

La conservazione dei beni culturali e la normativa tecnica: passato, presente e futuro

A cura di Giovanna Alessandrini - Presidente Commissione UNI – NorMaL Beni Culturali



E' oggi ampiamente riconosciuto da tutti coloro che operano nel campo della conservazione dei manufatti di interesse storico-artistico-architettonico-archeologico che l'attività della conservazione impone un approccio scientifico, unica possibilità per procedere ad un attendibile progetto di intervento conservativo, garantendo altresì la massima efficacia e durabilità dell'intervento stesso. Ma cosa si intende per "approccio scientifico"? L'acquisizione delle più esaustive informazioni scientifiche sulla natura del materiale costituente il bene ed indipendentemente dalla classe di appartenenza del materiale stesso (pietre, malte, stucchi, prodotti ceramici, legni, metalli), sullo stato di conservazione (inteso come identificazione delle cause, dei meccanismi e dell'entità del degrado), sulle condizioni ambientali al contorno.

Per supportare quest'attività è necessario avere punti di riferimento precisi e di valore, come furono negli anni '80 le Raccomandazioni NorMaL. Nel 1980, infatti, il Ministero per i Beni Culturali promulgò la costituzione di una commissione, denominata NorMaL (Normativa Materiali Lapidari), la cui finalità era esplicitamente indicata nel Decreto Ministeriale 11 novembre 1982: "Normazione dei metodi di studio e controllo dei manufatti artistici in pietra".

Verso la fine degli anni '90, però, la Commissione NorMaL in un suo logico sviluppo - anche in ottica sovranazionale - confluisce nell'ambito della normazione tecnica volontaria: attraverso un'opportuna convenzione stipulata tra UNI e Ministero Beni Culturali viene

costituita presso l'Ente Nazionale di Unificazione la Commissione UNI "Beni Culturali - NorMaL", avente lo scopo di "Definire metodologie unificate per lo studio delle alterazioni dei materiali lapidei e dell'efficacia dei trattamenti conservativi per manufatti di interesse storico-artistico".

Il continuo richiamo alla normativa italiana da parte degli esperti europei interessati alla conservazione del patrimonio artistico del proprio Paese, nel 2002 ha indotto UNI ad avanzare al Comitato Europeo di Normazione (CEN) la proposta per l'attivazione di una commissione dedicata all'elaborazione di norme di riferimento valide in tutti i Paesi europei: per unificare l'approccio scientifico nei confronti della conservazione del patrimonio culturale in tutta la UE.

A livello nazionale ed europeo, quindi, l'Italia detiene una leadership "tecnica" nel campo dei beni culturali, che non si limita agli aspetti di indagine prettamente scientifica ma si amplia agli aspetti di gestione dei beni in sicurezza, alla loro fruibilità (e quindi alla valutazione dei principi del trasporto sicuro e all'organizzazione di attività che li valorizzino) e - per quanto riguarda gli edifici di interesse storico - agli aspetti di estrema attualità di massimizzazione dell'efficienza energetica.

Nel dossier riportiamo alcune esperienze significative in questi campi:

- quella della Commissione Speciale Permanente per la Sicurezza del Patrimonio Culturale Nazionale istituita dal Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, che con appositi studi ha approfondito e risolto i pro-

blemi derivanti dal contrasto tra le esigenze di conservazione e tutela proprie del patrimonio culturale e quelle derivanti dalla pubblica fruizione e quindi dall'esposizione ai diversi rischi, sia di natura antropica che derivanti da fenomeni naturali;

- quella della identificazione, valutazione e minimizzazione dei rischi derivanti dal trasporto (più in dettaglio: dalla manipolazione e movimentazione, dell'imballaggio, dal trasporto, dalla consegna al destinatario, dal disimballaggio e dalla collocazione nella nuova sede espositiva e/o di restauro) di un bene culturale;
- quella della promozione delle competenze, del know-how e delle tradizioni delle imprese della filiera del restauro, in particolare del così detto "restauro architettonico", finalizzato a valorizzare le potenzialità di una città d'arte. I cantieri dell'arte di Milano sono, infatti i luoghi in cui si manifestano le eccellenze del "sistema restauro", che il progetto intende far conoscere al pubblico coniugando cultura e lavoro in un progetto che si estende dal 2009 al 2015 gestito sinergicamente da istituzioni e privati;
- infine, quella relativa alle azioni di trasferimento tecnologico per il miglioramento delle prestazioni energetico-ambientali dell'edilizia storica (considerando non solo i beni tutelati di massimo pregio, ma anche l'edilizia storica seriale e il "sistema centro storico") secondo i criteri dell'edilizia sostenibile, in corso di realizzazione in Veneto.

Conservazione e scienza della conservazione

È oggi ampiamente riconosciuto, da tutti coloro che operano con serietà e consapevolezza nel campo della conservazione dei manufatti di interesse storico-artistico-architettonico-archeologico, che la *scienza della conservazione* (che ha visto il suo impulso negli anni '70-80) impone un approccio scientifico, unica possibilità per procedere ad un attendibile progetto di intervento conservativo sul manufatto, garantendo altresì la massima efficacia e durabilità dell'intervento stesso. Ma cosa si intende per "approccio scientifico"? L'acquisizione delle più esaustive informazioni scientifiche sulla natura del materiale costituente il bene ed indipendentemente dalla classe di appartenenza del materiale stesso (pietre, malte, stucchi, prodotti ceramici, legni, metalli), sullo stato di conservazione (inteso come identificazione delle cause, dei meccanismi e dell'entità del degrado), sulle condizioni ambientali al contorno.

Si deve alla fine degli anni '70 la formula magica, oggi più che mai valida, "*conservare significa conoscere*" formula riconosciuta anche a livello legislativo in materia di lavori pubblici ("Legge quadro in materia di lavori pubblici 11/02/94, n.109 e successive modifiche e del Regolamento di attuazione della legge - DPR 21/12/99, n. 554). Nella legge si riconosce, per la prima volta, l'indispensabilità della diagnostica nel primo grado di progettazione dell'intervento (progetto preliminare) e, se necessario, un completamento nella seconda fase (progetto definitivo); se ne riconosce, altresì, l'iter e multidisciplinarietà; una diagnostica attendibile e significativa del manufatto e del suo degrado può e deve essere il frutto di un lavoro d'équipe cui partecipano l'architetto progettista, lo storico dell'arte, l'esperto scientifico (sia esso un petrografo, un chimico, un fisico, un biologo, uno strutturista), il restauratore. Se quindi la diagnostica costituisce il caposaldo nel percorso del progetto di intervento, è necessario definire quali sono le linee programmatiche da adottare nella sua pianificazione (prima ed esecuzione (poi); è necessario cioè predisporre di una "diagnostica intelligente" che non contempli analisi superflue e/o non definite in modo univoco, così da evitare di pensare alla diagnostica solo al momento della pubblicazione di un volume relativo al restauro nel quale è "inconcepibile" (sic!) non dire anche "qualcosa" di diagnostica, evento assai frequente!

E' necessario pertanto definire quali sono, tra le numerosissime che la scienza in senso lato oggi dispone, le analisi da effettuare e le relative metodologie di esecuzione così da assicurare ai risultati della diagnostica la mas-



Figura 1 - Concattedrale S. Andrea di Mantova, particolare di un dipinto murale sulle pareti interne del manufatto.



Figura 2 - Sezione stratigrafica dell'immagine precedente: è evidente la traccia disegnativa (sinopia) dal caratteristico colore rosso, dovuta da ocre rossa 80x.

Le indagini sono state condotte presso il laboratorio C.S.G. Palladio di Vicenza.

Per cortese concessione della Parrocchia di S.Andrea.

sima attendibilità, significatività, riproducibilità, confrontabilità tra laboratori diversi; da ciò deriva la necessità di mettere a disposizione del diagnosta opportuni protocolli d'analisi, normative nazionali o internazionali cui far riferimento nel particolare settore dei Beni Culturali, protocolli non esistenti fino agli anni '80 né potevano essere utilizzate normative pertinenti settori non compatibili con la conservazione dei Beni Culturali.

La Commissione NorMaL

Promotore un gruppo di ricercatori operativi presso strutture pubbliche (Consiglio Nazionale delle Ricerche, Ministero per i Beni Culturali, Istituti universitari) coinvolte nelle pro-

blematiche conservative del patrimonio storico-artistico del Paese, nel 1980 il Ministero per i Beni Culturali promulgò la costituzione di una commissione, denominata NorMaL (Normativa Materiali Lapidari), la cui finalità era esplicitamente indicata nel Decreto Ministeriale 11 novembre 1982: "*Normazione dei metodi di studio e controllo dei manufatti artistici in pietra*". Inizialmente costituita da soli quattro Gruppi di lavoro (NorMaL C metodologie chimiche, NorMaL P metodologie petrografiche, NorMaL B metodologie biologiche, NorMaL F metodologie fisico-meccaniche) coinvolti esclusivamente nelle problematiche conservative della pietra (materiale lapideo naturale), nel corso degli anni, riconoscevano



Figura 3 - Chiesa di S. Apollinare in Trento: dipinto murale sulle pareti interne dopo discialbo.



Figura 4 - Sezione stratigrafica dell'immagine precedente: è evidente la tecnica utilizzata nell'esecuzione del dipinto completata con una lamina di stagno applicata a missione.

Le indagini sono state condotte presso il laboratorio C.S.G. Palladio di Vicenza.

Per cortese concessione della Parrocchia di S. Apollinare.

l'esigenza tecnica-scientifica, vennero ufficialmente creati nuovi gruppi di lavoro per classi di materiali specifici estremamente diffusi come componenti dei materiali dei Beni Culturali: malte indipendentemente dalla funzione svolta in situ (da allettamento, da intonaci, ecc.), prodotti ceramici (laterizi e terrecotte), legno o per specifiche problematiche conservative (umidità delle murature, ambiente, museo-tecnica, strutture).

I componenti dei singoli gruppi di lavoro (di seguito GL), con documentata esperienza professionale nel campo di attività del GL di afferenza, provengono dagli organi tecnico-scientifici degli Enti promotori e, successivamente, da altri enti nazionali (per esempio l'E-

NEA) o da imprese di restauro ed imprese interessate alla messa a punto di prodotti e tecnologie per il restauro, da liberi professionisti con ampia esperienza nel settore conservativo (in misura molto ridotta). I documenti normativi elaborati dalla Commissione NorMaL vengono pubblicati, con copyright CNR - Ministero Beni Culturali come *Raccomandazioni NorMaL* ciascuna delle quali caratterizzata, oltre che dal titolo, da un numero relativo all'ordine progressivo di stampa ed uno relativo all'anno di pubblicazione.

La Commissione UNI Beni Culturali – NorMaL

Nel 1997 la Commissione NorMaL confluisce

nell'ambito dell'attività svolta dall'Ente Nazionale di Unificazione (UNI) attraverso una opportuna convenzione stipulata tra UNI e Ministero Beni Culturali. Resta immutata la finalità della nuova commissione, denominata Commissione UNI Beni Culturali – NorMaL, avente lo scopo di "Definire metodologie unificate per lo studio delle alterazioni dei materiali lapidei e dell'efficacia dei trattamenti conservativi per manufatti di interesse storico-artistico". Resta immutata la struttura operativa. L'inserimento nella rete UNI porta, indubbiamente, numerosi vantaggi: i documenti elaborati come Raccomandazioni NorMaL, quando necessario con opportune modifiche e/od aggiornamenti, vengono trasformati in norme UNI con i relativi riconoscimenti ufficiali; attraverso la rete UNI le norme vedono una maggiore e più capillare diffusione non solo in Italia ma anche in ambito europeo (si ricordi che i documenti normativi italiani sono spesso citati nelle pubblicazioni scientifiche francesi, spagnole, tedesche); attraverso il sito UNI i documenti sono più facilmente reperibili; l'assistenza tecnica da parte di un funzionario UNI a supporto del presidente della commissione e dei coordinatori dei GL nell'espletamento della loro attività.

