

Pisa, Torre pendente: consolidamento dei capitelli sul II e III ordine

Arch. Gisella Capponi (1), Sabina Vedovello (2)

(1) Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro, Roma

(2) C.B.C. Conservazione Beni Culturali, Roma

....

Condizioni generali e studi

Il restauro delle superfici lapidee della Torre di Pisa ha dovuto affrontare numerosi problemi conservativi legati sia alle caratteristiche di invecchiamento dei materiali costitutivi e di sostituzione, sia ai singolari assetti strutturali del monumento. E' iniziato nel 1994 con un complesso lavoro di studio preliminare e progettazione durato fino al 2000, seguito dal cantiere di lavoro e dai controlli scientifici di dettaglio durati fino ad oggi.

Forme di alterazione particolarmente estreme si configuravano in tutto il fronte sottopendenza, e in particolare sui capitelli del fronte Sud nei loggiati del II e III Ordine: sono elementi in marmo di Carrara, sostituiti nei grandi restauri tra '700 e la prima metà dell'800. Oltre a perdite del modellato nei dettagli decorativi angolari si riscontrava una polverizzazione del marmo che raggiungeva diversi centimetri di profondità accompagnata da esfoliazioni e vistose mancanze. Lo strato superficiale, invece, risultava maggiormente coeso e rigido, spesso deformato e privo del sostegno del materiale sottostante, ormai disperso; la sua compattezza era assicurata solo da patine superficiali a base di ossalati e croste nere dendritiche. Lo studio di queste particolari condizioni è iniziato e proseguito all'interno del grande progetto di stabilizzazione della pendenza, condotto dal Comitato per la Salvaguardia della Torre di Pisa, che si è avvalso delle competenze dell'ISCR e di numerosi esperti e Istituti di Ricerca.

La prima campagna di indagini [1] ha evidenziato un dato eclatante: nella quasi totalità dei campioni si rintracciava una modica quantità di sali solubili (solfati e cloruri), concentrata negli strati superficiali e non tale da risultare responsabile di una forma di degrado così profonda. Nel contempo sono emerse, in zone circoscritte, tracce di fluoro, forse legate a trattamenti di consolidamento con fluosilicati, di cui peraltro manca ogni traccia documentale. La situazione era tale che per 23 di questi capitelli il progetto preliminare ipotizzava la necessità di una loro sostituzione.

L'approfondimento dei meccanismi di degrado è stato comunque esteso a tutte le diverse situazioni, prendendo in esame:

le interazioni tra manufatto e condizioni ambientali, con particolare riferimento a ventilazione, fenomeni climatici, irraggiamento e andamenti termoigrometrici per la valutazione delle conseguenti variazioni dimensionali dei materiali e dei diversi elementi architettonici [2];

gli assetti strutturali della distribuzione di peso e delle tensioni, in relazione all'inclinazione dell'edificio e alle modifiche della planarità legate alle opere di sostituzione

degli elementi portanti quali colonne, capitelli e mensole dei loggiati [3];

l'alterazione chimico-fisica del marmo che va sotto la dizione di "marmo cotto" [4];

raccolta sistematica dei documenti relativi alla storia conservativa della Torre, per l'individuazione di trattamenti e sostituzioni, e studio delle tracce di lavorazione delle superfici [5].

Accanto a questi percorsi di ricerca è continuato il controllo puntuale delle forme di alterazione, secondo i tempi dei vari lotti di lavoro di restauro e in concomitanza con sperimentazioni su consolidanti e protettivi [6].

I tensionamenti meccanici causati dalla Torre e dalla sua inclinazione non sono risultati essere fattori primari nel degrado classificato come "marmo cotto": le tensioni su colonne e capitelli sono influenzate dalle sostituzioni, i valori misurati con micro-martinetti piatti e nel lato sottopendenza raggiungono il valore massimo MPa 4,68 che si alterna a valori pari a 0 in elementi di più recente sostituzione. L'attenzione è stata ricondotta su altri fattori, quali la lavorazione delle superfici e le condizioni ambientali (cicli termici, condensazione, aerosol marino, inquinanti atmosferici). Tutti questi fattori assumono un'incidenza particolare nel lato sottopendenza dovuta all'inclinazione della Torre e al particolare microclima che la pendenza stessa determina.

Sperimentazioni di laboratorio e di cantiere per il consolidamento del marmo di S.Giuliano e del marmo apuano hanno verificato il possibile utilizzo di emulsioni e microemulsioni acriliche, di resine acrisiliconiche, di silicati di etile di diversa formulazione. I deludenti esiti ottenuti con i silicati di etile hanno portato a preferire le dispersioni microacriliche che in assenza di sali solubili vedevano non influenzata la loro efficacia. Il risultato sulle forme di disgregazione normalmente rintracciate sui paramenti lisci, sulle mensole dei loggiati e sui cornicioni in aggetto sono stati piuttosto soddisfacenti; un controllo manutentivo eseguito a 5 anni dal completamento dei paramenti del I Ordine ha confermato la sostanziale tenuta del trattamento.

Consolidamento con nanosilici

Le sperimentazioni di laboratorio eseguite con prodotti di nuova formulazione quali nanocalci, nanosilici, microacriliche, silicati di etile orientavano i consolidamenti dei capitelli all'utilizzo delle nanosilici.

