizioni di conservazione.

*La componente di
tessitura principale
di un arazzo è la trama,
che forma il disegno. La
sua preziosità si stima
anche valutando la
densità dei fili: dai 15 ai
40 fili per cm²*

Tra le analisi diagnostiche più comunemente utilizzate per questo tipo di bene merita citare le seguenti:

la *microscopia ottica*, associata all'uso di *fotografia in luce radente*, che consente di avere un primo monitoraggio visivo dello stato di conservazione della superficie del tessuto e delle sue componenti (tinta, fili metallici).

Una visualizzazione più approfondita si ottiene con la *microscopia elettronica* associata alla *sonda Edx*, un binomio che consente ingrandimenti esponenzialmente più elevati insieme a una analisi qualitativa della struttura del campione.

Per un esame specifico dei coloranti utilizzati per la tintura, si fa ricorso a tecniche quali la *spettroscopia FT-IR* o *micro Raman* o a tecniche distruttive come la *spettrometria di massa* per identificare composti organici.

UN ESEMPIO DI RESTAURO: L'ARAZZO

Tra le produzioni tessili, l'*arazzo* si pone a metà strada tra una lavorazione di tipo artigianale e di tipo artistico. Si tratta di una rappresentazione di grandi disegni su fibre sia di origine animale (lana) che vegetale (lino, cotone), molto dettagliati, il cui disegno preparatorio era spesso fornito da pittori di un certo rilievo prestati a questa particolare tecnica artistica.

La componente di tessitura principale nell'*arazzo* è la trama, dal momento che l'ordito è sostanzialmente invisibile nel risultato finale. La trama, infatti, forma il disegno, mentre l'ordito dà al tessuto l'effetto di cannellatura – cioè una lavorazione a coste larghe.

Per un eventuale effetto di tridimensionalità, veniva utilizzato il procedimento del tratteggio.

La preziosità degli arazzi si può comprendere anche valutando la densità dei fili di trama: dai 15 ai 40 fili in un cm².

Per un intervento di restauro su un arazzo deteriorato, è bene iniziare con indagini standard di diagnostica – generalmente prelevando un campione dal rovescio dei filati – in modo da definire le proprietà dei fili, dei materiali coloranti e lo stato di alterazione delle fibre. Queste alterazioni sono legate alla natura organica dei componenti, a difetti strutturali, a cattive condizioni di conservazione o di manutenzione oppure a tensioni meccaniche dovute a peso, polvere, fumi etc.



Le fasi tipiche di un intervento:

- ❖ **Eliminazione componenti non necessarie:** il primo passo consiste nel togliere dalla struttura complessiva dell'arazzo componenti non oggetto di restauro, come le fodere, per concentrarsi sulle aree degradate.
- ❖ **Eliminazione sporco:** in questa fase si procede con un semplice trattamento ad acqua, unico elemento che restituisce all'arazzo elasticità e morbidezza. Si tampona lo sporco con spugne e si opera con pennelli, anche per restituire alle componenti metalliche la lucentezza originale.
- ❖ **Verifica solidità:** si procede a verificare la solidità dei colori tramite analisi scientifiche di diagnosi.
- ❖ **Lavaggio e asciugatura:** si opera, per il lavaggio, con un bagno d'acqua, stendendo l'arazzo in una vasca. Si aspetta 24-30 ore per la completa asciugatura.
- ❖ **Intervento integrativo:** consiste nel recupero a tessitura delle zone mancanti. Viene utilizzato generalmente un supporto con mattonelle scorrevoli con cui è possibile concentrare il lavoro di tessitura su piccole porzioni per volta. Nei casi meno gravi, le trame vengono tessute sugli orditi originali. Quando però anche l'ordito è mancante, i fili di sostituzione vengono legati a quelli ben conservati, procedendo poi alla ritessitura delle trame.

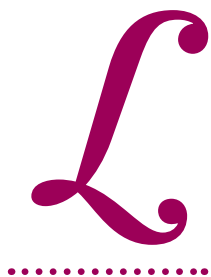
In casi più gravi, ad esempio quando si riscontra la perdita irreversibile del disegno, si studiano gli abbinamenti cromatici migliori in relazione alle zone circostanti, procedendo poi alla sostituzione materica. In casi particolarmente difficili su cui intervenire, ci si limita a fissare gli orditi a dei supporti applicati sul rovescio.

A conclusione di queste fasi, si procede a fissare sul retro dell'arazzo dei supporti a sostegno delle zone più fragili e ad applicare una fodera protettiva.

Libri e testi antichi

IL PATRIMONIO CARTACEO E LE SUE PATOLOGIE

Marco Milano



La conoscenza e le informazioni vengono tramandate per iscritto da tempi immemorabili. I materiali utilizzati sono cambiati nel corso dei secoli, basti pensare alle pitture rupestri, alle incisioni nella roccia, su pelli di animali e nella corteccia degli alberi. O ancora a pergamene e papiri. Lo strumento maggiormente utilizzato nel tempo è tuttavia la carta. Tra i vari mestieri d'arte e documentazione, quello della carta è tra i meno antichi, visto che, in Occidente, non risale che al XIII secolo. E' da questa data che si può trovare una specifica correlazione tra le tecniche di fabbricazione e le tipologie di degrado che interessano questo materiale. Restaurare un libro antico significa innanzitutto conoscere le sue debolezze e patologie.

LA STRUTTURA DELLA CARTA

La carta è un prodotto della civiltà orientale. Le sue origini risalgono all'anno 105 d.C in Cina. I musulmani strapparono il segreto di fabbricazione ai cinesi attorno al 700 d.c. e, dopo il 'periodo arabo', le tecniche di stampa a caratteri mobili e la xilografia hanno aperto la strada alla rivoluzione industriale del XIX secolo. L'invenzione della macchina continua ha consentito uno sviluppo e distribuzione di libri e documenti cartacei sempre più veloce.

La carta è un materiale fabbricato a partire da fibre, generalmente vegetali, per feltrazione - cioè unione delle fibre di cellulosa con l'uso di una sospensione.

I suoi componenti principali sono:

- **Cellulosa** - il materiale fibroso di base;
- **Materiale di carica** - sostanza che migliora la stampabilità della carta, aumentandone l'opacità;
- **Materiale collante** - utile a dare impermeabilità alla carta;
- **Materiale colorante** - sbiancante ottico, simile a quello dei detersivi, per rendere più bianca la carta.

Per comprendere il livello di resistenza e sopravvivenza dei documenti cartacei, è importante innanzitutto distinguere i periodi storici di produzione.

Le tipologie di fabbricazione dal 100 d.c. fino al 1850 c.a hanno fornito sicuramente i materiali più resistenti, dal momento che i processi di produzione si basavano generalmente sulla preparazione di fibre lunghe incollate con colle proteiche.



Per capire
la resistenza
della carta si
deve conoscere
il periodo di
produzione



Patologie della carta: la correlazione tra fattori esterni e interni

In seguito, i processi industriali hanno consentito una produzione più versatile, ma al tempo stesso meno 'artigianale' e basata su processi più semplici. La carta moderna risulta quindi avere un tempo di vita stimato molto più breve rispetto ai documenti più antichi. Questa differenza dipende dal fatto che da diversi processi diversi di fabbricazione producono una struttura interna della carta più o meno resistente. È la natura stessa delle sostanze che la compongono a determinarne un invecchiamento che può essere considerato del tutto naturale. Essendo fondamentalmente un polimero, la carta deve le sue proprietà alla lunghezza e alla resistenza delle catene fibrose di cui è composta.

Oltre all'invecchiamento naturale, si possono individuare i seguenti segni di degrado, strettamente connessi gli uni agli altri:

- * **Danni fisici:** si manifestano principalmente a causa di una non corretta manipolazione di libri e documenti antichi da parte dell'uomo. Strappi, accartocciamenti, usura, distaccamenti dalla rilegatura sono esempi tipici e facilmente riscontrabili.

A questi vanno aggiunti gli effetti dovuti alla polvere depositata sulle pagine, che, oltre a creare accumulo di sporcizia, catalizza umidità, essendo fortemente igroscopica. Vi sono poi altri fattori fisici esterni come per esempio la luce.

- * **Danni chimici:** Sono dovuti all'instaurarsi di reazioni chimiche che compromettono la stabilità strutturale della carta. Il fenomeno principale in questa categoria è l'ossidazione della cellulosa che riduce la lunghezza delle fibre cartacee fino a spezzarle. Questo fenomeno può essere causato sia da fattori fisici esterni, come l'illuminazione sia artificiale che naturale - i raggi ultravioletti presenti nella luce solare, l'uso di bulbi fluorescenti - sia da elementi interni alla carta che catalizzano le reazioni. In quest'ultimo caso si trovano gli effetti dei processi tipografici, provocati da inchiostri, colori e vernici, il cui primo segno evidente di degrado è l'incurimento. Quando la carta inizia a passare dal colore bianco - indice di un buon livello di resistenza - ad un colore più bruno, si può parlare di *foxing*. Quando, invecchiando, la carta tende a ingiallirsi o imbrunirsi, l'intervento più immediato è una solidificazione con l'uso di carta giapponese, utilizzata anche per altri tipi di restauro, per esempio per i dipinti. L'effetto dell'inchiostro - composto a base di tannino - si manifesta anche in altri tipi di danneggiamento. Se la quantità di tannino è eccessiva, l'inchiostro può forare la carta nella zona attorno alle parti scritte. Con carenza di tannino, l'inchiostro viceversa tende a sbiadirsi.

- * **Danni biologici:** Queste patologie si suddividono in infezioni, cioè attacco di microrganismi quali funghi e batteri - e quindi la formazione di muffe - e infestazioni, dovute alla presenza di insetti come tarli, termiti e pulci della carta.

Le infezioni sono collegate alla presenza di acqua, per la precisione a un alto tasso di umidità, che favorisce lo sviluppo di micro funghi. Questi, sviluppandosi, producono delle sostanze colorate in seguito alla liberazione di acidi organici, processo generato dal loro metabolismo. Si possono osservare macchie di colore diverso a seconda del tipo di ceppo fungino, ad esempio una colorazione violacea, oppure nera. Ogni acido causa una depolimerizzazione delle catene e quindi fragilità della carta, oltre a un danno di tipo estetico. Altri elementi che causano la generazione di micro funghi sono gli enzimi presenti nell'inchiostro.

Le infestazioni sono inevitabili quando valori relativamente alti di temperatura e umidità dell'ambiente di conservazione favoriscono la nascita di larve di insetti.

Le larve attaccano la carta e i materiali delle rilegature perché, molto semplicemente, se ne nutrono.