Il Comitato CEN TC 346

Il continuo richiamo alla normativa italiana da parte degli esperti europei interessati alla conservazione del patrimonio artistico del proprio Paese, nel 2002 ha indotto UNI ad avanzare al Comitato Europeo di Normazione (CEN) la proposta per l'attivazione di una commissione dedicata alla elaborazione di standard di riferimento validi in tutti i Paesi europei: utilizzare normative comuni significa unificare, in ambito europeo, l'approccio scientifico nei confronti della conservazione del patrimonio culturale consentendo una forte sinergia e collaborazione tra tutti coloro che, sotto profili diversi, sono coinvolti nelle problematiche conservative. L'ingresso in ambito europeo ha reso necessaria una nuova strutturazione della Commissione UNI Beni Culturali – NorMaL per consentire una stretta collaborazione tra la normativa italiana e le esigenze europee (*mirror groups*). La nuova configurazione della commissione italiana è descritta in tabella 1.

Attività normativa

Ad oggi sono state pubblicate 36 norme UNI e 44 Raccomandazioni NorMaL di cui 29 successivamente pubblicate (con opportune revisioni quando necessario) come norme UNI (si veda www.uni.com). I documenti normativi, possono essere classificati, per il loro contenuto, come:

- *conoscenza del materiale lapideo naturale*

Gruppi lavoro (GL)	Campo di attività	Sottogruppi di lavoro (SGL)
GL 1	Terminologia	-----
GL 2	Caratterizzazione del materiale e degrado	Malte
		Pietre
		Umidità nelle murature
GL 3	Valutazione metodi e prodotti negli interventi di conservazione	Materiali lapidei
GL 4	Ambiente	-----
GL 5	Trasporto ed imballaggi	-----
GL 6	Legno	-----
GL 7	Strutture	-----
GL 8	Biologia	-----

Tabella 1 – Struttura della Commissione UNI Beni Culturali – NorMaL dal 2011

ed artificiale e del legno, dalla terminologia (UNI 11182 "Descrizione delle forme di alterazione – Termini e definizioni") da adottare per la definizione univoca delle diverse manifestazioni del degrado alla caratterizzazione chimica, mineralogica, petrografica, fisica, biologica, tecnologica e dei prodotti di degrado. Si tratta del "pacchetto" di norme più consistente spesso elaborate sulla base di sperimentazioni ad hoc condotte presso i laboratori afferenti alla commissione UNI. Sono quindi norme di carattere prettamente metodologico che costituiscono una guida pratica di laboratorio per il diagnosta o linee guida da adottare per impostare particolari percorsi progettuali (per esempio per la caratterizzazione completa di una malta storica, UNI 11305 "Malte storiche e da Restauro - Linee guida per la caratterizzazione mineralogico-petrografica, fisica, chimica delle malte"):

- *procedure metodologiche per la misura della umidità delle murature*, dato questo di estrema importanza per la valutazione del degrado fisico da cristallizzazione dei sali o da gelo;
- *studio dei parametri ambientali* al contorno del manufatto (parametri fisici dell'atmosfera, inquinamento in ambienti non confinati, umidità dell'aria in ambienti confinati e non, rilevamento carica microbica dell'aria);
- *linee guida per la progettazione e l'esecuzione di interventi conservativi* (Raccomandazione NorMaL 20/85 "Interventi conservativi: progettazione, esecuzione, valutazione preventiva") cioè analisi delle diverse fasi che costituiscono, nel loro complesso, l'intervento, dal preconsolidamento alla pulitura, alla stuccatura/sigillatura, al consolidamento, alla protezione, indicando la finalità da conseguire in ogni fase, le metodologie operative da adottare, le classi di prodotti da utilizzare e le relative metodologie di applicazione. Rientrano in questa classe di documenti anche normative mira-

te alla valutazione dell'efficacia e nocività di prodotti utilizzabili come "protettivi" o documenti metodologici relativi alle prove di invecchiamento accelerato per la valutazione del comportamento nel tempo di prodotti protettivi o normative dedicate a particolari fasi di intervento (per esempio la pulitura con laser).

Fruitori e mercato della normativa nazionale

Ampla è la rosa dei possibili fruitori della normativa tecnica nazionale rappresentati da enti pubblici e privati coinvolti nel settore di attività della conservazione dei Beni Culturali del Paese: Ministero dei Beni Culturali, Regioni, Province, Comuni, Enti Ecclesiastici ed enti scientifici (Consiglio Nazionale delle Ricerche e atenei universitari che, negli ultimi anni hanno attivato numerosi corsi di laurea in conservazione dei Beni Culturali), scuole di restauro pubbliche (si ricorda l'Istituto Superiore di Conservazione e Restauro di Roma, l'Opificio delle Pietre dure di Firenze) e private, enti culturali (musei, gallerie, biblioteche, archivi, scavi archeologici, ecc.); negli ultimi tempi si assiste ad un ulteriore ampliamento del mercato soprattutto in ambito privato (laboratori di diagnosi, studi di progettazione degli interventi conservativi ed allestimenti espositivi) ma soprattutto imprenditoriale (imprese di trasporto ed imballaggi, da qui la necessità di istituire un gruppo di lavoro dedicato alla normativa per il trasporto delle opere d'arte, attività estremamente attiva in Italia!) così come imprese di termotecnica ed illuminazione (da qui la necessità di relative normative a cura del GL Ambiente), imprese coinvolte nella produzione e/o distribuzione di prodotti (dagli agenti chimici per la pulitura ai consolidanti, protettivi, malte da restauro, ecc.) e metodologie per il restauro (per esempio lo sviluppo dell'impiego del laser nella fase di pulitura delle superfici), medie e piccole imprese dedicate alla produzione di strumenti

di controllo, analisi in situ per misure non distruttive, imprese di grandi strumentazioni interessate ad un continuo miglioramento dei loro prodotti in termini di raffinatezza, sensibilità e riproducibilità analitica, imprese per lo studio e la messa in produzione di piccole strumentazioni per particolari impieghi analitici costruiti adottando specifiche normative tecniche.

A chiusura di questa breve trattazione, non resta che auspicare la partecipazione attiva delle diverse imprese nei gruppi di lavoro oggi costituenti la commissione tecnica UNI Beni Culturali – NorMaL, una presenza estremamente partecipe fino a qualche anno fa ma oggi ridotta per motivi, molto verosimilmente, di ordine finanziario tenendo conto della perdurante fase di crisi economica che attraversa il Paese!

Giovanna Alessandrini

Presidente Commissione UNI - NorMaL Beni Culturali

La sicurezza del patrimonio culturale tra standard e normative



Il patrimonio culturale ha sempre rappresentato per l'Italia un elemento identitario che precede l'effettiva unità della nazione, di cui si celebra

quest'anno il centocinquantenario annversario, costruendo, più di altri elementi, la memoria condivisa della comunità.

Il radicamento del bene culturale nel territorio ha fatto germinare un profondo senso civico di appartenenza, così intenso, da richiedere alle autorità di dettare norme pubbliche di comportamento per assicurarne il rispetto. Per questo il primato italiano, attribuito normalmente solo alla densità e intensità di conservazione in situ di opere pregevoli per storia e arte, deve essere esteso anche alla tradizione nella fissazione delle regole pubbliche di tutela.

Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, approvato con d.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, costituisce un importante punto d'arrivo del sofferto e secolare percorso che, dalle prime disposizioni preunitarie, attraverso le fondamentali leggi emanate da Bottai nel 1939, la Costituzione, il Decreto n. 112 del '98, il T.U. del 1999, ha progressivamente ma inesorabilmente incastonato la tutela del patrimonio culturale tra i principi costitutivi della storia e dell'identità italiana.

Il Codice attribuisce al Ministero per i Beni e le Attività Culturali (di seguito *Ministero*) le funzioni dello Stato in materia di "tutela" del patrimonio culturale, specificando, all'art. 3, che tale attività consiste non solo nella "individuazione" dei beni culturali ma anche nel "garantirne la protezione e la conservazione a fini di pubblica fruizione". La tutela si configura come un'attività essenzialmente conservativa, che mira a salvaguardare l'integrità fisica del bene e la sua sicurezza così da potere garantire il valore culturale del bene. Preliminare alla tutela è naturalmente il riconoscimento, l'individuazione del bene culturale. Conservazione e riconoscimento sono quindi profili indissolubili della tutela.

La finalizzazione alla pubblica fruizione richiede una profonda riflessione sul concetto stesso di tutela, e quindi di sicurezza, dei beni che lo compongono. Riflessione che il Ministero ha già da tempo avviato istituendo la Commissione Speciale Permanente per la Sicurezza del Patrimonio Culturale Nazionale, (di seguito *Commissione*), un organismo di alta consulenza, in materia di sicurezza dei beni culturali, in grado di affrontare, con competenza, i problemi derivanti dal contrasto tra le esigenze di conservazione e tutela proprie del patrimonio culturale e quelle derivanti dalla esposizione ai diversi rischi, sia di natura antropica che derivanti da fenomeni naturali. La *Commissione*, che ha tra i suoi membri non solo i più prestigiosi enti di ricerca sul patrimonio culturale, l'Istituto Superiore Centrale per il Restauro e l'Istituto Centrale per il Restauro e la Conservazione del Patrimonio Archivistico e Librario, ma anche autorevoli rappresentanti del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, del Comando Carabinieri per la Tutela del Patrimonio Culturale, della Conferenza Episcopale Italiana, del Dipartimento della Protezione Civile,

svolge dal 1992, anno della sua istituzione, una delicata quanto insostituibile funzione di raccordo istituzionale.

La difficoltà di impostare una strategia unitaria, in grado di assicurare la protezione e la conservazione dei beni culturali, non deriva soltanto dalla finalizzazione alla fruizione ma anche dalla variegata tipologia degli insediamenti culturali. Aree archeologiche, Archivi di Stato, Biblioteche, Castelli, Chiese, Musei pur diversi per finalità, uso, frequentazioni, materiali custoditi compongono il variegato universo del patrimonio culturale. Ognuna delle categorie prese in esame, inoltre, è costituita da elementi che sono profondamente differenti tra loro. Diversi sono anche le dotazioni di personale, il contesto esterno nel quale sono inseriti e le frequenti situazioni di condominio con attività diverse.



Migliorare la sicurezza di questi luoghi presuppone, come la *Commissione* ha indicato fin dalla sua istituzione, l'analisi dei tipi museali, raggruppati per categorie omogenee, al fine di creare un modello di intervento, estremamente elastico, non definito fin negli ultimi dettagli, così da potere essere applicabile ad ogni insediamento culturale. Un modello culturale da concordare e sperimentare con quelle istituzioni come il Ministero dell'Interno, che ha la competenza per l'emanazione di normative in materia di sicurezza; il Dipartimento della Protezione Civile, che nelle ipotesi di catastrofi naturali di grandi dimensioni subentra alle diverse autorità locali; gli enti normatori italiani, UNI e CEI, responsabili della normativa tecnica. La lunga attività, formativa e informativa, del-

la *Commissione* ha introdotto e consolidato un profondo mutamento nella filosofia dell'intervento in materia di sicurezza creando il terreno favorevole alla progettazione e definizione degli *standard di sicurezza* (di seguito *standard*). Un'innovazione che rappresenta, per i responsabili degli insediamenti museali, un affidabile sistema di valutazione dei rischi cui il museo è esposto.

Gli standard non costituiscono uno schema rigido, prescrittivo quanto un metodo, uno strumento che permette al responsabile dell'insediamento di compiere un'attenta considerazione sulla ricaduta che le attività svolte, siano esse espositive o collegate con servizi aggiuntivi, e le scelte progettuali possono avere sulla sicurezza complessiva dell'edificio e delle persone che vi si trovano. Gli *Standard*, dopo la pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale, nell'ambito "V - Sicurezza del

museo", del decreto 10 maggio 2001 del *Ministero, Atto di indirizzo sui criteri tecnico scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei*, hanno continuato ad essere oggetto di attenzione e di studio, da parte della *Commissione*, per favorirne l'applicazione. Sono state così elaborate apposite schede contenenti i dati, aggregati in modo omogeneo ed organico, necessari per l'analisi delle condizioni di sicurezza degli insediamenti culturali.