Nell'estate del 2008 si è quindi deciso di procedere con la applicazione di un [silicato amorfo in dispersione acquosa](#) su 9 capitelli del primo loggiato, per cercare di evitare o comunque rimandare il momento della loro sostituzione [7]. Per garantire il massimo della

penetrazione si è studiato un sistema ad immersione: intorno alla struttura del capitello si sono realizzate delle sacche di contenimento in PVC, a forma di tronco di cono rovesciato. Il giunto nella parte bassa, posto al di sotto del collarino sul marmo della colonna, è stato sigillato con strisce di neoprene fermate da una fascia in nailon con fibia a scatto, onde evitare fuoriuscite di liquido. Il volume interno della sacca è stato ridotto al minimo adattando la forma del contenitore al capitello con delle bende gessate, normalmente usate in ortopedia. La sacca è stata vuotata dopo 24 ore dal versamento del prodotto consolidante. La differenza tra il volume di consolidante immerso e quello ricavato dallo svuotamento della sacca è variato da capitello a capitello: mediamente si è avuto un assorbimento di lt. 2,60, con un massimo di 5 lt. e un minimo di 1,3 lt. I capitelli sono stati mantenuti coperti per un'altra giornata; in questa fase si è notato un cristallizzarsi in superficie del materiale residuo, in grosse plaghe cretate. Una volta completamente asciutto era facile spazzolarlo con un pennello morbido o con acqua finemente nebulizzata. Il risultato è stato piuttosto soddisfacente: l'azione consolidante risultava completa anche a forti profondità e non si evidenziava nessuna alterazione cromatica del marmo. Il prodotto manifestava comunque una elevata sensibilità alle diverse condizioni ambientali sia in fase di applicazione che di immagazzinamento. Le verifiche sull'efficacia dei consolidamenti sono state integrate dall'utilizzo di misure di microdrilling con uno strumento DRMS Cordless s/n 010 della Sint Technology.

Il restauro di questi capitelli, terminato a ottobre del 2008, è stato ricontrollato all'inizio del 2009: nelle situazioni di maggior degrado si è riscontrato un riformarsi di decoesione dei cristalli, anche al di sotto delle microstuccature a calce e polvere di marmo eseguite a protezione delle superfici.

Alla luce di tale risultato si è deciso di far modificare il prodotto consolidante per tre capitelli del III Ordine, che versavano nelle stesse condizioni. Si è scelta un nano silicato amorfo in etanolo che nei successivi esami di laboratorio offriva esiti incoraggianti [8].

Il sistema di applicazione è stato il medesimo: si è potuto verificare una notevole diminuzione dei residui di prodotto in superficie durante la fase di asciugatura con una identica efficacia di trattamento. Purtroppo anche in questo caso, anche se dopo un periodo più lungo, si è potuta riscontrare una recrudescenza, seppur circoscritta, dei fenomeni di disgregazione.

Questo fa temere una poca stabilità dell'azione consolidante, che si dimostra in fase iniziale di grande efficacia per penetrazione e tenuta, soprattutto in relazione alla situazione conservativa dei capitelli ed alla presenza di modiche quantità di sali solubili ed ai carichi di compressione presenti. Infatti, la sperimentazione di laboratorio non aveva rilevato tale comportamento.

[1] Eseguita tra il 1992 e il 1995 dall'ISMES di Bergamo con la supervisione del Prof. Giorgio Torraca.

[2] Consorzio Padova Ricerche, Padova.

[3] Ing. G. Carluccio; misure degli stati tensionali eseguite da R-Tecnos, Bergamo.

[4] Dipartimento Scienze della Terra, Università di Pisa;

[5] Istituto dell'Enciclopedia Italiana, Roma; P. Rockwell, S. Lodola, F. Andreazzoli, S. Vedovello;

[6] Gli esiti dell'intero lavoro di recupero della Torre di Pisa si trova su "La Torre restituita", Numero Speciale del Bollettino d'Arte, 2005.

[7] **Zargun 260011** della Colorobbia.

[8] **Zargun 260012** della Colorobbia

GISELLA CAPPONI si è laureata in architettura nel 1976 e dal 1980 è inserita nel Ministero per i Beni e le Attività Culturali, con il ruolo di architetto; attualmente, come dirigente è Direttore dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro. Ha progettato e diretto restauri di superfici dell'architettura (Facciata di Santa Croce a Lecce, Arco di Traiano a Benevento, Tempio di San Pietro in Montorio, Torre di Pisa) Ha svolto e svolge attualmente attività di docenza presso Università statali e private a Napoli, Viterbo, Palermo e Roma. ISCR, Via di San Michele 23. 00153 Roma, tel 06/67236212-11, mail gisella.capponi@beniculturali.it

SABINA VEDOVELLO si è diplomata nel 1976 presso l'Istituto Centrale per il Restauro nel settore dipinti ed è uno dei soci fondatori della CBC, di cui è attualmente Vice Presidente e Direttore Tecnico. Oltre ad una articolata attività di restauro in tutti i settori di competenza della C.B.C. (Pietà Rondanini di Michelangelo, Giotto ad Assisi e Padova, Narciso di Caravaggio) ha lavorato alla progettazione per il restauro della Torre di Pisa, al progetto di schedatura delle opere della Pinacoteca di Brera e del Museo Correr, ai progetti di restauro degli affreschi bizantini delle Cattedrali di Kintsvisi e Timotesubani, Georgia.

C.B.C., Viale Manzoni 26, 00185 Roma; tel: 06/70.49.52.82; mail: s.vedovello@cbccoop.it.