Le sostanze nutritive fornite dai libri possono essere: cellulosa, proteine animali, amido, collagene. Gli insetti più comunemente associati a questa patologia sono le termiti, i tarli, gli scarafaggi, le pulci della carta, i coleotteri, le blatte. Le tipologie di danno riscontrabili sono: erosioni, lacerazioni, fori, gallerie, macchie da deiezione.

Tutte le patologie sono rintracciabili con una semplice analisi visiva del documento e con l'ausilio di tecniche scientifiche di diagnostica quali la microscopia elettronica – per valutare la struttura più profonda delle catene cellulose – e la spettroscopia UV – necessaria per individuare decadimenti degli inchiostri e quindi perdita di tono e visibilità della scrittura.

CONSERVARE BENE VUOL DIRE RESTAURARE MENO

La conservazione dei libri e documenti cartacei in genere deve essere vista come un obiettivo costante, a partire dalla produzione. Si possono individuare tre momenti critici:

Il libro antico: maneggiare con cura

Ci sono degli accorgimenti da seguire per gestire al meglio un libro o un'intera collezione. Tra i più importanti:

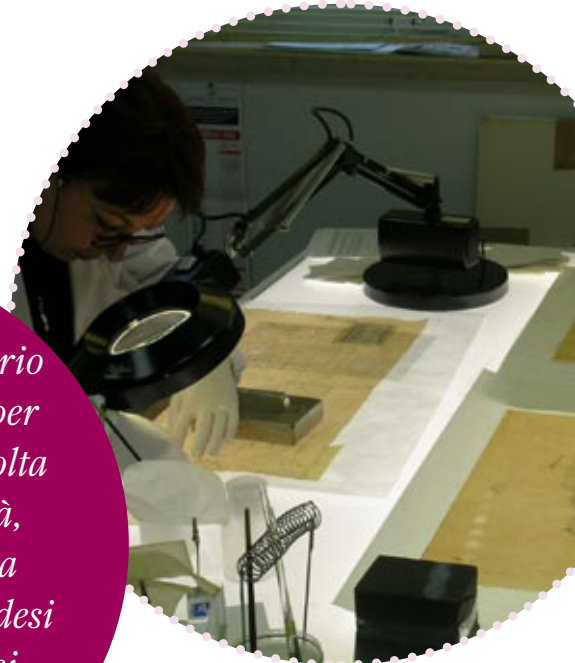
- un libro raro o antico non va mai dato in consultazione senza prima valutare la reale necessità e le sue condizioni di conservazione;
- è meglio evitare di sottoporre la carta a forti illuminazioni, preferendo per esempio le fotografie dei documenti alle fotocopie. In una mostra, quindi, bisogna regolare l'illuminazione per evitare che la carta sottovetro si accartocci. Analogamente non bisogna sottoporre i libri antichi alla luce solare diretta o a fonti di calore quali lampade alogene, termosifoni, caminetti e non si deve utilizzare scotch o vinavil per riparare strappi o mancanze;
- si deve evitare di comprimere i libri l'uno contro l'altro, di estrarre i libri antichi prendendoli dall'alto del dorso e di forzarli nell'apertura;
- spolverare periodicamente;
- razionalizzare nelle biblioteche la disposizione dei libri e le scaffalature, al fine di consentire un giusto movimento dell'aria. È preferibile non utilizzare scaffali di legno che potrebbero portare alla formazione e all'attacco di insetti.

Controllo dell'ambiente di conservazione

I parametri da regolare a livelli corretti e da monitorare sono:

Temperatura: il livello ideale di conservazione sarebbe attorno agli 0°, condizione che però rende inaccessibile la consultazione. Un giusto compromesso è attorno ai 18°.

Luce: deve essere il più tenue possibile. Un giusto settaggio dipende dalle dimensioni della collezione e del suo ambiente di conservazione. Bisogna comunque evitare valori troppo bassi che potrebbero favorire la nascita di microorganismi, a conferma del fatto che i fattori determinanti delle patologie della carta sono strettamente connessi tra loro. Un valore ottimale di potenza consigliabile è di 50 Lux.



In alcuni casi è necessario smontare un libro. Se per esempio la colla si è sciolta per effetto dell'umidità, si scompattano per via meccanica tutti i fogli adesi gli uni agli altri. Poi si procede a riassemblare il libro

Umidità: bisogna raggiungere un livello costante di tasso di umidità, attorno al 40-45%, con un contenuto d'acqua nei libri tra l'8 e il 10%, per evitare disidratazione. Questi parametri devono essere valutati attentamente nella gestione più specifica delle condizioni climatiche dei locali che ospitano il materiale librario e nelle condizioni microclimatiche durante il trasporto dei documenti, attraverso l'uso di contenitori iso-igro- termici.

Per il controllo delle condizioni dell'ambiente di conservazione, si utilizzano strumentazioni scientifiche quali il datalogger - per misurare umidità e temperatura ad alta precisione; lo psicrometro digitale - utile per monitorare il microclima dei locali; il luxometro - per la misurazione dell'intensità luminosa a cui sono esposti i libri.

Restauro

A quest'ultima fase, in teoria, non si dovrebbe mai arrivare se i primi due punti sono osservati con costanza e attenzione.

Indipendentemente dall'epoca di provenienza e considerando l'eventuale presenza di vari tipi di degrado, i passi standard per il corretto restauro di un libro antico possono essere elencati come segue:

- ❖ **Schedatura:** questa prima fase serve a documentare lo status quo del materiale da restaurare; comprende un'analisi del libro nella sua composizione, delle sue malattie e dei suoi danni.
- ❖ **Smontaggio del libro:** laddove necessario si scompattano per via meccanica i fogli adesi l'uno all'altro. Quest'eventualità si verifica se la colla di fabbricazione ha subito un processo di solubilizzazione per effetto dell'umidità.
- ❖ **Pulitura meccanica:** in questa fase si eliminano tutte le impurità depositate sulla superficie. Si può verificare la necessità di slegare i fogli, nel caso in cui la cucitura del libro sia molto rovinata e non più funzionale.

In questo caso bisogna monitorare la sequenza delle carte - cartolazione. Una buona pulitura meccanica può prevenire l'intervento successivo con strumenti chimici.

- * **Pulitura chimica:** questo tipo di pulitura ha lo scopo di intervenire sulle cause di degrado che hanno già iniziato il loro corso all'interno delle fibre, ma non le hanno ancora intaccate. Si tratta principalmente di operazioni di lavaggio, per tamponamento, per nebulizzazione o per immersione totale. Il solvente ottimale per le impurità più comuni è l'acqua. Si può iniziare l'operazione di lavaggio con una operazione in soluzione idroalcolica, con la funzione di favorire l'apertura delle fibre e facilitare la penetrazione dell'acqua. Altri interventi di pulitura chimica sono la smacchiatura, lo sbiancamento e la deacidificazione. Quest'ultima è la fase finale di intervento chimico e non necessita di ulteriore sciacquo.
- * **Ricollatura:** operazione che serve a restituire alla carta con fibra compromessa, il livello di elasticità perduta applicando metilcellulosa a pennello o a spruzzo.
- * **Velatura:** vengono utilizzati veli di vario genere - ad esempio carta giapponese per suturare strappi o effettuare velature totali, senza coprire eccessivamente il contenuto grafico del testo.
- * **Rattoppo:** intervento sulle parti mancanti, con l'uso di carta giapponese di fibra naturale, per consentire una corretta lettura del documento.
- * **Spianamento della carta:** per restituire alla carta l'originale assetto fisico si procede con l'operazione di pressurizzazione dei fogli tra cartoni.
- * **Recupero involucri esterno:** laddove possibile, si recupera la rilegatura intervenendo con innesti di materiale analogo e conforme. Altrimenti si possono utilizzare materiali sostitutivi quali cuoio, carta marmorizzata, tela di vario tipo per rilegare nuovamente il libro.
- * **Archiviazione parti non recuperate:** nel caso in cui non si possa effettuare il recupero o il restauro di alcune componenti, queste vanno restituite in una scatola conservativa a parte, a documentare il percorso di restauro.



* **Deacidificazione della carta**

La *deacidificazione* è una fase importante del processo di restauro, fase che cerca di arginare la causa prima del disfacimento strutturale della carta. Tramite questo processo si cerca neutralizzare le sostanze acide presenti nella carta e di fornire una sostanza basica che la preservi contro l'acidità. I fattori che determinano l'acidità possono essere di natura estrinseca - inquinamento, clima, uso e manipolazioni - o intrinseca - inchiostri acidi, collature, ossidazione della cellulosa, residui del

processo di sbiancamento.

La tecnica più utilizzata prevede l'uso, come sostanze basiche, di idrossido di calcio in soluzione acquosa o bicarbonato di calcio. Una volta preparate le soluzioni basiche, si prepara anche dell'acqua a 38°-40° *termoluminescenza* nella quale si versano le soluzioni. In questo bagno si immerge il materiale, singole pagine oppure il libro nella sua interezza. E' possibile erogare la soluzione anche in modalità spray utilizzando un nebulizzatore.



Film e fotografie

PRESERVARE LA SETTIMA ARTE

Marco Milano

A

.....

A cavallo tra il XIX e il XX secolo, il mondo dell'arte e della documentazione ha conosciuto una rivoluzione senza pari: l'evoluzione della fotografia e cinematografia nell'ultimo secolo ha accompagnato la storia stessa dell'umanità, rendendoci di fatto una "civiltà dell'immagine". Il mezzo fotografico ha reso possibile "fermare gli eventi" in maniera sia documentaristica che artistica, dando una rappresentazione della storia e della società come nessuna arte aveva fatto prima. Le proprietà chimiche e fisiche, a volte complesse, di questi documenti, indicano la direzione per una corretta conservazione e restauro.

PERCHÉ CONSERVARE

I materiali su cui poggiano le immagini e le immagini stesse, "quadri dipinti con la luce", sono fragili, forse più di altre produzioni artistiche e oggetti di interesse culturale del passato.

La mole di documenti fotografici prodotti dalla seconda metà dell'800 in poi è immensa. Tuttavia, come per i materiali delle altre forme d'arte, i supporti non sono eterni. Malgrado ciò, l'attenzione che viene rivolta alla conservazione del materiale fotografico e cinematografico è ancora scarsa o inadeguata alle esigenze che nascono dalle problematiche di degrado.

Per preservare il materiale fotografico bisogna partire dal riconoscimento della precisa categoria a cui appartiene l'oggetto in analisi. Nel corso dei decenni, partendo dai primi esperimenti del 1839, si sono susseguite, infatti, diverse metodologie di impressione della luce, segnate da una continua produzione di fotografie e pellicole sempre più versatili. Naturalmente, sono i materiali più vecchi, quelli che arrivano fino ai primi del 900, a rientrare nell'interesse principale delle attività di restauro.