Il Progetto per la sicurezza e la tutela del patrimonio culturale, *Securart* avviato per compiere la ricognizione delle condizioni di sicurezza dei siti dipendenti e costituire un'idonea banca dati, ha posto alla base della propria attività proprio le predette schede. Un progetto intelligente ed ambizioso, che dal 2000 ad oggi ha costituito uno straordinario momento di crescita e di confronto sia per l'amministrazione dei beni culturali che per le imprese coinvolte, tanto da meritare, al Forum P.A. 2007, il premio *Best Practise Patrimoni* 2007.

La nuova filosofia della sicurezza, basata sulla vulnerabilità e l'esposizione al rischio, richiede la capacità di prevedere ed attuare misure alternative a quelle tradizionali e di inserire la stessa progettazione degli impianti di sicurezza, (antincendio, antintrusione, antivandalismo, di controllo microclimatico), in un sistema coerente di misure organizzative, compito che spesso si presenta estremamente arduo per chi, come il responsabile dell'insediamento culturale, non possiede un'idonea, specifica preparazione culturale.

Il *Ministero*, per migliorare l'attitudine delle proprie sedi periferiche nella pianificazione di sicurezza, ha quindi affidato alla *Commissione* il compito di effettuare un censimento a campione sui Piani di emergenza, adottati negli insediamenti museali dipendenti, per individuarne le peculiarità, evidenziarne le carenze, sintetizzarne gli elementi essenziali.

Le *Linee guida per la redazione del Piano di Emergenza*, elaborate dalla *Commissione*, nell'ottobre 2004, e diffuse a tutte le sedi del ministero con circolare nel 2005, possono certamente costituire uno standard, anzi più correttamente, la revisione e il miglioramento di quanto previsto dagli *standard*. Analogamente, infatti, il criterio seguito per la redazione di questo schema, fornire agli operatori uno strumento per valutare l'attendibilità del proprio piano di sicurezza, sia nella fase della redazione che in quella dell'aggiornamento, migliorando anche la possibilità di dialogare con i professionisti eventualmente chiamati alla redazione del documento, e con le forze esterne, Prefetture, VV.F., Forze dell'ordine, tecnici della Protezione Civile



che in caso di emergenza dovranno collaborare con i responsabili del museo per la messa in sicurezza delle persone, delle opere oltre che dell'edificio.

Il piano di emergenza è il documento finale di un progetto integrato di sicurezza, un progetto che, basandosi su una attenta valutazione dei rischi cui è esposto un determinato insediamento dei beni culturali, analizza con rigore le interazioni tra pericoli, fattori di esposizione e vulnerabilità. Uno strumento di grande duttilità in grado di adattarsi alle diverse funzioni che un insediamento culturale è chiamato a svolgere nella nostra società.

La *Commissione* non svolge la sua attività solo all'interno del *Ministero* ma ha sempre cercato momenti di confronto con gli operatori del settore, università, professionisti, altre amministrazioni per affrontare insieme tematiche di reciproco interesse, organizzando corsi congiunti di formazione e partecipando a tavole rotonde e convegni. Tra questi il Forum di Prevenzione Incendi, importante appuntamento annuale con specifica attenzione ai problemi dei beni culturali, che nel comitato tecnico scientifico ha spesso registrato, insieme ai vertici del corpo nazionale dei vigili del fuoco, la presenza di autorevoli rappresentanti dell'UNI. Altre iniziative sono state dedicate all'impiantistica antintrusione, ai rischi sismici e a quelli derivanti dal mancato rispetto degli standard microclimatici. In tali riunioni è stata sempre sottolineata l'importanza della normativa tecnica, del suo approfondimento e della necessità di una sua costante applicazione.

La partecipazione degli ingegneri Paolo Iannelli e Caterina Rubino responsabili della segreteria tecnica della *Commissione*, alle commissioni tecniche UNI, garantiscono la

connessione operativa con le attività di normazione tecnica fornendo una costante fonte di aggiornamento per un settore in continua evoluzione.

Fabio Carapezza Guttuso

Consigliere UNI

Presidente della Commissione Speciale Permanente per la Sicurezza del Patrimonio Culturale Nazionale – Ministero per i beni e le attività culturali.

Norma europea per imballaggio e trasporto di beni culturali

La proposta di norma europea FprEN 15946 "Conservation of cultural property – Packing principles for transport" elaborata dal gruppo di lavoro CEN/TC 346 "Transportation of cultural properties" individua 3 soggetti come parti attive del processo: il proprietario e/o gestore del bene culturale, lo spedizioniere/trasportatore ed il consegnatario. Il trasporto in sicurezza di un bene culturale richiede un livello appropriato di competenze e professionalità per la gestione di ognuna delle fasi del processo: manipolazione e movimentazione, imballaggio, trasporto, consegna al destinatario, disimballaggio, collocazione nella nuova sede espositiva. Nel caso di esposizione temporanea occorre considerare anche le fasi di reimballaggio e trasporto per il ritorno verso la sede d'origine. Per ognuna di queste fasi devono essere definite le condizioni ambientali, chimiche, fisiche e dinamiche che investono l'opera d'arte da trasportare. La scelta del tipo di movimentazione, imballaggio e modalità

di trasporto è un processo decisionale che comporta un'analisi di rischio per scegliere le modalità più appropriate di ognuna di queste fasi. La valutazione del rischio globale viene fatta assumendo i seguenti fattori di rischio:

- a) rischi legati alla natura stessa del bene da trasportare, alle tecniche di realizzazione, alle condizioni iniziali prima del trasporto;
- b) rischi legati alle tecniche di movimentazione, alle condizioni ambientali durante il trasporto, alle proprietà dei dispositivi di isolamento delle sollecitazioni meccaniche e sismiche, al tipo di trasporto (treno, aereo, nave, ...).

Nel seguito si illustrano i criteri generali seguiti dal gruppo di lavoro europeo CEN/TC 346 "Transportation of cultural properties" per definire i principi generali per l'imballaggio di beni culturali ai fini del trasporto ed un esempio sulle problematiche di movimentazione e trasporto di grandi statue, l'analisi di rischio e gli interventi per minimizzare i fattori di rischio, con particolare riferimento a vibrazioni e shock.

Introduzione

La proposta di norma europea per l'imballaggio di beni culturali ai fini del trasporto identifica 3 soggetti come parti attive del processo: il proprietario e/o gestore del bene culturale, lo spedizioniere/trasportatore ed il consegnatario. La proposta di norma prevede che allo spedizioniere/trasportatore possano essere demandate le responsabilità nelle fasi di manipolazione, movimentazione, imballaggio, trasporto, disimballaggio, mentre il proprietario/gestore ed il consegnatario supervisionano le fasi di imballaggio-spedizione e ricezione-disimballaggio.

La norma prevede alcune azioni prescrittive ed altre azioni raccomandate. Mentre da un lato la proposta di norma fotografa lo stato dell'arte delle attuali modalità di imballaggio per il trasporto, d'altro canto fornisce strumenti per la definizione e la gestione degli ambiti di responsabilità delle diverse fasi del processo. Tuttavia sembrerebbe carente per quanto riguarda il monitoraggio delle condizioni ambientali e delle condizioni dell'imballaggio nell'interfaccia tra fasi diverse del processo di trasporto. In linea di massima il trasporto di un bene culturale è realizzato tramite imballaggio e spedizione in casse di caratteristiche appropriate [3]. La scelta del tipo di materiale dipende dall'oggetto da trasportare, tuttavia occorre precisare che la fase di manipolazione per l'imballaggio è quella maggiormente soggetta a danneggiamento a causa di cadute, urti, distorsioni, rottura di appendici. Nella proposta di norma viene raccomandata, ma non prescritta,

un'analisi del ciclo di vita (LCA) per la sostenibilità dei materiali e delle tecnologie impiegate per il trasporto.

La caratteristica principale della norma è la prescrizione che la scelta delle modalità imballaggio e trasporto deve essere fatta a valle di un'analisi dettagliata di tutti i fattori di rischio connessi alla modalità prescelta e che questa analisi deve essere approvata dal proprietario/gestore del bene culturale o da un conservatore esperto di sua fiducia.

A titolo esemplificativo, nel seguito viene proposta una metodologia per la scelta delle tecnologie più appropriate per il trasporto di una grande statua in bronzo¹.

Fattori di rischio associati al trasporto di beni culturali.

Per il trasporto di un bene culturale da una località A ad una località B occorre considerare i seguenti fattori di rischio legati all'insieme delle fasi del processo [3]: rischi legati alla natura stessa del bene da trasportare, alle tecniche di realizzazione, alle condizioni iniziali prima del trasporto; rischi legati alle tecniche di movimentazione, alle condizioni ambientali durante il trasporto, alle proprietà dei dispositivi di isolamento delle sollecitazioni meccaniche e sismiche, al tipo di trasporto (treno, aereo, nave, ...), nonché, qualora si tratti di un'esposizione temporanea, i rischi legati alla sede espositiva di destinazione e al processo inverso di movimentazione e trasporto per il ritorno alla sede originaria. Poiché qualunque movimentazione di un bene culturale comporta rischi maggiori di zero, la pianificazione del trasporto di un bene culturale inizia con la definizione di questi rischi allo scopo di definire la strategia più adeguata per il trasporto.

La scelta delle modalità di manipolazione, del tipo di imballaggio, dei dispositivi di protezione (antishock, gabbia antivibrante, ecc...) e delle modalità di trasporto dipende dalla probabilità di superamento delle massime sollecitazioni ammissibili definite a valle di un'analisi di vulnerabilità del bene da trasportare. Il rischio totale R_T legato al trasporto di un bene culturale [4] è la somma dei singoli fattori di rischio R_i , ognuno dei quali è la composizione di:

- a) la vulnerabilità V_{ij} del bene da trasportare rispetto alla sollecitazione j^{ma} indotta dalla i^{ma} forzante esterna;
- b) il fattore di esposizione E_{ik} (la k^{ma} esposizione alla i^{ma} forzante esterna).

$$R_i = \sum_k R_{ik} = \sum_k \sum_{j,k} (V_{ij} \otimes E_{ik}) \quad (1)$$

$$R_{ik} = \sum_j V_{ij} \otimes E_{ik} = \sum_j R_{ijk}$$

Dove:

- R_{ik} è il rischio del possibile danneggiamento a causa della vulnerabilità V_i rispetto alla k^{ma} esposizione della i^{ma} forzante esterna con fattore di esposizione E_{ik} ;
- R_{ijk} è il rischio per la vulnerabilità V_i dovuto all'evento E_{ik} associato alla j^{ma} forzante esterna.

Nel presente studio si propone la seguente regola decisionale per il trasporto di beni culturali di primaria importanza con caratteristiche di unicità: "se uno qualunque dei fattori di rischio R_{ijk} risulta >1 il trasporto non dovrebbe essere consentito".

In realtà la definizione classica del rischio è data dalla composizione di tre fattori, non di due. Il terzo fattore, non presente in (1) è la funzione di perdita legata al valore attualizzato dell'oggetto da trasportare: per il trasporto di opere d'arte la funzione di perdita è posta uguale ad 1, pertanto la vulnerabilità V_i rispetto all'evento i^{mo} dipende dall'opera d'arte, dalle tecniche con cui è stata realizzata, dalle sue condizioni di conservazione, dagli interventi conservativi precedenti e dalle condizioni chimico-fisiche ambientali durante il trasporto, non dalla funzione di perdita.

Nel progetto di norma FprEN 15946 è prescritta l'indicazione di ogni area di fragilità del bene da trasportare, se può essere circoscritta ed a quali condizioni, includendo anche le raccomandazioni per l'intervento conservativo "preventivo".

L'esposizione E_i dipende dalle modalità di manipolazione, dalla presenza di dispositivi di isolamento delle vibrazioni, dalla scelta delle modalità di trasporto e dalle condizioni ambientali.

a) Forzanti strutturali.

Le forzanti strutturali sono gli urti e le vibrazioni che possono verificarsi durante le fasi di movimentazione per l'imballaggio e di trasporto. Per le grandi statue occorre considerare anche i rischi di distorsione e danneggiamento delle appendici. Il Progetto di norma FprEN 15946 prescrive la protezione rispetto al punzonamento², alla caduta, alle vibrazioni e agli shock.

Nel seguito, per il trasporto di grandi statue viene descritto un sistema con le seguenti caratteristiche:

- uso di corpetto protettivo per minimizzare i rischi di distorsione delle appendici (testa, gambe, braccia);
- uso di gabbia antivibrante per minimizzare le sollecitazioni trasmesse alla statua durante le fasi di movimentazione e trasporto.

b) Corrosione, temperatura, umidità.

Le cause di questa tipologia di rischio sono le variazioni di pressione, temperatura ed umidità dell'aria durante le fasi della movi-



Figura 1 - Statua protetta da corpetto protettivo + doppia piastra protettiva + scatola sigillata ed isolate termicamente*

mentazione e del trasporto, nonché la possibile esposizione a pioggia o allagamento [7]. La soluzione per minimizzarne gli effetti sono: uso di guanti appropriati durante la manipolazione, cassa protettiva sigillata, impermeabile ed isolata termicamente³, nonché la raccomandazione di un periodo di acclimatamento all'atto della consegna prima dell'apertura dell'imballaggio. Per beni culturali esposti a questa tipologia di rischio il progetto di norma FprEN 15946 prescrive che l'isolamento termico deve assicurare un gradiente massimo pari al dimezzamento della temperatura iniziale in non meno di 5 ore, cioè una variazione oraria della temperatura iniziale minore di 1/10 senza variazione di umidità relativa; i valori di riferimento sono la temperatura e l'umidità al momento dell'imballaggio.

Dispositivi protettivi per il trasporto di grandi statue

Nel seguito viene descritto un esempio di analisi di rischio associata al trasporto di una statua vulnerabile alla corrosione e agli urti, dove i dispositivi ipotizzati per il trasporto sono:

- movimentazione in sicurezza durante la manipolazione e l'imballaggio;
- cassa protettiva sigillata, impermeabile ed isolata termicamente;
- corpetto protettivo per sostenere la statua e proteggere le appendici;
- gabbia antivibrante e container con atmosfera controllata e monitorata;

Un esempio di corpetto protettivo per sostenere la statua e proteggere le appendici è stato sviluppato dall'Istituto Superiore Centrale del Restauro [7]. È realizzato in fibra di carbonio ed il suo profilo è stato sagomato sulla base di una scansione laser del profilo della statua. La figura 1 mostra la soluzione

adottata per il trasporto del Satiro danzante. L'ENEA – Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile ha sviluppato un sistema a gabbia antivibrante [8] per la protezione di strumentazione delicata e beni culturali, composto da sistemi di sospensione su molle ad aria inseriti in una cornice rigida (figura 2). Il tutto viene trasportato in un apposito container ad atmosfera controllata. Il sistema è stato utilizzato per il trasporto di strumentazione delicata destinata al Calorimetro Elettromagnetico (ECAL) dell'esperimento CMS (Compact Muon Solenoid) dell'acceleratore nucleare LHC (Large Hadron Collider) di Ginevra, Svizzera.

La gabbia antivibrante deve proteggere l'imballaggio del bene culturale da vibrazioni e shock durante tutte le fasi del trasporto. L'obiettivo è un coefficiente di isolamento non inferiore al 95%, cioè almeno il 95% dell'energia in ingresso deve essere dissipata o filtrata.

Il coefficiente di isolamento dipende dallo smorzamento e dal rapporto tra la frequenza propria di vibrazione della gabbia antivibrante ed il contenuto in frequenza delle vibrazioni trasmesse dal veicolo durante il trasporto:

$$\eta(\lambda, \zeta) = (1 - TR) = \left(1 - \frac{1 + (2\zeta\lambda)^2}{\sqrt{(1 - \lambda^2)^2 + (2\zeta\lambda)^2}}\right) \cdot 100\% \quad (5)$$

(5)

Dove TR è la trasmissibilità, ζ è il coefficiente di smorzamento adimensionale, $\lambda = f_e/f_n$ è il rapporto tra la frequenza principale di eccitazione e la frequenza principale del dispositivo di isolamento a vibrazioni. Per un qualunque sistema dinamico la trasmissibilità tra la sollecitazione esterna e la risposta è sempre $TR \geq 1$ per frequenze di eccitazione inferiori alla frequenza di risonanza (più precisamente, per $f_e < f_n \cdot \sqrt{2}$), e diventa minore di 1

per frequenze di eccitazione superiori alla frequenza di risonanza ($f_e > f_n \cdot \sqrt{2}$).

Se $\zeta \ll 1$ il coefficiente di isolamento diventa:

$$\eta(\lambda) = 1 - \left|\frac{1}{1 - \lambda^2}\right| \cdot 100\% \quad (6)$$

Se $\lambda < \sqrt{2}$ il coefficiente di isolamento è < 0 ed il sistema amplifica le vibrazioni.

Quindi, il sistema di isolamento deve essere progettato in modo che il rapporto tra frequenza principale in input e frequenza propria del dispositivo di protezione sia $\gg \sqrt{2}$.

Caso di studio: analisi di rischio associate al trasporto di una grande statua in bronzo

In (1) il rischio totale associato al trasporto di una statua da un punto A ad un punto B è stato definito come la somma di tre fattori di rischio R_i ($i=1, \dots, 3$):

- R_1 = Rischio Strutturale: danni provocati da shock e vibrazioni durante tutte le fasi del processo (movimentazione, imballaggio, trasporto, disimballaggio, movimentazione);
- R_2 = Rischi ambientali: tra questi rischi è stata analizzata la sola corrosione;
- R_3 = Rischi antropici: derivanti dal numero di trasporti, distanza, modalità di trasporto.

I fattori di rischio R_i sono normalizzati nell'intervallo 0...1. Nell'esempio è stata considerata l'ipotesi di trasporto per esposizione temporanea, pertanto le condizioni ambientali del sito espositivo temporaneo sono da considerare ulteriori fattori di rischio dell'intero processo.

Rischio strutturale R_1

Il rischio strutturale R_1 dovuto alla generica forzante fisica j^{ma} dipende dalla vulnerabilità dell'opera d'arte V_{ij} (nella attuale configura-

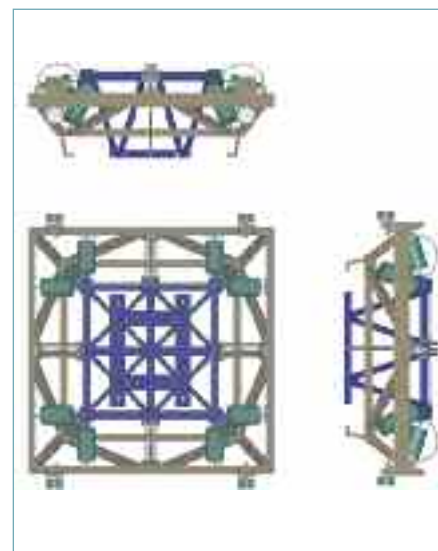


Figura 2 - Gabbia antivibrante per il trasporto di strumentazione delicate ed opere d'arte

$V_{1,1-3}$	Vulnerabilità strutturale $V_{1,1}$, $V_{1,2}$, $V_{1,3}$	No minima media grande massima	$V_{1,1-3} = 0.1$ $V_{1,1-3} = 0.3$ $V_{1,1-3} = 0.5$ $V_{1,1-3} = 0.7$ $V_{1,1-3} = 0.9$
$V_{1,4}$	Stato dei tenoni alle gambe,	Attivi Non Attivi	$V_{1,4} = 0.1$ $V_{1,4} = 0.9$

Tabella 1 - Vulnerabilità strutturale alle forzanti dinamiche esterne

Indice di ribaltamento I_{ov}	Vulnerabilità al ribaltamento $V_{1,5}$
$I_{ov} < 1$	$V_{1,5} = 0.1$
$1 \leq I_{ov} < 3$	$V_{1,5} = 0.3$
$3 \leq I_{ov} < 5$	$V_{1,5} = 0.5$
$5 \leq I_{ov} < 7$	$V_{1,5} = 0.7$
$I_{ov} > 7$	$V_{1,5} = 0.9$

Tabella 1 - Vulnerabilità strutturale alle forzanti dinamiche esterne

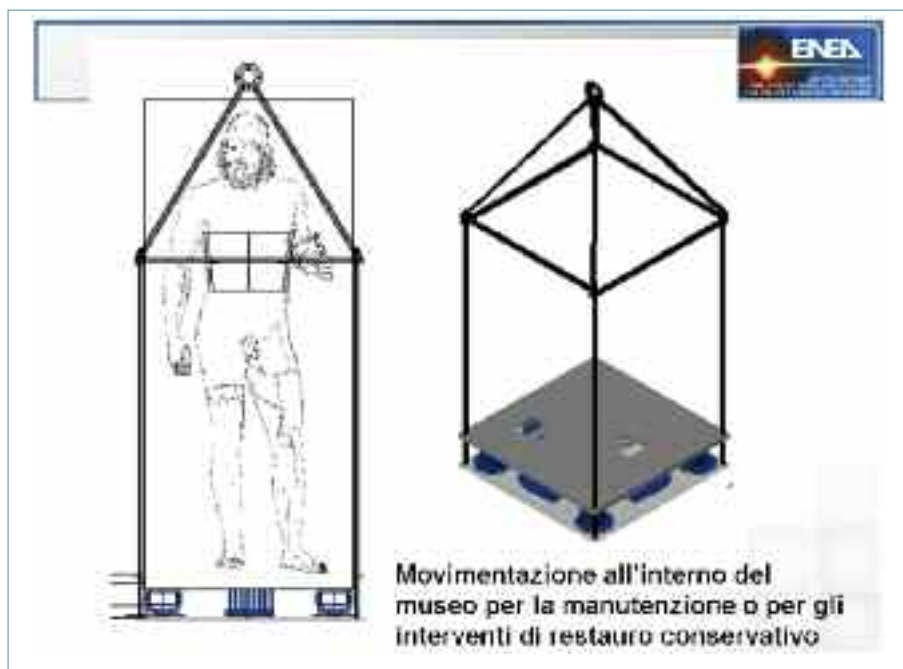


Figura 3 - Statua protetta da corpetto protettivo + doppia piastra protettiva + scatola sigillata ed isolate termicamente

zione prescelta per il trasporto) associata al k^{mo} fattore di esposizione $E_{1,k}$. Le vulnerabilità V_{ij} sono calcolate in funzione dello stato di conservazione del bene da trasportare⁵; i fattori di esposizione $E_{1,k}$ sono calcolati sulla base di tutte le condizioni al contorno durante il trasporto. Nel seguito si calcolano le vulnerabilità ed i fattori di esposizione nell'ipotesi di trasporto di una statua in bronzo (per esempio una delle due statue dei bronzi di Riace).

- Le vulnerabilità $V_{1,i}$

Sono state ipotizzate le seguenti vulnerabilità ad urti e vibrazioni ($V_{1,i}$) per una grande statua in bronzo: $V_{1,1}$ (vulnerabilità legata alla presenza di lesioni), $V_{1,2}$ (presenza di salda-

ture all'attacco delle appendici), $V_{1,3}$ (lesioni ai nodi strutturali), $V_{1,4}$ (vulnerabilità delle appendici in funzione dello stato dei tenoni). I valori $V_{1,1}$, $V_{1,2}$, $V_{1,3}$ and $V_{1,4}$ sono indicati nella tabella 1.