LE LASTRE FOTOGRAFICHE

Una qualsiasi stampa fotografica si presenta come una struttura stratificata, che comprende principalmente una base di supporto e uno strato immagine.

Una prima differenziazione di carattere generale, ma fondamentale in relazione a quella che è la tecnica fotografica, si basa sul concetto di *negativo* e *positivo*.



* *Lo strato immagine: l'emulsione e il legante*

Analogamente allo strato del colore in un dipinto, in una stampa fotografica l'immagine è formata da un'emulsione fotografica - corrispettivo del pigmento - e da un legante che ne consente la stesura sul supporto.

L'emulsione è un composto dell'argento, solitamente alogenuro d'argento. Quando questo composto viene esposto alla luce, la radiazione è sufficiente a separare l'alogeno dall'argento, che andrà così a formare l'immagine. Sarà necessaria un'operazione di fissaggio, per allontanare l'alogeno rimasto inutilizzato, oppure una di stabilizzazione per renderlo insensibile alla luce.

Altri tipi di emulsione fanno uso di composti diversi, particolarmente nelle fotografie a colori.

Il legante è il medium in cui viene dispersa l'emulsione. Storicamente, i leganti più utilizzati sono:

l'albumina: primo legante utilizzato per i supporti di vetro e carta. Si tratta di un composto organico del gruppo delle proteine. Fattori esterni molto dannosi per l'albumina sono l'umidità e l'esposizione alla luce del sole;

il collodio: venne utilizzato nel periodo definito "Età del collodio" (1851-1880). E' costituito da nitrato di cellulosa.

Fu usato come collante per lastre negative, per ambrotipi e ferrotipi (positivi unici diretti) e per la produzione di carte fotografiche dal 1885 ca. E' impermeabile all'acqua e la sua fragilità può provocare facilmente dei graffi e delle rotture.

la gelatina: utilizzata più spesso come legante nelle stampe moderne. Si ottiene dal collagene delle pelli e ossa di animali. Chimicamente è molto stabile ma è estremamente sensibile all'umidità.



La definizione di immagine negativa è legata alle caratteristiche di simmetria di questa in relazione all'oggetto reale da riprodurre: la scena fotografata è riprodotta fedelmente dal punto di vista formale, ma vengono invertiti i suoi valori di "luminanza": dove c'è più luce troviamo più scuro, e viceversa. Ciascuna delle categorie comprende diversi materiali di supporto per l'immagine, dalla carta a materiali metallici (come ferro, rame), comprendendo lastre di vetro e i più moderni materiali polimerici.

I principali tipi di documenti fotografici negativi e la loro data di prima apparizione sono:

Disegni fotogenici	(1839)
Calotipi	(1841)
Lastre di vetro albuminate	(1847)
Lastre di vetro al collodio secco	(dal 1850)
Lastre di vetro al collodio umido	(dal 1851)
Lastre alla gelatina di sali d'argento	(dal 1871)
Negativo su supporto in nitrato di cellulosa, triacetato di cellulosa, poliestere	(dal 1888 ad oggi)

Per i documenti fotografici positivi è bene introdurre un' ulteriore suddivisione legata al tipo di procedimento di impressione della luce, basato o meno sui sali d'argento. Si distingueranno così i *procedimenti argenticici* - in cui cioè l'immagine finale è costituita da particelle di argento puro - e *non argenticici* - che utilizzano altri elementi per lo strato immagine come il cromo e i sali del ferro.

Procedimenti argenticici e periodi in cui sono stati utilizzati:

<u>Carta salata</u>	(1840 - 1930 c.a.)
<u>Carta all'albumina</u>	(1850 -1920 c.a.)
<u>Carta ad annerimento diretto o aristotipo</u>	(1867- 1920 c.a)
<u>Carta a sviluppo alla gelatina</u>	(1874 ad oggi)
<u>Positivo a colori</u>	(1907 ad oggi)

Procedimenti non argenticici:

<u>Cianotipo</u>	(1842-1910 c.a.)
<u>Platinotipo</u>	(1873-1920 c.a)
<u>Kallitipo</u>	(1880- 1920 c.a.)
<u>Stampa al carbone</u>	(1855-1930 c.a.)
<u>Stampa alla gomma bicromata</u>	(1858 - 1930 c.a.)
<u>Stampa agli inchiostri grassi</u>	(1900-1930 c.a.)

Oltre alla suddivisione in argenticici e non argenticici, i documenti positivi si presentano con una ulteriore categorizzazione, quella delle cosiddette *immagini uniche*. Sono infatti gli oggetti più preziosi e ricercati nel campo della fotografia.

Le immagini uniche si suddividono in:

<u>Dagherrotipo</u>	(1839- 1865 c.a.)
<u>Ambrotipo</u>	(1854-1880 c.a.)
<u>Ferrotipo</u>	(1852-1930 c.a.)

LE FORME DI 'INVECCHIAMENTO' DEI DOCUMENTI FOTOGRAFICI

I processi che deteriorano una fotografia possono interessare i singoli strati o il supporto nella sua interezza.

Il degrado può essere di tre tipi: *chimico, fisico o biologico*.

Il degrado chimico interessa principalmente lo strato immagine, vale a dire l'emulsione argentica e il legante.

Per le fotografie in bianco e nero il degrado dell'argento agisce sull'immagine, perché questa, lo si tenga presente, è sostanzialmente fatta d'argento. Agenti esterni determinano reazioni chimiche nell'argento e lo decompongono. Ma anche impurezze nello stesso strato immagine possono, con il tempo, produrre alterazioni.

Esempi di degrado chimico sono:

· *la solfurazione*, fenomeno dovuto all'acido solforico presente nell'aria. Nelle fotografie, tuttavia, è spesso la presenza di zolfo residuo dal processo di fissaggio - causata da un lavaggio inadeguato - a innescare la reazione con l'argento in presenza di alti valori di umidità relativa. La perdita progressiva dei dettagli è data dalla formazione di solfuro d'argento, che agisce particolarmente sui toni medi dell'immagine, determinando la migrazione da quel colore giallo tenue delle fotografie antiche (per le quali la definizione "bianco e nero" non è del tutto adeguata, anche se di bicromia assoluta si tratta) verso un marrone abbastanza marcato.

· *l'ossidazione*, reazione che porta a uno sbiadimento dell'immagine, con perdita di dettagli e di tono. Un fenomeno connesso all'ossidazione è lo specchio d'argento, che forma uno strato a parte sulla superficie. È dovuto alla riduzione dell'argento ad argento elementare, e si manifesta come una patina più scura, di colore argentato, sulla superficie della stampa fotografica. Lo si può osservare illuminando la fotografia con luce radente e nelle zone più scure.

Il degrado fisico è generato da fattori ambientali come delle particelle solide, di varia natura, che aderiscono alla superficie elettrostaticamente e sono fonte di abrasioni, particolarmente dannose per i negativi. Ma anche variazioni brusche in valori di temperatura e umidità relativa possono causare fratture in alcune lastre come ad esempio i dagherrotipi, ambrotipi o ferrotipi.

A queste criticità si deve aggiungere l'uso improprio del documento fotografico, sottoposto a sollecitazioni meccaniche che possono indebolire le proprietà di resistenza dei supporti.



Il degrado biologico è riscontrabile principalmente nelle fotografie che hanno come legante la gelatina. Questa sostanza infatti è estremamente igroscopica e ciò la rende vulnerabile ai microrganismi. Puntini grigi, piccoli depositi circondati da filamenti, accompagnati da perdita dell'immagine, sono tutti segnali inequivocabili di questo tipo di degrado, fino ad avere la distruzione completa del legante e della base. Spesso però non è visibile ad occhio nudo ma è necessaria l'osservazione con un microscopio ottico.

L'AMBIENTE GIUSTO

Quali sono le condizioni ambientali consigliabili per un archivio fotografico? Tenendo conto che bisogna valutare le caratteristiche strutturali specifiche di ogni documento, si sono stabilite delle condizioni di *temperatura*, *umidità* e *illuminazione* classificate come standard: 18°-20°C per la temperatura; 30-50 % di umidità relativa e 150 lux di luminanza. Possono subentrare comunque delle eccezioni a complicare il lavoro del conservatore, come nel caso di fotografie a colori, che necessitano di un ambiente d'archivio molto freddo e ventilato, evitando l'esposizione alla luce, condizione quest'ultima che è importante anche per il bianco e nero ma risulta cruciale per le immagini a colori.

Le condizioni standard sono abbastanza rigide: una variazione minima di quei valori può produrre effetti consistenti, tipicamente quelli dovuti ad ambienti troppo caldi, che possono provocare un distacco del supporto cartaceo dallo strato immagine, con danni irreversibili.

Oltre ad un habitat adeguato, è bene considerare anche le corrette procedure di manutenzione, come ad esempio una *periodica spolveratura* delle superfici, per evitare l'accumulo di sporcizia, particolarmente dannoso per i documenti fotografici più antichi.

In ambito archivistico, poi, diventa sempre più frequente l'uso della *tecnologia digitale* per riversare le immagini, in modo da poterle gestire più facilmente e con più sicurezza. Sebbene abbia degli indubbi vantaggi, questa procedura può far dimenticare l'originale, che necessita sempre e comunque di una continua attenzione e cura, in tutte le sue componenti.

LA STRUTTURA DELLE PELLICOLE CINEMATOGRAFICHE

Una pellicola cinematografica si presenta come una striscia di spessore e larghezza che possono variare in diversi formati. La pellicola è costituita da più strati, ciascuno con specifiche proprietà.

Gli strati principali sono sintetizzabili come segue:

Strato antialo: si tratta di una gelatina, a volte colorata, posta dietro al supporto o tra il supporto e l'emulsione. Impedisce che la luce sia riflessa e impressioni l'emulsione in punti lontani, formando aloni.

Supporto (o base), che è lo strato su cui poggia l'immagine. Cronologicamente, i materiali introdotti come supporto cinematografico sono:

- | | |
|---|------------------|
| · nitrato di cellulosa, ovvero la celluloid | (dal 1896-1947) |
| · acetato - triacetato di cellulosa, il cosiddetto <i>safety film</i> | (1947/50 -1960) |
| · poliestere | (1960-oggi) |

Strato immagine, costituito dall'emulsione argentea o, in aggiunta, dagli strati di colorante per le pellicole in colore.

Vernice protettiva, costituita da un sottile strato di nitrocellulosa o altri composti organici; svolge la funzione di anti-graffio.