Per grandi statue occorre considerare due ulteriori parametri $V_{1,5}$ e $V_{1,6}$ per tenere in conto la complessità della geometria e la vulnerabilità delle appendici (testa, braccia, gambe): $V_{1,5}$ è la vulnerabilità al ribaltamento, la quale è funzione di un indice di ribaltamento I_{ov} (indice di overturning); $V_{1,6}$ è la vulnerabilità delle appendici, la quale è funzione di un indice I_{app} (indice inerziale delle appendici). L'indice di ribaltamento può essere definito come l'importanza relativa tra

le grandezze adimensionali A, B che favoriscono il ribaltamento e C, D di stabilizzazione rispetto al ribaltamento:

$$L_s = A \times B / C \times D \quad (2)$$

$$A = h_0/H; B = h_0/b; C = (I_0/M \times h_0^3); D = V/H^3 \quad (3)$$

Dove h_0 = altezza del centro di gravità, H=Altezza totale, b= Raggio dell'ellissoide d'inerzia della base di appoggio, I_0 = momento d'inerzia rispetto allo spigoli di ribaltamento, M= massa totale della statua, V= volume totale della statua.

Dato un valore dell'indice di ribaltamento I_{ov} , la vulnerabilità al ribaltamento $V_{1,5}$ è data da:

Indice di ribaltamento I_{ov}	Vulnerabilità al ribaltamento $V_{1,5}$
$I_{ov} < 1$	$V_{1,5} = 0.1$
$1 \leq I_{ov} < 3$	$V_{1,5} = 0.3$
$3 \leq I_{ov} < 5$	$V_{1,5} = 0.5$
$5 \leq I_{ov} < 7$	$V_{1,5} = 0.7$
$I_{ov} > 7$	$V_{1,5} = 0.9$

L'indice inerziale I_{app} di una singola appendice (e.g. braccio, gamba, testa) è il rapporto tra il suo momento di inerzia J_i ed il momento d'inerzia globale J_0 .

$$I_{app} = 2 \times J_i/J_0 \quad (4)$$

$$\text{se } I_{app} \leq 1 \quad V_{1,6} = 0.1$$

$$\text{se } I_{app} > 1 \quad V_{1,6} = 0.9$$

L'esposizione alle forze strutturali E_1 dipende dal tipo di manipolazione e di movimentazione, dal tipo di imballaggio e dalla modalità del trasporto: $E_{1,1}$ (tipo di movimentazione), $E_{1,2}$ (tipo di imballaggio), $E_{1,3}$ (tipo di manipolazione), $E_{1,4}$ (modalità di trasporto), $E_{1,5}$ (qualità della strada), nel caso di trasporto per una esposizione temporanea occorre considerare anche i fattori di esposizione $E_{1,6}$ (esposizione sismica del sito di destinazione), $E_{1,7}$ (classificazione sismica dell'edificio di esposizione temporanea). I valori dei fattori di esposizione dipendono dall'uso o meno dei dispositivi protettivi.

In figura 3 si vede il sistema a gabbia protettiva progettato per la movimentazione e la manipolazione dei bronzi di Riace durante le fasi di posizionamento sui nuovi basamenti antisismici in marmo.

La statua è sostenuta da un corpetto in fibra di carbonio agganciato alla gabbia protettiva ed è vincolata al basamento tramite il sistema di fissaggio con tenoni e precarico di 60 Kg sull'ascella sinistra per simulare il peso dello scudo e di 30 Kg sull'ascella destra per simulare il peso della lancia. Dall'interno dell'inguine partono due cavi di controventamento con precarico di 15 Kg.

E _{1,1}	Tipo di manipolazione e movimentazione	Indiretto tramite corpetto di sostegno + gabbia protettiva: E _{1,1} = 0.1 Diretto + sollevamento con paranco E _{1,1} = 0.5
E _{1,2}	Tipo di imballaggio	Corpetto + doppia cassa isolata + cassa sigillata e condizionata: E _{1,2} = 0.1 Corpetto + singola cassa isolata + cassa sigillata e condizionata: E _{1,2} = 0.3 corpetto + cassa sigillata (No smorzamento): E _{1,2} = 0.5 doppia cassa isolata (No corpetto, No condizionamento): E _{1,2} = 0.7 Cassa singola (No smorzamento, No corpetto, No condizionamento): E _{1,2} = 0.9
E _{1,3}	Tipo di trasporto	gabbia antivib. + cassa isolata + ambiente controllato e monitorato: E _{1,3} = 0.1 No gabbia antivib. + cassa isolata + ambiente controllato e monitorato: E _{1,3} = 0.3 No gabbia antivib. + ambiente controllato: E _{1,3} = 0.5 No gabbia antivib. + ambiente monitorato: E _{1,3} = 0.7 No gabbia antivib. + no monitoraggio: E _{1,3} = 0.9
E _{1,4}	Modalità di trasporto	singola: E _{1,4} = 0.1 multimodale: E _{1,4} = 0.5
E _{1,5}	Qualità della strada	Ottima: E _{1,5} = 0.1 Buona: E _{1,5} = 0.3 Media: E _{1,5} = 0.5 sufficiente: E _{1,5} = 0.7 scarsa: E _{1,5} = 0.9
E _{1,6}	Zona sismica (OPCM_3431)	zona 4: E _{1,6} = 0.1 zona 3: E _{1,6} = 0.3 zona 2: E _{1,6} = 0.5 zona 1: E _{1,6} = 0.7
E _{1,7}	Classificazione dell'edificio secondo l'OPCM_3431 e tipo di ambiente	Classe IV + ambiente controllato e monitorato: E _{1,6} = 0.1 Classe III + ambiente controllato e monitorato: E _{1,6} = 0.3 Classe II+ ambiente monitorato: E _{1,6} = 0.5 Classe I + No controllo e No monitoraggio: E _{1,6} = 0.7

Tabella 2 - Fattori di esposizione durante il processo di trasporto

V _{2,1}	Vulnerabilità alla corrosione	Corr = 0%	V _{2,1} = 0.1
		0% < Corr < 30%	V _{2,1} = 0.3
E _{2,1}	Esposizione alla corrosione	30% ≤ Corr < 50%	V _{2,1} = 0.5
		50% ≤ Corr < 70%	V _{2,1} = 0.7
		Corr > 70%	V _{2,1} = 0.9
		Ambiente controllato e monitorato: E _{2,1} = 0.1	
		Controllato (non monitorato): E _{2,1} = 0.3	
		Parzialmente controllato: E _{2,1} = 0.5	
		No controllo, No monitoraggio: E _{2,1} = 0.7	

Tabella 3 - Vulnerabilità ed esposizione alla corrosione

V _{3,1}	Vulnerabilità alle azioni terroristiche	Grande numero di oggetti	V _{3,1} = 0.1
		Limitato numero di oggetto	V _{3,1} = 0.3
		Unicum	V _{3,1} = 0.5
E _{3,1}	Esposizione alle azioni terroristiche	Pochi trasporti: N=2	E _{3,1} = 0.1
		Numero medio di trasporti: 2<N<4	E _{3,1} = 0.3
		Numero elevato di trasporti: N>4	E _{3,1} = 0.5

Tabella 4 - Vulnerabilità ed esposizione al rischio antropico

In tabella 2 sono riportati gli indici proposti in funzione della combinazione di questi dispositivi.

Rischio ambientale R₂

La vulnerabilità alla corrosione di una statua V_{2,j} dipende dal suo stato di conservazione.

L'esposizione alla corrosione E_{2,j} dipende dai parametri ambientali durante il trasporto e nel sito di esposizione temporanea.

- Rischi antropici R₃

I rischi legati alla sicurezza dipendono dal grado di protezione che si intende dare durante il trasporto, nell'esempio si ipotizza la spedizione di oggetti senza sistemi di protezione anti attentato. In tale ipotesi la vulnerabilità ai danneggiamenti volontari V_{3,j} dipende dall'unicità del bene e l'esposizione E_{3,k} alle azioni terroristiche dipende anche dal numero di viaggi.

La vulnerabilità V_{i,j} (i=1,..,3; j=1,..,6) e i fattori di esposizione E_{i,k} (i=1,..,3; k=1,..,7) possono essere calcolati per una statua in bronzo del tipo "efebo" o "bronzi di Riace". A titolo di esempio è stato considerato lo stato di conservazione di una delle due statue dei bronzi di Riace (statua A) [5], [6]. Le tabelle 5,6,7,8 riportano i fattori di esposizione per questa configurazione di trasporto, gli indici di vulnerabilità V_{1,j} (j=1,..,6) sono definiti tenendo in considerazione il rapporto sullo stato di conservazione della statua A.

Curve di fragilità per il trasporto di una statua in bronzo

Sulla base delle definizioni precedenti è possibile definire una serie di curve di fragilità allo scopo di orientare la scelta del tipo di trasporto e delle azioni atte a minimizzare il rischio per il bene culturale da trasportare. Il rischio strutturale R_i durante la fase di movimentazione, imballaggio e trasporto è calcolato sulla base dei singoli fattori di rischio associati ad ognuna delle fasi. La soluzione ipotizzata per una statua in bronzo è l'uso un container con gabbia antivibrante e di un busto protettivo. Il container è ipotizzato isolato termicamente ad atmosfera controllata e monitoraggio continuo di vibrazioni, temperatura, umidità in modo da generare un segnale di *warning* al conducente e/o all'unità di supporto logistico a seguito del trasporto.

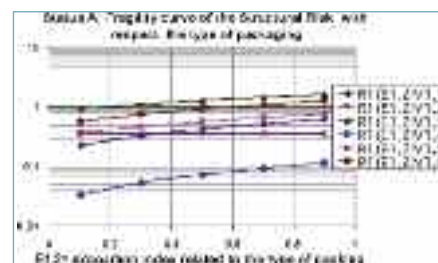


Figura 4 - Curve di fragilità rispetto al tipo di imballaggio.

- Curve di fragilità per l'imballaggio

Le curve di fragilità sono parametrizzate rispetto ai valori dell'indice di esposizione E_{1,2}

V _{1,1}	Percentuale di lesioni	medio	V _{1,1} (A) = 0.5
V _{1,2}	Condizioni delle linee di saldatura	medio	V _{1,2} (A) = 0.5
V _{1,3}	Lesioni ai nodi strutturali della statua	numerose	V _{1,3} (A) = 0.7
V _{1,4}	Stato dei tenoni	attivi	V _{1,4} (A) = 0.1
V _{1,5}	Vulnerabilità al ribaltamento	I _{ov} >7	V _{1,5} (A) = 0.9
V _{1,6}	Vulnerabilità delle appendici	I _{app} >1	V _{1,6} (A) = 0.9

Tabella 5 - Vulnerabilità strutturale

E _{1,1}	Manipolazione	busto protettivo e gabbia di sollevamento	E _{1,1} (A) = 0.1
E _{1,2}	Imballaggio	Doppio busto protettivo + doppia cassa antiaffondamento	E _{1,2} (A) = 0.1
E _{1,3}	trasporto	gabbia antivibrante + atmosfera controllata e monitorata	E _{1,3} (A) = 0.1
E _{1,4}	Modo	Statua A : strada o strada + nave	E _{1,4} (A) = 0.5
E _{1,5}	strada	Qualità sufficiente	E _{1,5} (A) = 0.5
E _{1,6}	sismicità	Sismicità luogo di esposizione temporanea: zona 1	E _{1,6} (A) = 0.7
E _{1,7}	edificio	Edificio luogo di esposizione temporanea : Classe II	E _{1,7} (A) = 0.5

Tabella 6

V _{2,1}	Indice di corrosione statua A:	30% ≤ Corr < 50%	V _{2,1} (A) = 0.5
E _{2,1}	Indice di ambiente espositivo per statua A		E _{2,1} (A) = 0.1

Tabella 7 - Rischio corrosione

V _{3,1}	State A: Unicum	V _{3,1} (A) = 0.7
E _{3,1}	Statue A: esposizione alta alle azioni terroristiche	E _{3,1} (A) = 0.7

Tabella 8 - Rischi antropici

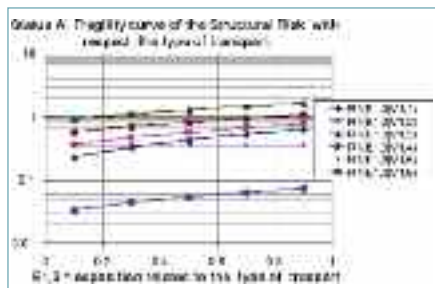


Figura 5 - Curve di fragilità rispetto al tipo di trasporto

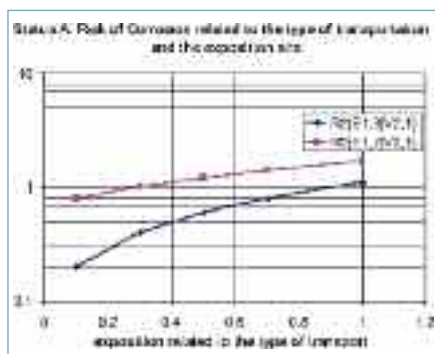


Figura 6 - Curve di fragilità alla corrosione in relazione al controllo e monitoraggio delle condizioni ambientali durante il trasporto (andata e ritorno) ed al sito di esposizione temporanea.

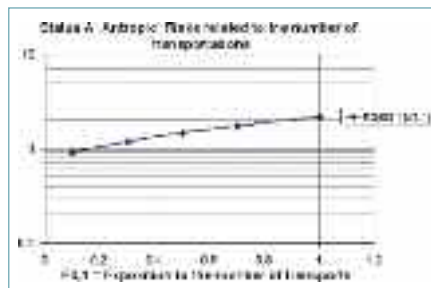


Figura 7 - Curva di fragilità rispetto alle azioni antropiche in funzione del numero di viaggi da statua l'unicità del bene culturale da trasportare.

collegato al tipo di imballaggio (Tabella 2). In Appendice A è riportata un'ipotesi di correlazione tra vulnerabilità e stato conservativo da rapporto di "condition survey".

E_{1,2} = indice di esposizione legato al tipo di imballaggio

$R_{1,1,2} = R_1(E_{1,2} | V_{1,1})$ è il rischio associato ad (E_{1,2}) per una data vulnerabilità V_{1,1}

Dalla figura 4 risulta che il tipo di imballaggio che minimizza il rischio $R_{1,1,2} < 1$ è:

E_{1,2} = 0.1 → busto protettivo + doppia cassa antivibrante impermeabile

- *Curve di fragilità per le forze strutturali*

Le curve di fragilità strutturali sono riferite all'esposizione alle forzanti dinamiche E_{1,3}. Il

singolo fattore di rischio $R_{1,1,3} = R_1(E_{1,3} | V_{1,1})$ è il jmo rischio (E_{1,3}) data la vulnerabilità V_{1,1}.

In figura 5 si vede che l'unico tipo di trasporto che minimizza il massimo dei fattori di rischio $R_{1,1,2} < 1$ è:

E_{1,3} = 0.1 → Gabbia anti vibrante + ambiente controllato e monitorato

- *Curve di fragilità alla corrosione*

La figura 6 riporta le curve di fragilità alla corrosione nelle due ipotesi di tabella 3: $R_2(E_{1,3} | V_{2,1})$ e $R_2(E_{1,7} | V_{2,1})$, anche in relazione alle caratteristiche del sito espositivo temporaneo [9].

Dalla figura si vede che le condizioni minime per il trasporto (tutti i fattori di rischio legati alla corrosione sono minori dell'unità: $R_{2,1,3,7} < 1$ and $R_{2,1,6,7} < 1$) sono:

E_{1,3} ≤ 0.7 → Ambiente monitorato durante il trasporto e nel sito di esposizione temporanea;

E_{1,7} ≤ 0.3 → Edificio di esposizione temporanea: classe IV.

- *Curve di fragilità per il rischio antropico*

Per il rischio antropico è stata considerata una sola curva di fragilità al variare del numero di trasporti considerando l'unicità della statua da trasportare. La figura 4 rappresenta il rischio in funzione del numero di trasporti: $R_3(E_{3,1} | V_{3,1})$ V_{3,1} = Unicum, E_{3,1} = esposizione (numero di trasporti).

Dalla figura 7 risulta che la condizione minima da soddisfare perché la statua sia trasportabile ($R_{1,1,3} < 1$) è:

E_{3,1} = 0.1 → 2 trasporti

Conclusioni

Sono stati illustrati i criteri generali del progetto di norma europea FprEN 15946 "Conservation of cultural property – Packing principles for transport" elaborata dal gruppo di lavoro CEN/TC 346 "Transportation of cultural properties" e le analogie con una metodologia per il trasporto di una grande statua in bronzo basata sull'analisi di rischio per la scelta delle tecnologie più appropriate per il trasporto. Nell'ipotesi in cui, per esigenze di restauro conservativo, per un'esposizione temporanea o per qualunque motivo politico o socio-economico, si renda necessario il trasporto di un bene culturale di primaria importanza, poiché ogni trasporto comporta rischi diversi da zero, la pianificazione delle varie fasi del trasporto deve essere fatta sulla base di un'analisi dettagliata di tutti i fattori di rischio al fine di scegliere la strategia che ne minimizza l'impatto sul bene stesso.

L'analisi di rischio deve tenere conto del rapporto sullo stato di conservazione del bene e dovrebbe essere basata sulle curve di fragilità rispetto alle possibili esposizioni ai fattori di rischio ipotizzati. Si tratta di una strategia decisionale sulla base della regola

che “*se uno qualunque dei fattori di rischio R_{ijk} calcolati risulta > 1 il trasporto non dovrebbe essere consentito*”. Nell'esempio relativo al trasporto di una statua in bronzo è stata identificata la seguente strategia:

1. movimentazione: indiretta con busto protettivo e gabbia di sollevamento;
2. imballaggio: fascia protettiva + doppia cassa sigillata antiaffondamento;
3. trasporto: gabbia antivibrante + ambiente controllato e monitorato;
4. modalità: sia unimodale (su strada) sia bimodale (strada + nave);
5. edificio di destinazione: classe IV (OPCM 3431) + ambiente controllato e monitorato;
6. numero di trasporti: 2 (andata e ritorno senza scalo).

In ogni caso occorre ricordare che queste sono condizioni che rendono minimo ma non azzerano il rischio legato al trasporto, il solo modo di avere zero rischio è quello di non muovere il bene culturale.

Ringraziamenti

L'autore intende ringraziare Caterina Bon Valsassina, Antonio Di Lorenzo, Giovanna De Palma, Paola Donati, Franca Persia, Sandro Taglienti e Massimo Vidale per il loro contributo al gruppo di lavoro ENEA-ISCAR sull'ipotesi di trasporto dei bronzi di Riace. Un ringraziamento particolare a Giorgio Accardo e Roberto Ciabattoni per il materiale fornito relativo al trasporto del “Satiro danzante”.

Gerardo De Canio

ENEA – Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile

Bibliografia

- [1]. CEN/TC 346/WG1 prEN 15898, 2009: Conservation of cultural property - Main general terms and definitions concerning conservation of cultural property
- [2]. ISO 704:2009 Terminology work - Principles and methods
- [3]. CEN/TC 346/WG5 prEN 15946, 2010: Conservation of cultural property – Packing principles for transport.
- [4]. Sistema Informativo Territoriale “Carta del Rischio” di perdita dei Beni Culturali
- [5]. Autori Vari (Ottobre 1984): Bollettino d'arte III serie speciale - Due bronzi da Riace Parte I
- [6]. I Bronzi di Riace (2003): Restauro Come Conoscenza, Vol I e Vol II
- [7]. UNI 10829 – Beni di interesse Storico-Artistico - Condizioni Ambientali di Conservazione – Misurazioni ed Analisi
- [8]. Accardo G., Ciabattoni R., Povera F.: Indagine radiografica e analisi preliminare dei risultati. Atti del convegno *Il satiro Danzante di Mazara del Vallo, il restauro e l'immagine* 3-4 Giu-

gno 2003. ed. Electa, Napoli

- [9]. De Canio, G., 1997 ENEA doc. TLB 97051 : Project CMS-ECAL, Mechanic tests on the Short-spine/Module N°3
- [10]. Linee Guida MIBAC per la valutazione e la riduzione del rischio sismico per i beni culturali

Note

- ¹ La metodologia proposta nel presente studio integra quanto previsto dalla proposta di norma FprEN 15946 con considerazioni a supporto al processo decisionale per la scelta delle strategie ottimali per l'imballaggio ed il trasporto. La proposta di norma è relativa alle sole fasi di imballaggio e disimballaggio.
- ² Non vengono definiti criteri per classificare i materiali protettivi nei confronti del punzonamento.
- ³ La norma fornisce in appendice le raccomandazioni per i sistemi di imballaggio e una classificazione delle tipologie di guanti protettivi, raccomanda ma non prescrive sistemi di monitoraggio.
- ⁴ Accardo G., Ciabattoni R., Povera F.: Indagine radiografica e analisi preliminare dei risultati. Atti del convegno *Il satiro Danzante di Mazara del Vallo, il restauro e l'immagine* 3-4 Giugno 2003. ed. Electa, Napoli
- ⁵ La norma europea prescrive una indagine di “Condition survey” ed un documento di accompagnamento sullo stato del bene e sulle variazioni durante il trasporto “accompanying condition report”

Lavoro e cultura, l'esperienza di “Milano nei cantieri dell'arte”

“Milano nei cantieri dell'arte” è un progetto innovativo, che si distingue perché diretto a promuovere le competenze, il know-how e le tradizioni delle imprese della filiera del restauro, in particolare del così detto restauro architettonico, finalizzato a valorizzare le potenzialità di Milano città d'arte. I cantieri dell'arte di Milano sono, infatti i luoghi in cui si manifestano le eccellenze del “sistema restauro”, che il progetto intende far conoscere al pubblico coniugando cultura e lavoro. L'originalità del progetto consiste in un'azione programmata, dal 2009 al 2015, e sinergica, tra istituzioni e privati. Le imprese di costruzione che si occupano di restauro (OG2 e OS2), i professionisti (architetti, ingegneri, restauratori e geometri), i produttori di materiali e tecnologie, gli storici dell'architettura e dell'arte, gli esperti della Soprintendenza, della Curia, della Camera di Commercio e dei Comuni e delle Province interessate partecipano all'evento, con le loro competenze e conoscenze, per arricchire e dare forza alle varie manifestazioni e al sito internet (www.milanoineicantieridellarte.it).

Il progetto è promosso: da Assimpredil Ance, l'Associazione delle Imprese edili e complementari delle province di Milano, Lodi, Monza e Brianza; dalla Camera di Commercio di Milano; dalla Soprintendenza ai Beni Architettonici e per il Paesaggio di Milano, Bergamo, Como, Lecco, Lodi, Pavia, Sondrio, Varese; dall'Arcidiocesi di Milano – Vicariato per la Cultura, con il patrocinio della società Expo 2015.

Il coinvolgimento dei promotori nella pianificazione delle manifestazioni garantisce un'ampia condivisione ed elevata qualità delle scelte, la rete che si è consolidata nel tempo diviene uno degli elementi di successo del progetto.

Milano nei cantieri dell'arte è arrivata al suo terzo anno di attività, vede l'organizzazione di due eventi principali, con il patrocinio del Ministero per i Beni e le Attività Culturali: uno ad aprile, nell'ambito della Settimana della Cultura e uno a settembre nell'ambito delle Giornate Europee del Patrimonio. La scelta di legare la manifestazione a questi appuntamenti deriva sia dall'evidente attinenza del tema, sia dall'opportunità di valorizzare l'iniziativa con i canali promozionali propri del Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Ciascun ciclo propone convegni, workshop, visite guidate, serate a tema.

Il censimento e classificazione dei lavori di restauro e consolidamento statico eseguiti approssimativamente negli ultimi dieci anni è la base da cui si sviluppa il lavoro di programmazione degli eventi.