LA FRAGILITÀ DELLA CELLULOIDE E DEI SAFETY FILM

Il degrado riguarda principalmente il supporto e, di conseguenza, lo strato immagine. Le pellicole storicamente più soggette ad invecchiamento col rischio di perdere per sempre le informazioni-immagine sono la celluloid e il *safety film*.

Un primo elemento degradante è dovuto all'infiammabilità della celluloid, perché il nitrato di cellulosa è altamente infiammabile e instabile chimicamente.

La causa apparente della ignizione è un accumulo di calore nelle bobine dei film che può aumentare in condizioni di clima caldo. Invecchiando, il nitrato può anche prendere fuoco a temperature molto basse, addirittura a 40°C.

Circa l'80% del patrimonio cinematografico mondiale in nitrato di cellulosa è andato perso. Migliaia di film in celluloid sono bruciati, spesso propagando le fiamme anche agli edifici in cui i film erano conservati.

L'instabilità chimica si manifesta nel rilascio di ossido d'azoto, che dà inizio a un processo di decomposizione della pellicola. I segni iniziali sono forti assottigliamenti, un deposito di polvere marrone, specialmente ai margini del film, e un forte odore di acido nitrico. Il gas liberato dall'acido aggredisce direttamente l'immagine fotografica, con rilascio di un residuo liquido.

Convenzionalmente, sono stati definiti 5 stadi nel processo di degrado di un film in nitrato di cellulosa. Raggiunti gli ultimi due, il degrado è irreversibile. Le fasi sono le seguenti:

- *sbiadimento ambrato, marroncino o giallognolo* del film. L'immagine sbiadita può interessare un singolo pezzo o l'intero film. L'argento dell'immagine si può ossidare con la formazione di specchio d'argento. Emerge un debole odore, acre, quello dell'acido nitrico;
- *viscosità e appiccicosità* del film. E' probabile che in queste condizioni la bobina si presenti con le sue spire tutte incollate, e con un film che si è ammorbidito;
- *rigonfiamenti e piccole bolle sulla superficie del film*, a volte con una schiumatura giallognola. Comincia ad esserci un odore più pronunciato di acido nitrico e i vapori d'acido liberati possono contagiare pellicole adiacenti o danneggiare altri oggetti, con rischio d'incendio;
- *odore acre* che può anche essere accompagnato da vapori fortemente irritanti. Il film si condensa in una massa solida con le pellicole adiacenti e risulta difficile sbobinarlo. A questo stadio l'immagine è persa;
- *polvere marrone*: è la fase finale di decomposizione della pellicola



Circa l'80% del patrimonio cinematografico mondiale in nitrato di cellulosa è andato perso a causa dell'infiammabilità del materiale. Le fiamme hanno spesso coinvolto anche gli edifici che lo conservavano

LA 'SINDROME DELL'ACETO'

La maggior parte dei film in archivio prodotti per un decennio dall'inizio degli anni '50, è costituita da una base in triacetato di cellulosa.

Nonostante abbiano sostituito i film in nitrato per ovviare alla loro instabilità, anche i *safety films* si sono rivelati ben presto fragili e con problematiche di carattere chimico non meno importanti di quelle connesse al nitrato.

Il fenomeno noto come sindrome dell'aceto è stato osservato per la prima volta alla fine degli anni '50. Deve il suo nome al forte odore d'aceto rilasciato dagli acidi.

È proprio questo il primo segnale per individuare delle pellicole "in aceto", come si definiscono in gergo tecnico. Dopodiché, perché il fenomeno si manifesti in danneggiamenti fisici del film, passa un po' di tempo. A quel punto si notano deformazioni e assottigliamento della pellicola, perdita di flessibilità e arricciamento, distacco dell'emulsione dalla sua base che si trasforma in una massa scura. Anche per il degrado del triacetato, quindi, si hanno stadi successivi di degradazione, con fasi finali - appare della polvere bianca lungo i bordi e la pellicola si sfalda in piccoli pezzi - che non consentono più alcun intervento di restauro.

Identificati i fattori principali della sindrome dell'aceto, l'interesse nel campo della conservazione di questi materiali è quello prima di tutto di rallentare, se non fermare quando possibile, il fenomeno. E' meglio, comunque, allontanare le pellicole osservate con residui di aceto liquido da altre conservate nello stesso sito che potrebbero così facilmente essere "infettate".

Per rilevare la sindrome dell'aceto sono state messe a punto una serie di tecniche. La più utilizzata si basa sull'uso delle strisce A-D prodotte dall'*Immagine Permanence Institute*. Si tratta di piccole strisce da inserire nella scatola di imballaggio. Agiscono come delle cartine di tornasole: il colore degli indicatori cambia secondo la quantità di acido acetico presente nella scatola. Questi indicatori possono essere utili per rilevare la sindrome negli stadi iniziali e monitorare la crescita del processo.

Oltre al controllo dell'ambiente generale di conservazione si può agire sul "microclima", cioè l'ambiente immediatamente circostante la pellicola (generalmente una scatola di imballaggio metallica) per cercare di assorbire ed eliminare la quantità d'acido rilasciata dalla sindrome.

I manufatti lapidei

GESTIRE L'ARTE SU PIETRA

Marco Milano



Supponiamo di possedere un manufatto in pietra, ad esempio una scultura, o di dover gestire una struttura architettonica o un monumento. Come ci si approccia a questo tipo di bene artistico?

Per qualunque tipo di intervento previsto, che sia un restauro o uno studio approfondito dell'opera, è importante innanzitutto conoscere e poter valutare informazioni di tipo storico-artistico-archeologico. A queste si deve accompagnare un'adeguata conoscenza dei materiali impiegati per quanto concerne provenienza, caratteristiche chimiche, mineralogiche, petrografiche, fisico-meccaniche, modalità di lavorazione e messa in opera. Per la precisione, con la definizione "materiali lapidei" si intende tutte le rocce naturali utilizzate per costruzione e ornamento.

Si parte quindi dal riconoscimento di base della materia di cui è costituita un'opera. È la sua provenienza geologica a definirne la classificazione (rocce magmatiche, sedimentarie, metamorfiche).



** Natura geologica delle rocce*

Una roccia è un aggregato naturale di minerali o di particelle inorganiche, ed è il costituente principale della crosta e mantello del globo terrestre.

Le rocce *magmatiche*, dette anche *primarie*, derivano dal raffreddamento del magma terrestre, si suddividono in *plutoniche* (formate all'interno della crosta terrestre) e *vulcaniche* (ottenute dal magma

espulso da eruzioni vulcaniche). Esempi sono il granito, il porfido, il basalto. Rocce secondarie sono invece le *sedimentarie* e le *metamorfiche*, generate rispettivamente per accumulo della *disgregazione* di rocce preesistenti (calcari, arenarie, argille, tufi, dolomie) e per *modificazione della composizione mineralogica* per variazioni di temperatura e pressione (marmi, graniti).

Accanto alle categorie di rocce, nella classificazione di lapidei si affiancano anche altri prodotti utilizzati generalmente nelle fasi di restauro, come le malte (miscele usate come protettivi delle murature che possono assumere funzione estetica) e gli stucchi (impasti usati per la decorazione di muri e soffitti).

Connesso al fattore geologico va considerato il fattore petrografico, indicante le caratteristiche chimiche e mineralogiche delle rocce di base, fattore che

condiziona la scelta e l'utilizzo delle pietre in architettura. Il fattore estetico racchiude tutte le possibilità di effetti che si possono ottenere dall'uso di un materiale lapideo. Queste componenti, che portano alla scelta di una pietra piuttosto che un'altra, sono strettamente connesse tra loro.

LAPIDEI PIÙ COMUNI

Se l'opera si presenta con un colore uniforme, questo sarà indicativo della presenza di *rocce sedimentarie*. Un colore punteggiato rimanda invece a *rocce magmatiche*, mentre colori variegati sono tipici dei *marmi*.

Un altro punto di vista da utilizzare per classificare i manufatti è la lavorabilità di una pietra: perforarla, segarla, spaccarla facilmente significa che si sono utilizzate rocce tenere, come le sedimentarie porose o prive di quarzi e silicati; le rocce magmatiche e metamorfiche sono invece più dure. Analogamente, riferendosi in particolar modo alle sculture, la *scolpibilità* di una roccia è legata alle proprietà della *grana*. I marmi a grana grossa presentano, da questo punto di vista, le caratteristiche migliori per essere scolpiti.

Consideriamo infine che un manufatto in pietra si misura anche con il fattore duratura nel tempo. Colonne e pilastri sono fabbricati da rocce resistenti alla compressione, come le magmatiche; per i rivestimenti in esterno invece si sono tendenzialmente utilizzate pietre resistenti agli agenti atmosferici e con caratteri cromatici stabili come le magmatiche o le sedimentarie compatte. Rocce metamorfiche scistose - cioè capaci di sfaldarsi in piani, come l'ardesia - più resistenti all'usura, le troviamo nelle pavimentazioni.

LE FORME DI DEGRADO

Statue e strutture architettoniche sono esposte a fattori di danneggiamento, e quindi di alterazione più di altri beni culturali, perché spesso collocati all'esterno.

Esempi di alterazione tipica, che bisogna fronteggiare inevitabilmente per restaurare, possono essere:

alterazioni cromatiche
depositi superficiali
croste nere
esfoliazioni
lacune
patine
colonizzazione biologica
degrado differenziale, disgregazione, distacco
macchie

Al termine alterazione si assegna il suo più ampio significato: ogni modificazione che una pietra abbia subito nelle proprietà d'insieme e nelle sue caratteristiche di superficie rispetto a quelle proprie dello stato naturale. Sono due le categorie di base di degrado.

Il *degrado naturale* fa riferimento generalmente alle escursioni termiche, al fenomeno di gelo e disgelo, ad alterazione chimica e biologica.

Vi è poi il *degrado antropico*, ovvero quello determinato dall'intervento umano, spesso dovuto a successive operazioni di manutenzione fatte con modalità poco rigorose.

Per qualunque tipo di intervento previsto, che sia un restauro o uno studio approfondito dell'opera, è importante innanzitutto conoscere e poter valutare informazioni di tipo storico-artistico-archeologico. A queste si deve accompagnare un'adeguata conoscenza dei materiali impiegati per quanto concerne la loro provenienza, caratteristiche chimiche, mineralogiche, petrografiche, fisico-meccaniche, modalità di lavorazione e messa in opera. Per la precisione: con la definizione "materiali lapidei" si intende tutte le rocce naturali utilizzate per costruzione e ornamento.