I professionisti e le imprese che hanno seguito i lavori sono chiamati a partecipare attivamente alla organizzazione degli eventi raccogliendo le informazioni dei loro cantieri secondo standard ben definiti e descritti da una scheda tecnica elaborata dal Comitato tecnico Scientifico di Milano nei Cantieri dell'arte. Si è voluto, attraverso la creazione della scheda di rilevazione, ricercare una metodologia uniforme per illustrare le componenti del lavoro di restauro eseguito e per poter fornire un sistema di lettura dei singoli progetti utile a trasferire le conoscenze sui risultati ottenuti per non disperdere i risultati del lavoro di cantiere, spesso frutto della creatività e del rigore tecnico scientifico che il confronto tra imprese, maestranze e istituzioni genera.

I dati, una volta vagliati dalla segreteria tecnica, vengono pubblicati nel sito internet suddivisi per periodo storico e per area geografica.

Il sito internet consente di aggiornare e implementare continuamente i dati offrendo ai visitatori una vera e propria banca dati del patrimonio restaurato di Milano e del suo territorio, un archivio dei più significativi cantieri dell'arte e una vetrina delle imprese



Complesso della Cà Granda - Cortile della Ghiacciaia



Complesso di Santa Maria delle Grazie - Vista generale esterna a fine lavori

e dei professionisti della filiera.

La presentazione dei lavori di restauro selezionati avviene secondo alcune chiavi di lettura: per periodi storici, per localizzazione territoriale, per tema.

Con il 2010 si è chiusa la prima fase del censimento delle opere del '400 e del '500 e si è scelto di presentare il lavoro delle "fabbriche" del restauro della città di Milano, organizzando itinerari a tema suddividendo il territorio nelle 6 porte di Milano (secondo la suddivisione tradizionale della città riscontrata nei catasti). Per ogni territorio compreso in ciascuna porta (Nuova, Orientale, Romana, Ticinese, Vercellina e Comasina) si sono indicati gli assi principali o l'asse principale, prevalentemente denominato corso (come il corso di Porta Romana o il corso di Porta Ticinese) direttrice primaria da cui dipartono i percorsi che raggiungono i monu-

menti ubicati d'intorno all'asse o corso principale. Il nucleo centrale della città è invece considerato a sé stante.

Il format di Milano nei cantieri dell'arte è stato sviluppato nel 2010 anche nelle Province di Lodi e di Monza Brianza, dando vita ad una ampia e articolata serie di eventi supportati dalla rete territoriale delle imprese, professionisti, istituzioni, esperti. L'allargamento dell'ambito di analisi e di organizzazione della manifestazione amplifica le potenzialità di questo sistema territoriale, ricco di un patrimonio storico eccellente.

Attualmente è in corso il censimento delle architetture restaurate del '600 e '700 che si concluderà nel 2012 con la creazione di nuovi percorsi che si sovrapporranno a quelli già realizzati per il '400 e '500.

Nel 2013, peraltro, Milano ospiterà l'anniversario dell'Editto di Costantino, cui partecipe-



Milano nei cantieri dell'arte propone, dal 22 settembre al 3 ottobre, in concomitanza con le Giornate Europee del Patrimonio, una serie di convegni e visite per valorizzare le maggiori espressioni del Barocco e del Neoclassicismo a Milano (tra cui il Teatro alla Scala, la Rotonda della Besana e la Biblioteca Ambrosiana), a Lodi e a Monza. Il programma completo sul sito www.milanoineicantieridellarte.it

ranno tutti i patriarchi dell'Oriente. Tale ricorrenza sarà occasione per aprire i percorsi storico culturali di Milano nei cantieri dell'arte ad un target internazionale.

Nel 2014 si completeranno i percorsi nei cantieri dell'arte per offrire nel 2015, dopo 6 anni di lavoro di ricerca, in occasione dell'Esposizione Universale, un pacchetto articolato di visite e di eventi riguardanti i periodi storici dal '400 al '900.

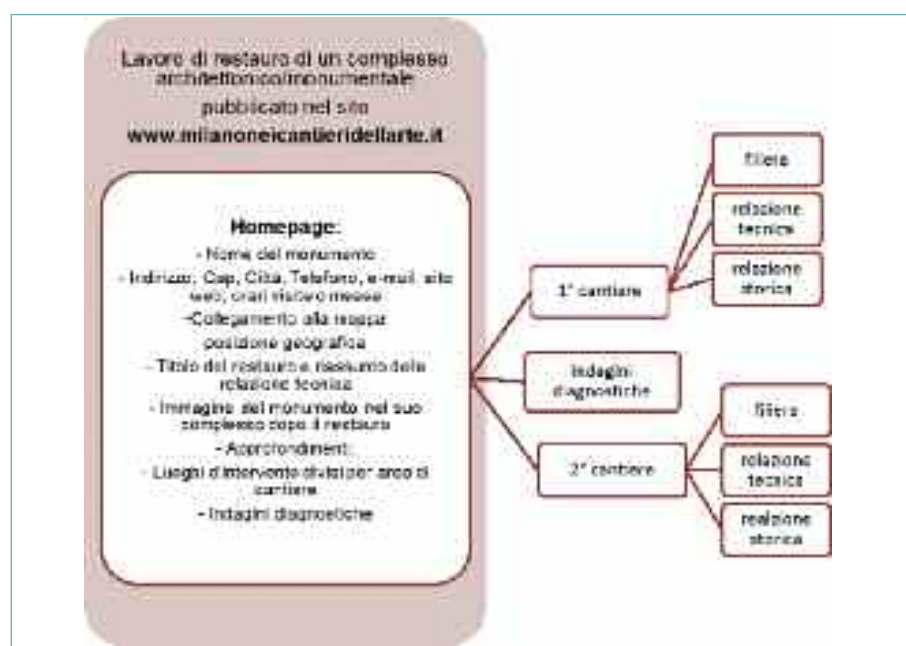
I promotori del progetto guardano all'appuntamento dell'EXPO 2015 come vetrina internazionale per valorizzare l'unicità di questo territorio sotto il profilo del turismo storico culturale e sotto il profilo dell'eccellenza della filiera che ha permesso il mantenimento di questo inestimabile patrimonio della città di Milano e del suo territorio.

La sfida più difficile è quella di dar vita e far crescere la rete di Milano nei Cantieri dell'arte, per questo il progetto si struttura su cinque azioni primarie:

- 1) creare occasioni di dibattito tra i soggetti della filiera, sia quella strettamente produttiva che quella indotta e connessa al settore del restauro come le università, i centri di ricerca, il sistema del turismo, la finanza, per superare gli steccati che spesso caratterizzano il confronto tra mondi diversi e in competizione;
- 2) costruire una convergenza di interessi per individuare i nodi e le criticità che ostacolano il pieno espletamento delle potenzialità presenti e collaborare allo scioglimento degli stessi;
- 3) sensibilizzare istituzioni e società civile sull'importanza degli interventi di restauro e ancor più sulla necessità di passare dalla logica di restauro straordinario a quello di manutenzione ordinaria, elemento di concreto



Sponda del Naviglio Grande



Struttura della scheda di rilevazione

miglioramento della qualità del contesto in cui viviamo e fattore da cui non si può prescindere in una valutazione complessiva di sostenibilità dello sviluppo;

4) avviare azioni informative e formative rivolte agli operatori della filiera, per rilanciare l'interesse dei giovani ad una professione difficile ma entusiasmante, per qualificare le imprese e le maestranze, per non disperdere il patrimonio di conoscenze, anche manuali, indispensabili per gli interventi in questo settore;

5) proporre una visione della città e del suo territorio che ne faccia emergere l'anima storico culturale, che incuriosisca i visitatori inducendoli a voler conoscere anche l'altra Milano oltre quella degli affari e del business. Si intende rendere fruibili percorsi turistici alternativi che, in coerenza con la filosofia della manifestazione, offrano la possi-

bilità di scoprire questo affascinante mondo guidati da esperti del settore del restauro.

Il tema è molto complesso e come si intuisce può essere approcciato a vari livelli: da quello tecnico scientifico a quello culturale divulgativo. Lo sforzo compiuto è stato proprio quello di inventare un sistema di comunicazione che raggiungesse diversi target di interesse. Sono stati, quindi, individuati e costruiti differenti classi di relazione.

In prima istanza gli operatori della filiera del restauro, sia dal lato dell'offerta (ossia le imprese edili, gli artigiani, i restauratori, i produttori di materiali) sia dal lato della domanda (ossia la committenza pubblica e privata, le istituzioni, a livello sia nazionale che locale, le fondazioni). Uno dei valori aggiunti di questa manifestazione, come detto, consiste proprio nello stimolare dialogo e sinergie tra

i diversi attori appartenenti a questa filiera, nella consapevolezza che solo dal confronto e dalla collaborazione di tutti questi soggetti possano derivare occasioni di crescita e sviluppo del sistema.

Sono stati raggiunti, poi, tutti quegli attori che gravitano intorno al sistema del restauro, dell'arte e della loro fruizione turistica: dal sistema della cultura e della formazione a quello del turismo e della ricettività.

Milano nei cantieri dell'arte si è rivolto anche ad un più vasto pubblico di persone interessate all'arte e alla cultura, siano essi i cittadini milanesi, i turisti, i city users o i visitatori dell'Expo.

Infine, nell'ottica di considerare questa esperienza come una vetrina per le imprese di restauro, si avvieranno azioni specifiche per favorire occasioni di incontro tra il sistema economico e i rappresentanti dei Paesi che interverranno all'EXPO 2015 interessati a preservare e restaurare i loro patrimoni storici e artistici.

Il progetto Milano nei cantieri dell'arte nasce dalla storia di questa città che ha radici indelebili proprio dalle fabbriche del 400 cresciute intorno alle grandi costruzioni volute da Ludovico il Moro e progettate da Leonardo.

Assimpre dil Ance ha raccolto l'idea nella consapevolezza che queste fabbriche sono ancora attive nella filiera del restauro e con l'appoggio della Camera di Commercio di Milano ha finanziato il progetto. Ma senza la convinta partecipazione della Sovrintendenza e il supporto tecnico dell'Associazione Amici dei Navigli, senza la preziosa collaborazione dell'Arcidiocesi di Milano - Vicariato alla cultura), delle imprese, dei progettisti, dei tecnici del Comune di Milano, della provincia di Milano e della Regione Lombardia non sarebbe stato possibile avviare l'organizzazione dei primi convegni nell'aprile del 2009.

Così come senza la fiducia e il sostegno di importanti imprese come MAPEI (main sponsor), e di altre come CQOP-SOA, Caleidograf e Marco Polo, il progetto non avrebbe potuto crescere.

In soli due anni l'iniziativa, inizialmente limitata al territorio del comune di Milano è stata estesa al comune di Monza a quello di Lodi e ai relativi territori provinciali. Nel biennio (2009-2010) sono stati censiti gli edifici del '400 e '500 e sono state pubblicate 179 pagine relative a 86 luoghi d'interesse, contenenti informazioni storiche, tecniche e pertinenti alla filiera del restauro. E' in corso d'opera l'inserimento dei dati relativi ai cantieri di Milano del '600 e '700: ad oggi sono state inserite 38 pagine relative a 26 interventi. Nel 2012 l'attenzione sarà concentrata sul censimento dei cantieri della provincia di

Milano, Monza, Lodi e relative province. Dal 2009 ad oggi sono state organizzate 49 visite guidate, 7 convegni storici e 10 convegni tecnici: *Il restauro e il consolidamento statico, Casi studio di tecniche e modalità del restauro: innovazione e conservazione; La filiera del restauro, economia, cultura e sviluppo sostenibile: un percorso verso l'EXPO 2015; Prospettive e criticità per lo sviluppo della filiera del restauro; Innovare nel restauro; Il restauro conservativo delle coperture; Il Restauro e la Conservazione preventiva e programmata; L'architettura per il culto tra i secoli XIX e XX nella Diocesi di Milano. Restauro, tecnologia e materiali (I e II parte) e Il riuso dell'architettura rurale: la Cascina Cuccagna, un esempio.*

Gli eventi hanno visto la partecipazione di più di 9000 visitatori, 300 relatori tecnici (architetti, ingegneri e geometri) appartenenti a imprese edili, studi di progettazione, enti pubblici o altri enti che gestiscono edifici di pregio. Quest'anno e l'anno prossimo il lavoro sarà concentrato sul '600 e '700, l' '800 e il '900 saranno analizzati nel 2013-2014. Il completamento del censimento delle diverse epoche consentirà di identificare la città, attraverso percorsi tematici, e segnalare metodologicamente la conoscenza del contado sulle direttrici di Monza e Lodi.