Si parte quindi dal riconoscimento di base della materia di cui è costituita un'opera. È quindi la loro provenienza geologica a definirne la classificazione (rocce magmatiche, sedimentarie, metamorfiche).



* *Meccanismo di formazione delle croste nere*

La formazione delle croste nere è uno degli effetti di degrado più diffusi. Si definisce 'crosta' uno strato superficiale di alterazione del materiale lapideo o di prodotti utilizzati da precedenti trattamenti. È distinguibile solitamente per il colore e per le caratteristiche morfologiche. La formazione delle croste nere ha a che fare inizialmente con un altro fenomeno di degrado tipico e critico, la fessurazione. All'interno delle microfessure generate nella pietra di un

monumento si ha deposito di gesso, per la diffusione di ossido di Zolfo (SO₂) e formazione di acido solforico (H₂SO₄) con deposito di particolato in superficie.

Questa commistione di elementi esterni dovuti ad agenti atmosferici all'interno della roccia, provoca la formazione della tipica incrostazione, di dimensioni variabili, che può essere eliminata con diversi mezzi, tra cui l'ablazione laser. A volte, tuttavia, si può avere distacco spontaneo della crosta.



IL RESTAURO

Portare un oggetto in pietra sul tavolo di un laboratorio di restauro non è certo sempre possibile. Spesso si lavora in cantieri in esterno, su superfici estese e su tempi lunghi (basti pensare all'edilizia storica). È bene tenere presente che un restauro lapideo prevede la messa in opera di un cantiere nel quale interventi massivi, di tipo ingegneristico, si affiancano a tecnologie nelle quali si opera con agenti chimici.

Questo dualismo lo si ritrova fin dalle operazioni *preliminari* e di *preconsolidamento*. In queste fasi si agisce per rimuovere depositi superficiali con spazzole e aspiratori o con acqua e spruzzatori, e con applicazioni di soluzioni di resine acriliche per mezzo di pennelli e siringhe, con l'obiettivo di effettuare un primo consolidamento della pietra. Analogamente, nelle operazioni di disinfezione e disinfezione, si utilizzano i cosiddetti biocidi, ovvero sostanze che eliminano microrganismi vegetali e/o animali. Per le presenze vegetali si utilizzano anche mezzi meccanici manuali.

In generale si opera con una serie di passaggi standard, validi per qualsiasi tipo di monumento lapideo. Una tipica successione parte dalla rimozione di stuccature preesistenti, riadesione di frammenti, perniature, velature, nuove stuccature e microstuccature, per arrivare al consolidamento finale e alla protezione. Sebbene nel corso degli anni abbia offerto molto spazio all'innovazione (per esempio nell'uso di nuovi consolidanti come l'idrossido di bario, o nell'applicazione delle tecnologie laser per la pulitura), il restauro dei lapidei conserva la necessità e particolarità di utilizzare un lavoro manuale di estrema precisione, e richiede quindi una sinergia tra risorse umane e tecnologiche.

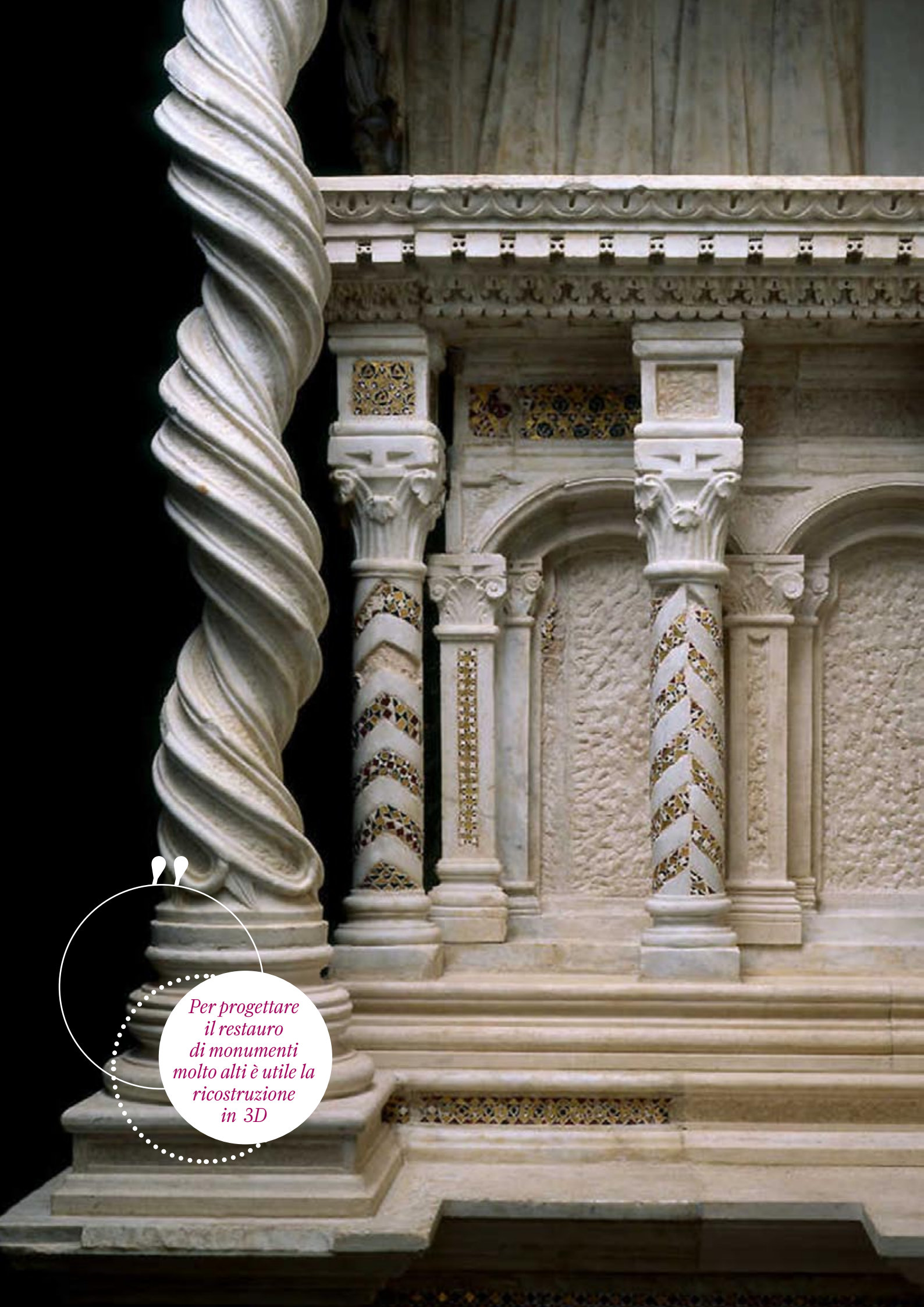
LA PULITURA

Le due categorie in cui si classificano le operazioni di pulitura e i loro principali interventi sono:

Pulitura meccanica

- * **Sabbiatura:** metodo che consiste nello spruzzare un materiale inerte lapideo sulla superficie da pulire. La sabbiatura può dare risultati efficaci, o viceversa distruttivi, se non vengono considerate con attenzione le caratteristiche dell'inerte utilizzato (sabbia o sostanza vegetale, come la farina di mais), la sua granulometria, la pressione utilizzata e la distanza dalla superficie su cui si opera.





*Per progettare
il restauro
di monumenti
molto alti è utile la
ricostruzione
in 3D*

- ❖ **Mini e micro sabbiatura:** tipo di sabbiatura ottimizzata nei valori di pressione e granulometria dell'inerte.
- ❖ **Pulitura con acqua ad alta pressione:** tecnica che sfrutta gli alti valori di pressione di uscita dell'acqua da uno spruzzatore. Si comprende anche il caso in cui venga utilizzata acqua calda, per sfruttare lo choc termico sulla pietra. È di sicuro il metodo più pericoloso e distruttivo.

A questi sistemi va aggiunto l'uso più tradizionale di strumenti manuali come scalpelli e bisturi.

Pulitura chimica

- ❖ **Pulitura con paste assorbenti:** sono utilizzate alcune sostanze con alto potere assorbente, quali, per esempio, la betonite e la sepiolite, mescolate con acqua deionizzata. L'impasto ottenuto viene applicato sulla superficie da pulire con la copertura di una garza. I tempi di intervento sono molto lunghi e l'operazione è più indicata per pietre poco assorbenti.
- ❖ **Acqua nebulizzata:** metodo basato sulle caratteristiche dell'acqua nebulizzata come solvente. A operazione avvenuta, la tecnica si integra con spazzolatura finale.
- ❖ **Impacco biologico:** questo tipo di pulitura chimica si basa sull'attività biologica di alcuni batteri in grado di alimentarsi delle sostanze che hanno aggredito le superfici dell'opera. I tempi di applicazione in questo caso sono molto lunghi, dell'ordine di settimane.

Può risultare conveniente utilizzare, in successione, i due tipi di pulitura, meccanica e chimica.

LA RICOSTRUZIONE IN 3D

Le dimensioni delle opere lapidee possono rendere spesso non agevole le operazioni di restauro. Accanto all'uso di impalcature per accedere a monumenti di diversi metri di altezza – un impianto che comporta ovvie difficoltà di gestione di apparecchiature scientifiche di analisi – può dare risultati interessanti la modellizzazione in 3D. In breve: si effettua una ripresa, molto accurata, dell'opera d'arte, ricavandone un modello digitale in tre dimensioni che contiene anche tutte le caratteristiche statiche e dinamiche che agiscono sull'opera. Così è possibile, per esempio, calcolare con minimo margine di errore le dimensioni, superficie, peso, volume e baricentro di una statua e simulare gli effetti di deterioramento in relazione a queste caratteristiche, riproducendo anche componenti dei fattori di degrado come la precipitazione di particelle inquinanti e l'umidità.

La capacità di questo strumento 'virtuale' di simulare anche le fasi di restauro, per esempio ricostruendo digitalmente frammenti mancanti, conduce a una previsione completa di quelle che saranno le reali operazioni 'in situ'.

L'uso dei modelli 3D è duplice: strumento di lavoro o media per presentare i risultati di un restauro o ricostruzione. Oltre alla simulazione e rilievo delle peculiarità dell'opera (come imperfezioni, depositi, consunzione superficiale) si ricorre quindi a questo strumento per documentare il restauro, visualizzando i risultati delle indagini scientifiche.

Archeologia industriale

UN'OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO

Marco Milano



Nei paesi più industrializzati ci si trova sempre più spesso a dover affrontare il problema del recupero urbanistico di aree industriali dismesse. L'abbandono coinvolge il territorio in cui le aree sono ubicate, sia dal punto di vista urbanistico, sia sotto l'aspetto sociale ed economico.

L'archeologia industriale consente di affrontare le problematiche connesse al recupero, valutandole sotto diverse angolazioni.

I termini archeologia e industriale possono apparire in antitesi tra loro, considerato che tradizionalmente vengono associati ad epoche tra loro distanti nel tempo. Tuttavia anche quell'industrializzazione che caratterizza e identifica il moderno, richiede un'attenzione particolare per la salvaguardia del patrimonio tecnologico – strettamente legato a quello sociale e culturale – che ha contribuito, per oltre un secolo, allo sviluppo recente della società.

Il fine dell'archeologia industriale è quindi soprattutto quello di conoscere le strutture industriali - dal punto di vista della loro collocazione storica - l'architettura, la tecnologia, l'urbanistica e, di conseguenza, i costumi e la cultura delle società coinvolte nel territorio di appartenenza.

Il periodo di riferimento è individuato principalmente a partire dalla rivoluzione industriale - da metà del XVIII secolo fino ai giorni nostri - sebbene si prendano talvolta in considerazione intervalli di tempo precedenti a questi, definiti come periodo protoindustriale e preindustriale.

I primi elementi base di archeologia industriale sono: i processi produttivi coinvolti, i luoghi, i mezzi con cui tali processi si sono attuati, i prodotti e le fonti scritte e orali che testimoniano l'evoluzione dei paesaggi industriali.

All'analisi delle caratteristiche storiche e di evoluzione di questi elementi si affianca l'azione specifica di restauro e recupero che mira a garantire, con l'ausilio di professionalità legate alla conoscenza delle strutture industriali (tipicamente ingegneri, architetti, storici dell'industria) la conservazione del sopravvissuto, il recupero delle aree dismesse e la fruizione per il pubblico con diverse soluzioni espositive. Un dato generale: in Italia ogni anno vengono smantellati circa 150.000 mq³ di vecchi edifici industriali.



Oltre alle strutture architettoniche, altri protagonisti dell'archeologia industriale sono i manufatti e le macchine, testimonianze tangibili del passato recente da tutelare, distrutte con facilità dal processo produttivo. A queste vanno aggiunti i documenti e gli archivi di impresa.

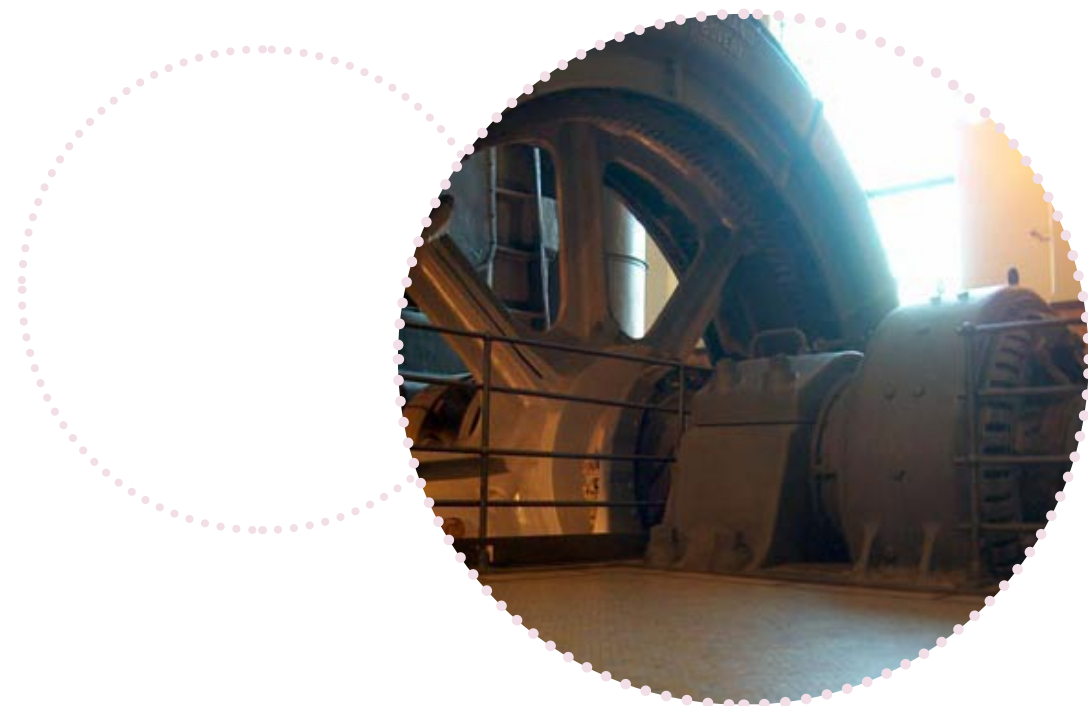
La conservazione del patrimonio industriale può andare oltre l'obiettivo di un progetto architettonico di restauro: si tratta di considerare le aree dismesse come occasione di sviluppo.

L'interazione tra diverse discipline di studio e professionalità rendono l'archeologia industriale, infatti, uno strumento unico per costruire una memoria condivisa.

In questo scenario complesso e in divenire, si fa sempre più pressante l'esigenza di garantire la conservazione di un patrimonio così particolare, preziosa eredità e testimonianza del passato recente.

La consapevolezza di questa necessità ha reso possibile, negli ultimi anni, un riconoscimento istituzionale al restauro dei siti industriali italiani nelle politiche culturali, riconoscimento concretizzato con l'inserimento di un preciso riferimento, nel nuovo Codice dei Beni Culturali del 2008, ai tre termini chiave per garantire pari dignità a questa disciplina - " Sono altresì beni culturali le cose immobili e mobili, a chiunque appartenenti, che rivestono un interesse particolarmente importante a causa del loro riferimento alla storia politica, militare, della letteratura, dell'arte, della scienza, della tecnica, dell'industria " - scienza, tecnica e industria sanciscono, nell'art. 10 del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, il riconoscimento ufficiale del patrimonio industriale italiano come bene culturale e non più nella dizione generica di bene storico.

Le esperienze di recupero che hanno preso corpo negli ultimi decenni nel mondo, in Europa e, in misura minore, anche in Italia, hanno un disegno differenziato, ma risentono, in ogni caso, delle influenze sociali e culturali del territorio. Non si può infatti operare un intervento di recupero di tali aree senza valutare le peculiarità del territorio di appartenenza e rispettarne le unicità: ogni struttura industriale in disuso ha una storia che è fortemente legata all'evolversi di contesti umani oltre che tecnologici.



RIQUALIFICAZIONE E SALVAGUARDIA: LE FASI

Ricognizione
 Documentazione
 Schedatura
 Salvaguardia
 Recupero
 Restauro
 Fruizione


I primi interventi storicamente effettuati riguardavano principalmente la salvaguardia dei resti della prima civiltà industriale, al fine di fornire una testimonianza e ottenere il censimento del patrimonio esistente. Questa prima fase ha interessato inizialmente la Gran Bretagna – attorno agli anni 50 – poi il resto d'Europa compresa l'Italia.

A quest' approccio è seguito un criterio di valorizzazione basato sull'idea di museo, inteso come luogo fisico in cui depositare i resti di un'installazione al fine di salvarli. In esperienze di *open air museum* inglesi si è attuata una ricostruzione storica di ambienti, luoghi ed edifici, per rendere interattiva l'esposizione.

In più di trent'anni di applicazione di questo settore di studio, tanti sono stati i recuperi effettuati e tanti possono essere gli esempi da citare, anche in Italia – come la riqualificazione del Lingotto di Torino, l'ex Fabbrica Carpano, il Cotonificio Muggiani di Rho, l'ex Zuccherificio di Cecina a Livorno.

Un caso interessante è l'esperienza avviata a partire dai primi anni 90 per il recupero e la salvaguardia di *Nuova Schio*, iniziativa di successo che ha preso corpo a partire dalla volontà di riqualificazione del quartiere industriale del comune di Schio, nell'Alto Vicentino. La zona interessata rappresenta tutt'oggi uno dei poli produttivi più importanti del Veneto e la sua configurazione urbanistica testimonia i segni di un florido passato industriale, fin dai primi segni relativi agli anni ottanta del XIX secolo.

Il *Nuovo Quartiere*, o appunto *Nuova Schio* è, in questo contesto, il segno forse più importante di questo passato ed è legato alle esperienze più innovative condotte in Europa nel XIX secolo nell'ambito delle abitazioni per operai. Per mano di Alessandro Rossi - dirigente della società Anonima Lanificio Rossi – accanto agli insediamenti industriali vennero costruiti, attorno al 1850, nuovi



*Ricostruire significa
collaborare con il tempo
nel suo aspetto di passato,
coglierne lo spirito e
modificarlo, protenderlo,
quasi, verso un più lungo
avvenire; significa scoprire
sotto le pietre il segreto
delle sorgenti (Marguerite
Yourcenar, Memorie
di Adriano)*

quartieri con abitazioni, asili, scuole e servizi ricreativi per i suoi lavoratori: la *Nuova Schio*, appunto.

Concepita inizialmente come un'estensione della città, con alloggi diversificati per diverse tipologie di lavoratori, riuscì a contenere più di 1500 abitanti, pari al 10% della popolazione del comune di Schio.

Oggi qui abbiamo un'area fortemente integrata nel contesto urbano di Schio, che conserva ancora un'immagine viva del suo percorso storico. Ma è proprio per la sua stretta vicinanza alla ramificazione più grande del comune, che si è rischiato, col tempo, di perdere la sua identità particolare, a causa della costruzione di nuovi edifici in aree ancora libere e di interventi mal riusciti negli anni '80.

Il piano di riqualificazione dell'area, proposto inizialmente nel 1987, in linea con i criteri base dell'archeologia industriale, ha avuto come principi metodologici: la razionalizzazione degli edifici esistenti e il loro adeguamento alle esigenze moderne;

l'utilizzazione degli spazi liberi con edifici dalle caratteristiche architettoniche coerenti con gli esistenti.

LA RIQUALIFICAZIONE DEGLI SPAZI PUBBLICI ATTRAVERSO ADEGUATI INTERVENTI DI ARREDO

Il piano - redatto poi come un vero e proprio manuale in cui sono state indicate nel dettaglio tutte le direttive specifiche per recupero e restauro degli edifici - è entrato in vigore nel 1990 e si è rivelato fin da subito in grado di garantire successo all'operazione. Oggi è possibile visitare il quartiere ed apprezzare, ad esempio, ridipinture originali degli edifici, diversificate caso per caso, i giardini riorganizzati secondo i moduli originali e ancora riconoscere cancelli restaurati secondo i criteri dell'epoca.