Accanto allo schema di analisi per periodi storici, sono state aperte finestre su temi specifici come l'architettura degli edifici di culto, la musica e il teatro. Il format proposto ha riscosso crescente interesse da parte di altri soggetti con i quali saranno organizzati eventi collaterali relativi ad alcuni luoghi speciali di Milano tra cui: le Stazioni Centrali e di Lambrate, la Banca d'Italia, il Grattacielo Pirelli, la Caserma di Via Vincenzo Monti (Comando Rfc Regione Lombardia), le Terme e la Triennale.

I promotori del progetto e la straordinaria rete che si è venuta a formare intorno a questa iniziativa confermano la vitalità di un sistema, quello del restauro, che esprime un reale bisogno di uniformare i linguaggi, di avere un punto di incontro per far emergere la qualità e l'eccellenza con trasparenza e riconoscimento dell'ingegno e della creatività che impregna ogni cantiere dell'arte.

A cura del Comitato tecnico Milano nei Cantieri dell'arte; redazione di, Libero Corrieri, Massimiliano de Adamich, Empio Malara.

Edilizia storica: prestazioni energetico ambientali, sostenibilità e conservazione

Il progetto A.T.T.E.S.S., promosso dal *Metadistretto veneto della bioedilizia* e dal *Metadi-*

IL METADISTRETTO VENETO DEI BENI CULTURALI



La storia

Il Metadistretto Veneto dei Beni Culturali, riconosciuto dalla Regione del Veneto in base alle L. R. n. 8 del 2003 e n. 5 del 2006, è sorto con l'obiettivo di incentivare lo sviluppo dell'intera filiera dei beni culturali (restauro, conservazione e valorizzazione) e sostenere le aziende.

Si presenta come un unicum all'interno del panorama dei distretti italiani, in quanto unico metadistretto produttivo legato al settore dei beni culturali.

Promuove e coordina progetti a livello nazionale e internazionale, favorendo la collaborazione fra aziende e istituzioni, sostenendo attività di ricerca e di sperimentazione e incentivando lo scambio di know how fra il mondo scientifico e le imprese.

Gli obiettivi

Incentivare lo sviluppo dell'intera filiera dei beni culturali:

- Individuare e coordinare progetti a livello nazionale e internazionale;
- Sostenere le aziende e valorizzare le eccellenze, stimolando la competitività;
- Favorire il coordinamento e la sinergia fra le varie realtà impegnate nel settore;
- Promuovere e sostenere progetti di ricerca e il trasferimento tecnologico.

Sede Via della Libertà, 12 - Vega Park - 30175 Venezia-Marghera
Tel. 0415093011 - Fax 0415093086 - E.mail: puntuoni@distrettobbcc.it

stretto veneto dei beni culturali (istituiti con la Legge regionale del Veneto 4 aprile 2003, n. 8), in collaborazione con la Direzione regionale dei beni culturali e paesaggistici del Veneto, si è proposto di definire delle modalità di intervento sull'edilizia storica secondo criteri di efficienza energetica, di sostenibilità ambientale e di benessere e salubrità indoor.

Il progetto ha preso in esame aspetti connessi alla metodologia d'intervento e alle soluzioni tecniche, considerando non solo i beni tutelati di massimo pregio, ma anche l'edilizia storica seriale e il "sistema centro storico"; l'obiettivo è definire delle linee di intervento a partire da una corretta valutazione delle capacità di reazione ambientale dell'edilizia storica, in modo da minimizzare l'inserimento di elementi architettonici o impiantistici nuovi, nel rispetto della materia storica e dei criteri del restauro.

Il progetto si relaziona con le Linee guida per l'uso efficiente dell'energia nel patrimonio culturale promosse dal Ministero per i beni e le attività culturali, di prossima pubblicazione.

Edifici storici, prestazioni ambientali e impiantistica: inquadramento normativo

La recente direttiva 2010/31/UE del 19 maggio 2010 (che modifica la direttiva 2002/91/CE) porta all'attenzione il problema dell'adeguamento energetico degli edifici esistenti in occasione delle "ristrutturazioni importanti" (art. 1, comma 15, 16), sia nel senso di riduzione del fabbisogno energetico – identificando le parti più rilevanti dal punto di vista della prestazione energetica – sia nel senso della riduzione delle emissioni di gas inquinanti.

Secondo tale direttiva, sono eccipienti dalla richiesta di minimi requisiti energetici gli "edifici ufficialmente protetti come patrimonio designato o in virtù del loro particolare valore architettonico o storico...". Tale af-

fermazione solleva il problema del miglioramento energetico del patrimonio costruito storico di valore seriale, non "vincolato" ai sensi della legislazione specifica dei beni culturali: è necessario definire, a livello nazionale e locale, un quadro normativo e delle linee di intervento per gli edifici del fondo costruito storico, di modo che l'adeguamento energetico non cancelli i valori culturali ivi codificati.

L'edilizia storica seriale, caratterizzata dai materiali e dalle tecniche tradizionali, non va trattata e valutata con gli stessi parametri degli edifici nuovi, che rappresentano una casistica del tutto diversa.

La direttiva 2002/91/CE è stata recepita con il decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192. Con il DPR 2 aprile 2009, n. 59, recante «Attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del e successive modificazioni, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia», vengono date delle indicazioni operative; l'allegato B contiene un elenco di normative di riferimento. Un altro riferimento legislativo nel campo è il D.lgs 115/2008, recante «Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici...».

In materia di edilizia storica, i riferimenti legislativi qui citati lasciano la questione aperta: il D.lgs. 192/2005 prevedeva l'emanazione di futura normativa che definisse i criteri generali, le metodologie di calcolo e i requisiti minimi finalizzati al contenimento dei consumi di energia (art. 4, comma 1, lett. a), nonché i criteri generali di prestazione energetica con riguardo alla ristrutturazione di edifici esistenti, con indicate le metodologie di calcolo e i requisiti minimi (lett. b).

Normative e metodologie di calcolo

Le metodologie di calcolo della prestazione



Venezia - Canal Grande - Palazzo Grassi

energetica degli edifici e degli impianti (DPR 59/ 2009, art. 3) sono l'oggetto delle norme tecniche nazionali della serie UNI TS 11300. Tale normativa tecnica nazionale è da mettere in relazione al contesto delle norme EN, elaborate a livello europeo a supporto della direttiva 2002/91/CE. Gli ambiti tematici coperti dalle UNI TS 11300, che dovrebbero aprire la strada ad una contestualizzazione riguardante gli edifici storici, sono i seguenti: Parte 1: Determinazione del fabbisogno dell'energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva e invernale;

Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;

Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;

Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria.

In materia di dispositivi impiantistici da inserire nell'edificio e/o complesso storico (sanitari, termici, elettrici, elettronici, di sicurezza ecc.), sono rilevanti a livello nazionale due filoni normativi:

- la normativa tecnica specifica, il DM 37/2008 (il quadro generale dell'impiantistica a livello nazionale) e le normative UNI riguardanti i requisiti per gli impianti, "prestazioni e requisiti dell'impianto e dei singoli componenti", ecc.
- le disposizioni espressamente riferite agli edifici storici, con diversi livelli di applicazione, da provvedimenti di ambito locale nei regolamenti edilizi dei singoli comuni fino alle disposizioni normative di valore nazionale. Tali per esempio sono la legislazione in materia di sicurezza sismica, la legislazione antincendio, le indicazioni riguardanti il contenimento dei consumi

energetici nel D.lgs 192/2005 e le indicazioni tecniche riguardanti i requisiti impiantistici specifici in relazione alle diverse destinazioni d'uso.

Dal DPR 59/2009 scaturiscono anche diverse linee guida relative alla metodologia di calcolo, nonché alla definizione delle competenze tra Stato e regioni. Di concerto tra il Ministero dello sviluppo economico, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, sono stati emanati due documenti: le *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*, adottate nel 2009 ai sensi dell'articolo 6, comma 9, del D.lgs. 192/ 2005, e una serie di "strumenti di raccordo, concertazione e cooperazione tra lo Stato e le Regioni".

Aspetti normativi da definire

A livello nazionale esiste un quadro ben definito delle metodologie tecniche di calcolo. Non risulta invece del tutto chiaro, per gli edifici storici, un criterio di valutazione delle prestazioni dell'esistente (spesso del tutto trascurate nella valutazione) e degli obiettivi da raggiungere attraverso il miglioramento energetico (con criteri specifici per edifici storici, non sovrapponibili ai requisiti per edifici nuovi). Con questi due valori sarebbe possibile tarare l'inserimento di nuovi elementi – architettonici o impiantistici – con i criteri del minimo intervento.

Un sistema nazionale, unificato, di classificazione degli edifici storici sulla base delle tipologie planimetriche e di elementi di tecnica costruttiva renderebbe più semplice il paragone tra le situazioni esistenti, e anche tra i progetti di miglioramento energetico, mettendo a confronto diverse tecnologie. Tale sistema di classificazione darebbe degli strumenti per valutare meglio i risultati effettivi, considerando anche l'impatto del progetto sulla conservazione della materia.

I criteri definiti – secondo un concetto pro-

prio del restauro, che parla dell'unità di metodo – dovrebbero sussistere sia per gli edifici tutelati ai sensi del D.lgs 42/ 2004, parte I ("edifici vincolati" nella terminologia della precedente legislazione), sia per l'edilizia storica di valore corale (seriale), che potrebbe essere oggetto di altre forme di tutela (situata all'interno di aree di interesse paesaggistico tutelate ai sensi del D.lgs 42/ 2004, parte III, oppure tutelata attraverso legislazione urbanistica di livello regionale).

Un altro punto che richiede una riflessione di livello nazionale, regionale e locale sono le frequenti contraddizioni, in sede di autorizzazione dei progetti, tra i requisiti dei diversi ambiti amministrativi: per esempio, la necessità di conservare l'antica immagine dei tetti, aspetto importante nella tutela monumentale e anche paesaggistica, si contrappone alla necessità di inserire lo strato termoisolante in caso di recupero dei sottotetti; la sostituzione degli infissi – o anche solamente dei vetri – può stravolgere l'aspetto di un immobile storico, anche se il risultato energetico migliora; l'inserimento dei pannelli fotovoltaici sui tetti è un aspetto che richiede uno studio attento nel caso di edifici storici, anche se non "vincolati" ecc.. Per riassumere, sarebbe auspicabile definire a livello nazionale un sistema di classificazione "energetica" delle tecniche edilizie storiche, nonché un sistema di classificazione delle tipologie costruttive dal punto di vista formale e planimetrico. Queste caratteristiche, assieme agli aspetti bioclimatici (esposizione, assollamento ecc.), vanno considerate nella definizione di un sistema di calcolo delle prestazioni dell'esistente: tale valutazione deve essere di massima accuratezza, di modo che anche l'intervento proposto sia ridotto al minimo necessario e mirato esattamente verso i punti deboli. La normativa dovrebbe prestare attenzione anche alla compatibilità dei materiali inseriti con il tessuto storico, anche nel senso di uso di materiali biocompatibili.

Nell'ambito di una legislazione coerente, il miglioramento del comportamento termico degli edifici esistenti dovrebbe contribuire sia alla tutela dell'ambiente naturale (attraverso la limitazione degli sprechi energetici e l'utilizzo di materiali biocompatibili), ma anche alla conservazione del paesaggio e del patrimonio costruito diffuso, quale parte essenziale della nostra memoria culturale.

Irina Baldescu

Funzionario Direzione Regionale del Veneto MIBAC - Ministero per i Beni e le Attività Culturali

Sergio Calò

Responsabile Tecnico Metadistretto Veneto dei Beni Culturali - Punto UNI Venezia