Oltre all'evidente risultato di natura estetica - favorita dalla struttura del piano pensato come una serie di indicazioni e non vincoli - un'importante ragione di successo dell'iniziativa sta nel coinvolgimento stretto degli abitanti di Schio i quali, oltre a contribuire finanziariamente all'operazione per le abitazioni di proprietà, sono stati protagonisti nel ricostruire la memoria storica.

In definitiva, il recupero e la riqualificazione dei vecchi quartieri operai ha consentito una presa di coscienza della ricchezza insita negli edifici, di cui hanno beneficiato gli stessi abitanti della città.

Il nuovo strumento

UNA VIA ITALIANA AL RESTAURO

Andrea Granelli

I

Innovare ha sempre voluto dire creare un ponte fra la novità e la tradizione, tra l'ignoto (o il non ancora conosciuto) e il noto. Le innovazioni di successo sono in qualche modo attese, il loro uso è naturale, quasi fossero sempre esistite. Senza entrare nella querelle filosofica fra scoperta e rivelazione - cioè se l'uomo può davvero inventare qualcosa di nuovo o si limita a far emergere e raccontare quanto era in potenza sempre esistito - la doppia valenza dell'innovazione è un fatto oramai assodato. Spesso l'innovazione è un fiume carsico che scorre a lungo sottoterra e poi improvvisamente (ri)emerge. La storia della tecnologia è spesso una storia di ritrovamenti, come per esempio le grandi innovazioni di ingegneria civile fatte durante la Roma imperiale, dimenticate nel medioevo e successivamente (ri)scoperte.

È evidente che questo dialogo fra modernità e tradizione ha il suo terreno di elezione nella valorizzazione del patrimonio culturale, dove vi sono: luoghi ed edifici da conservare e spesso riqualificare per adattarli alle esigenze della contemporaneità; contenuti culturali antichi da far comprendere al pubblico di oggi, spesso grazie a (ri)costruzioni virtuali e a (ri)contestualizzazioni.

In questo ambito il contributo del design può essere straordinario, consentendo di ridurre al minimo uno dei rischi della valorizzazione del patrimonio culturale: la trasformazione dell'atto di valorizzazione in una celebrazione nostalgica dei "bei tempi andati" che tende a mummificare il nostro "glorioso passato". In questo caso il passato si fissa in feticcio da contemplare con nostalgia e reverenza e non diventa una radice vivificante da reinterpretare. L'antico deve diventare un ponte per la modernità: «essere stati è condizione per essere» diceva lo storico Fernand Braudel.

Oltretutto il patrimonio culturale è il primo, più noto e forse più autentico esempio di made in Italy. La valorizzazione di quella parte del patrimonio culturale costituito da edifici e luoghi antichi o con un elevato valore simbolico è pertanto sempre di meno un'attività di tipo conservativo e sempre più frequentemente una vera e propria attività di design. L'esigenza di riutilizzo di un edificio - per cambiarne (anche solo temporaneamente) la destinazione d'uso - deve avvenire senza però recidere il filo con il passato, comprendendo e attualizzando il suo *genius loci*, ciò che di fatto ne ha assicurato la permanenza fino ai nostri giorni e che continua a manifestarsi, anche se sotto mutate spoglie. Queste attività si trasformano in un vero e proprio (re)design del contenitore che consente nuove interpretazioni e utilizzi senza però snaturarlo.

*L'applicazione
dei metodi del design
al nostro patrimonio
culturale potrebbe dare
nuova linfa a un altro
settore tanto importante
per il nostro Paese
quanto poco considerato:
l'artigianato artistico*

È utile ricordare che vi sono due approcci nel modo di rapportarsi con un luogo antico. Considerarlo: un “corpo morto” che va mantenuto ossessivamente come era, venerato che rischia di essere contaminato o profanato ad ogni contatto non ritualizzato; un “corpo vivente” con cui si dialoga e si interagisce e dal cui rapporto si esce vivificati e reciprocamente – il visitatore e il luogo – trasformati (ad esempio la facciata di S.Maria Novella (ri)progettata dall’Alberti).

Borghi medioevali, antichi castelli, ville rinascimentali, siti archeologici, ma anche vecchie fabbriche o edifici modernisti in disuso diventano pertanto luoghi di sperimentazione e di ri-nascita, dove le pietre antiche convivono con i nuovi materiali e le nanotecnologie, dove i ritmi architettonici degli ambienti acquisiscono un’anima digitale e un sistema nervoso fatto di impianti, cablaggi e reti di sensori e si trasformano in nuove fonti di ispirazione – meta di un moderno “Grand Tour”.

L’aver fondato la nostra civiltà sul fenomeno urbano e su di un rapporto di simbiosi tra la città e il territorio, è una peculiarità che certamente non è solo italiana, ma che ha assunto in Italia dei tratti inconfondibili. L’aspetto forse più caratterizzante è il dialogo mai interrotto con l’antico, una sua adozione potremmo dire generalizzata.

Ad esempio gli antichi Romani avevano posto dei limiti allo *ius utendi atque abutendi* e la conservazione dei monumenti era affidata ad un magistrato, mentre gli imperatori Vespasiano e Adriano avevano proibito di staccare dagli edifici pubblici e privati marmi, colonne ed altri ornamenti di pregio: a un proprietario era concesso spostare i marmi da una casa a un’altra – sempre di sua proprietà – a condizione però che non ne soffrisse l’ornato pubblico.

L’applicazione dei metodi del design al nostro patrimonio culturale potrebbe inoltre dare nuova linfa ad un altro settore tanto importante per il nostro Paese quanto poco considerato: l’artigianato artistico. Stretto fra due realtà – gli artisti che lo guardano con sufficienza e gli artigiani che lo considerano una figura un po’ romantica e con scarso piglio imprenditoriale – l’artigiano-artista potrebbe invece esprimere grandi potenzialità in questo settore, conciliando gusto e saper fare, sensibilità estetica, manualità con le tecnologie e i materiali più innovativi. Oltretutto è sempre più frequente il caso in cui egli lavora all’interno di un processo industriale, completando e perfezionando la fase finale di lavorazione, in modo da assicurarne qualità e personalizzazione.

La cultura del design va quindi propagata anche negli anfratti poco frequentati: deve uscire dalle scuole di design o dal mondo luccicante e trendy legato al made in Italy per entrare anche in settori – come la valorizzazione del patrimonio culturale o il settore dell’artigianato artistico – al fine di dare fondo a tutto il suo potenziale ideativo e progettuale.

PATRIMONI VIRTUALI

a cura di Alessandro Bollo

Musei & Social Network

Gon sempre maggiore frequenza i musei utilizzano i più popolari social network per comunicare in modo più informale e diretto con un pubblico di potenziali visitatori o di semplici simpatizzanti. Facebook, Twitter, Flickr, Youtube non sono solo semplici piattaforme di aggregazione di contenuti, ma habitat privilegiati per dare voce alle esigenze dell'utenza, per cogenerare contenuti e per propagare la comunicazione attraverso le tecniche del social media marketing. Alcuni dati possono aiutare a cogliere la portata di questi fenomeni. La pagina Facebook del Moma di New York ha circa mezzo milione di iscritti (curiosamente l'Italia è il secondo paese dopo gli Stati Uniti per quanto riguarda il numero

di "amici" del Moma), e i video caricati dal museo su Youtube sono visti da più di due milioni e mezzo di persone.

Il sito Flickr, per amanti delle fotografie, conta più di 1.300 fan che hanno caricato 4.500 fotografie amatoriali del museo.

Non si tratta comunque di progetti ad appannaggio esclusivo dei musei più importanti, anche realtà più locali e meno dotate in termini di budget possono proficuamente trasferire la propria identità sul fronte digitale aprendo pagine sui network sociali. Sono ormai decine, anche in Italia, i musei che hanno la propria pagina Facebook (con un numero di fan che varia dalle poche centinaia alle decine di migliaia) e che utilizzano la viralità della comunicazione online per promuovere mostre, eventi, iniziative varie.

Multimedia
e internet come
strumenti di
rappresentazione
e promozione
del patrimonio
culturale

Collezioni e curatela 2.0

La logica partecipativa e il coinvolgimento diretto dei visitatori nella vita del museo, in alcuni casi, si sono estesi a tal punto da riguardare funzioni e pratiche che tradizionalmente erano esclusivo appannaggio della direzione scientifica: l'organizzazione delle collezioni, la scelta delle opere, la curatela delle mostre. Tra gli esempi più significativi vale la pena segnalare il Röhsska Museet di Goteborg che ha coinvolto i 1.500 membri della community di Facebook per decidere se accettare o meno una pelliccia leopardata vintage degli anni '50 come parte

della collezione permanente, e il celebre progetto *Fill the Gap* dello Smithsonian Institute, in cui i membri delle comunità virtuali del museo sono intervenuti direttamente nelle selezioni delle opere e nell'allestimento dei magazzini visitabili della sezione di arte americana. Esperienze di questo tipo sono state condotte anche da altri musei in cui è stato richiesto, ad esempio, il coinvolgimento del pubblico per scegliere le opere da esporre in mostra (Brooklyn Museum: *Click! A Crowd-Curated exhibition*) o per migliorare la comunicazione interna e il sistema di mediazione del museo (*Gemeente Museum dell'Aia*).

Smart tech: nuovi modi di “ascolto” e di studio dei pubblici

Le nuove frontiere digitali offrono nuove opportunità e nuovi strumenti per ascoltare, conoscere e studiare i pubblici della cultura. I social network, da questo punto di vista, rappresentano uno spazio di avvistamento e di conversazione assolutamente privilegiato perché permettono alle istituzioni di instaurare relazioni profonde e non banali con individui che chiedono attenzioni, scambio, interazione, e che in cambio possono restituire aspettative, motivazioni, entusiasmi e disaffezioni.

Sul mercato sono presenti diversi programmi di analisi (molti dei quali anche gratuiti) che consentono di studiare l'evoluzione, il comportamento e il livello di interazione delle comunità online. Con questi software è possibile infatti individuare i target di utenza, gli argomenti di interesse e gli aspetti dell'offerta culturale e del servizio

che raccolgono i maggiori consensi o critiche.

La tecnologia aiuta inoltre a “tracciare” e a studiare anche i comportamenti reali dei visitatori dentro il museo. Tecnologie Wi-fi e Rfid consentono infatti di utilizzare device mobili (ad esempio piccoli palmari portatili o audioguide) che si attivano in prossimità di opere e reperti, suggerendo al visitatore diversi livelli di approfondimento e di interazione con l'opera, registrando, inoltre, spostamenti spaziali e richieste del visitatore. Si viene quindi a disporre di un repertorio molto ampio di informazioni su tempi di percorrenza e permanenza, oggetti visti o non visti, sul livello di interazione utente/percorso. Sono stati inoltre sperimentati software che consentono ai ricercatori di osservare i comportamenti delle persone dentro il museo e di “ricostruirli” in formato digitale per poi poterli studiare in dettaglio (<http://miranda.fitzcarraldo.it>)



Podcasting e valorizzazione del territorio

Gosa ci fa un grande totem arancione nel cuore storico di Mondovì in provincia di Cuneo? Distribuisce storie. Più precisamente trasferisce file audio digitali che parlano di luoghi antichi, suggeriscono percorsi di esplorazione, raccontano una storia lunga quasi mille anni. Le narrazioni parlano dei personaggi e del patrimonio spesso sconosciuto della Mondovì Barocca, dei territori circostanti dove si possono ascoltare le voci dei pellegrini diretti al Santuario di Vicoforte o dei contrabbandieri che si inerpicano lungo la valle dell'Elbero, una delle principali Vie del Sale medievali. Il progetto *Mp3 - Mondovì, Podcasting per Percorsi Personalizzati* - consente infatti ai turisti e agli inte-

ressati di scaricare i percorsi narrati direttamente sui propri dispositivi portatili (lettori mp3, I-POD, smart phone) collegandoli "ai distributori di storie", ovvero i due totem interattivi presenti sul territorio. Chiunque può scaricare gratuitamente e liberamente i file audio collegando il proprio lettore mp3 per mezzo di plug che escono dal corpo del totem oppure tramite la tecnologia bluetooth.

A differenza di altre esperienze simili di podcasting - che operano solo "in remoto" attraverso Internet e consentono all'utente di acquisire file audio e video per preparare la visita - *Mp3* intende invitare "sul momento" e in modo inaspettato il visitatore alla scoperta del luogo, proponendo una modalità alternativa e divertente di visita.



Il San Carlo di Napoli: un teatro d'opera su Facebook

Primo teatro italiano per numero di fan su Facebook e secondo in Europa. Ma anche terzo teatro d'opera al mondo, dopo il Metropolitan Theatre di New York e la Royal Opera House di Londra. Con oltre 30.000 iscritti alla pagina, raggiunti in appena 8 mesi dalla sua creazione.

Sviluppato da *Simulation Intelligence*, una società di consulenza che segue il Teatro San Carlo dall'anno scorso, il progetto Facebook e Social Media ha avuto inizio a metà gennaio 2010, in coincidenza con la prima della stagione, che rappresentava anche la riapertura ufficiale del teatro dopo due anni di restauro.

Fin da subito, la pagina Facebook è diventata un fondamentale strumento di comunicazione diretta con il pubblico

e per il pubblico: notizie, aggiornamenti, interviste, contenuti esclusivi, ma anche richieste di informazioni, commenti, lamentele sono gestite sulla pagina in maniera rapida e interattiva. Facebook, ad esempio, è già oggi il canale di comunicazione principale per notizie o informazioni dell'ultimo minuto, come orari dei pullman per gli spettacoli o cambiamenti nel cast.

In prospettiva futura verrà ulteriormente aumentata l'interazione e la partecipazione degli utenti, con l'inserimento sui diversi canali di video, foto, contenuti da loro realizzati. Verrà inoltre aperta una pagina recensioni su Facebook. Saranno anche create occasioni di incontro con gli iscritti e tra gli iscritti: presentazioni, visite guidate, incontri con artisti o membri dello staff del San Carlo, per rafforzare anche fisicamente, e non solo on-line, il concetto di comunità.

NEWTON



COME FUNZIONA NEWTON

UOMO, SOCIETÀ, TERRA, UNIVERSO: I QUATTRO MONDI DI NEWTON

In Newton c'è spazio per tutte le scienze. All'interno le trovate divise nelle quattro sezioni che compongono il magazine: Darwin (le scienze dell'uomo), Leonardo (le scienze della società), Einstein (le scienze della Terra) e Galileo (le scienze dell'Universo). Un percorso dall'infinitesimale all'infinito attraverso quattro giornali, ognuno con la sua copertina, le sue rubriche, i suoi articoli.



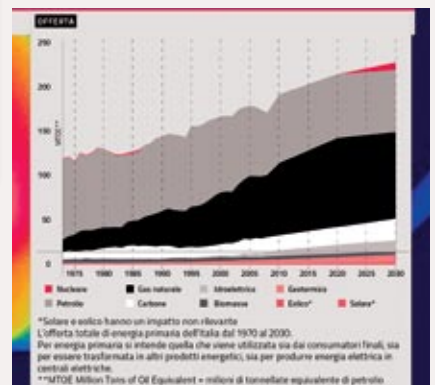
IL QUINTO MONDO È UNIVERSITARIO
Annunci, ricerca, innovazione, studi di settore, corsi accademici online e offline: Newton entra nel mondo delle Università per creare un contatto reale tra la ricerca e il mondo che la dovrà utilizzare.

L'ULTIMA STORIA
A fine giornale, i racconti di newton: per distrarsi, emozionarsi e ricordarsi che la scienza è, prima di tutto, una passione da vivere col cuore.

IL GLOSSARIO
E per concludere, un approfondimento in grado di chiarire gli ultimi dubbi, i termini più controversi o più complicati: le parole che troverete sottolineate nei nostri articoli sono spiegate nel glossario.



NUMERI DI PAGINA CON TIMONE INTEGRATO
Non solo un numero: oltre alla pagina, il timone indica graficamente la posizione dell'articolo nel magazine.



NAVIGAZIONE A WIDGET
Approfondimenti e spiegazioni sono inserite nei "widget": un'estensione della pagina che aiuta a capire, approfondire e sviappare i temi di un articolo.

SCRIVI A NEWTON { abbonamenti@newtonline.it

Newton
corso Venezia, 6
20121 Milano

Tel 02.76391923
Fax 02.36557940

ABBONAMENTI



ABBONATI A **NEWTON**

25%
di sconto

1 ANNO
12 numeri
35,00 €
invece di 46,80 €

- Dal sito www.newtonline.it**
(pagamento con carta di credito online e procedure per il pagamento tramite bonifico bancario o bollettino postale)
- Telefonando al servizio clienti al n. 02.76391923 da lunedì a venerdì dalle 9:00 alle 18:00**
- Compilando il cedolino**
Compila il cedolino che trovi in questa pagina, invialo in busta chiusa affrancata a R.I.DO. Servizi Editoriali s.r.l. - Corso Venezia, 6 - 20121 Milano oppure tramite fax al n. 02.36557940 o e-mail ad abbonamenti@newtonline.it (L'invio della copia del pagamento accelera l'attivazione.)



NEWTON ABBONAMENTO

Sottoscrivo un abbonamento per 1 anno (12 numeri) a Newton Oggi al prezzo speciale di € 35,00 (25% di sconto).

SÌ MI ABBONO SÌ REGALO L'ABBONAMENTO

Pagherò con:

- Bollettino postale**
intestato a R.I.DO. Servizi Editoriali s.r.l. - Corso Venezia, 6 - 20121 Milano; c/c 95500542 con causale "abbonamento a Newton"
- Bonifico bancario**
intestato a R.I.DO. Servizi Editoriali s.r.l. - Corso Venezia, 6 - 20121 Milano; IBAN IT90 K076 0101 6000 0009 5500 542 con causale "abbonamento a Newton"

I MIEI DATI
Nome..... Cognome.....
Indirizzo..... Cap.....
Città..... Prov.....
P.I. o C.F.
e-mail.....

REGALO PER
Nome..... Cognome.....
Indirizzo..... Cap.....
Città..... Prov.....
e-mail.....

Dichiaro di aver letto l'informativa e sono consapevole che il trattamento dei dati è necessario per ricevere l'abbonamento e dichiaro di essere maggiorenne.

- a) acconsento a ricevere comunicazioni commerciali mediante posta, telefono, posta elettronica, sms, mms, effettuare analisi statistiche e ricerche di mercato da parte di R.I.DO. Servizi Editoriali s.r.l.
- b) acconsento a ricevere comunicazioni commerciali mediante posta, telefono, posta elettronica, sms, mms, effettuare analisi statistiche e ricerche di mercato da parte di Aziende terze.

INFORMATIVA ai sensi del D.Lgs. 196/2003 ("Protezione dei dati personali"). I dati personali che Lei ci sta fornendo mediante il coupon permetteranno a R.I.DO. Servizi Editoriali s.r.l., Titolare del trattamento dati, di inviargli l'abbonamento alle condizioni precisate nell'offerta. Il conferimento dei dati è facoltativo, salvo per quelli indicati come obbligatori per poterle permettere di ricevere l'abbonamento. I suoi dati saranno custoditi sui supporti informatici e verranno trattati nel pieno rispetto delle misure di sicurezza a tutela della Sua riservatezza. I dati non saranno diffusi ma potranno essere comunicati, sempre per le predette finalità, a società che svolgono per nostro conto compiti di natura tecnica od organizzativa strumentali alla fornitura del servizio richiesto. Con il Suo consenso, i Suoi dati potranno essere utilizzati da R.I.DO. Servizi Editoriali s.r.l. per contattarLa e inviarLe le informazioni commerciali, effettuare analisi statistiche e ricerche di mercato. Inoltre, sempre con il Suo consenso esplicito, i Suoi dati potranno essere forniti per fini commerciali, analisi statistiche, ricerche di mercato anche ad altre aziende operanti nel settore editoriale, automobilistico, assicurativo, finanziario, largo consumo e distribuzione, dei servizi e ad organizzazioni umanitarie e benefiche, in qualsiasi momento. Le sarà possibile conoscere l'elenco delle aziende facendone richiesta al Responsabile del trattamento R.I.DO. Servizi Editoriali s.r.l. Il conferimento dei dati è facoltativo salvo per quelli indicati come obbligatori per poterLe permettere di accedere ai servizi offerti. Lei ha diritto di conoscere, in ogni momento, quali sono i Suoi dati e come essi sono utilizzati. Ha anche il diritto di farli aggiornare, integrare, rettificare o cancellare, chiederne il blocco ed opporsi al loro trattamento, l'esercizio dei diritti di cui all'art. 7 del D.Lgs. 196/03 potrà effettuarsi attraverso specifica comunicazione al Responsabile del trattamento c/o R.I.DO. Servizi Editoriali s.r.l. - Corso Venezia, 6 - 20121 Milano oppure inviando una E-mail all'indirizzo abbonamenti@newtonline.it