

Conclusioni

L'obiettivo di questa tesi era quello di verificare le pratiche presenti nelle recenti Linee guida per la valutazione del rischio sismico del patrimonio culturale, approfondendo soprattutto la validità e l'efficacia del metodo "Percorso della conoscenza" in funzione della fase di analisi strutturale dell'edificio. La sua applicazione nello studio del Museo Diego Aragona Pignatelli Cortes di Napoli ha costituito un ottimo modello di studio, avendone applicato le direttive fin dalle prime fasi di progetto. Il primo tema trattato è stato quello dell'identificazione generale della costruzione, che ha collocato geograficamente e funzionalmente il museo rispetto al contesto napoletano e ne ha certificato l'appartenenza ad un complesso architettonico di una certa rilevanza; tuttavia allo stesso tempo ha evidenziato la mancanza di legami strutturali evidenti con le altre costruzioni, permettendo nelle successive fasi di ignorare parzialmente aspetti a loro relativi. La caratterizzazione funzionale ha preliminarmente riguardato gli ambienti interni mettendone in luce i diversi valori artistici e storici (importanti per il posizionamento delle prove in situ) e alcune caratteristiche e criticità poi affrontate nel dettaglio.

La successiva indagine storica ha quindi rappresentato sicuramente uno dei punti fondamentali in questa ricerca, come pronosticato dalle normative: non solo ha fatto emergere caratteristiche strutturali altrimenti impossibili da rilevare, ma ha anche permesso di verificare, attraverso relazioni dettagliate, il comportamento dell'edificio in occasione dei precedenti eventi sismici risalenti al 1980 e al 2002. Occorre però ricordare come non sempre, nonostante il gran lavoro svolto dall'architetto Andrea Bonavita, sia a noi pervenuta la documentazione completa relativa ai vari interventi, lasciando delle zone d'ombra relative ai progetti definitivi in alcune parti della costruzione; in alcuni casi si è avuta

anche la sensazione della presenza di alcuni interventi realizzati recentemente e non debitamente documentati, soprattutto riguardo ai sistemi di copertura. Di queste lacune a livello di documentazione non si è riusciti però a trovare conferme.

Il rilievo geometrico, oltre ad adempiere al suo scopo principale di dimensionamento degli spazi interni, si è rivelato molto utile al piano seminterrato, dato che i rilievi effettuati con la stazione totale hanno restituito delle interessanti ricostruzioni della geometria di alcune volte e delle relative deformazioni. Inoltre è stato fondamentale nella fase di verifica sismica, soprattutto per la costruzione dei modelli di calcolo nelle valutazioni LV1 e LV3.

Grazie ai risultati ottenuti, insieme a quelli dell'indagine storica, è stato possibile compiere la definizione e la caratterizzazione preliminare delle principali strutture portanti: il grado di definizione raggiunto in questa prima fase era già relativamente buono, ad esclusione di quelle lacune, soprattutto a livello degli orizzontamenti, emerse dagli studi storici e che la parte di diagnostica ha cercato di chiarificare. Il rilievo materico e del degrado è servito principalmente ad avere un quadro più particolareggiato degli ambienti e per evidenziare tutti quei rivestimenti, dagli strati piuttosto spessi dell'intonaco al piano seminterrato ai paramenti in tela e cuoio delle pareti e delle volte ai piani superiori, che potrebbero celare fenomeni di dissesto in atto e al momento non rilevabili.

Particolare attenzione e importanza sono state date al quadro fessurativo, visti i legami emersi da alcune relazioni storiche con gli eventi sismici occorsi negli ultimi 35 anni. Dal rilievo è stato possibile individuare un'area maggiormente a rischio, analizzata poi strutturalmente e meccanicamente nella valutazione LV3: in quest'ottica particolarmente utile si è rivelato il modello tridimensionale realizzato per mettere in relazione le diverse lesioni. La ricostruzione storica poi ha evidenziato altre situazioni potenzialmente preoccupanti ora celate dai restauri e che andrebbero monitorate nel tempo.

Le considerazioni sugli impianti hanno rivestito un ruolo minore, ad esclusione dell'intervento sulla copertura piana per gli impianti di riscaldamento e di condizionamento che ha visto l'inserimento di un solaio con putrelle metalliche nel sistema originario.

Il progetto diagnostico si è rivelato abbastanza completo e determinante. Le indagini termografiche sono state fondamentali: hanno permesso il controllo di tessiture murarie e ammorsamenti, verificati anche

attraverso rimozioni di intonaco, e la verifica di alcuni interventi di tamponamento degli anni ottanta e novanta; hanno evidenziato la presenza di lesioni non visibili a occhio nudo al piano seminterrato e al rialzato; hanno reso leggibili i telai lignei relativi alle finte e volte e alle doppie pareti; hanno definito la natura della volta della Sala verde. Le indagini soniche in trasparenza hanno permesso un confronto tra molti elementi strutturali principali: si è riusciti a verificare una certa omogeneità tra i vari setti portanti e i loro ammorsamenti e invece la diversa stratigrafia dei due archi presi in esame; inoltre è venuta alla luce una diversa composizione delle colonne dei portici, evidentemente costruite secondo tecniche differenti. Le endoscopie hanno determinato in maniera relativamente accurata la stratigrafia di una volta tipo al piano seminterrato, confermando le tecniche di costruzione ipotizzate in fase preliminare; inoltre hanno permesso un confronto con i risultati di termografie e indagini soniche relative agli archi. Discorso a parte va' fatto per le prove meccaniche con i martinetti: quelle con i martinetti singoli hanno permesso di determinare un uguale distribuzione dei carichi della struttura, assumendo quindi un ruolo di rilievo nella fase di valutazione; quella con i martinetti doppi invece ha restituito un modulo elastico e verificato che il carico agente fosse compreso all'interno dell'intervallo elastico lineare del grafico sforzi-deformazioni. Tuttavia i valori ottenuti non sono stati utilizzati nella fase di valutazione, che ha fatto ricorso a quelli tabellari forniti dalle normative.

Nella fase di verifica strutturale, oltre ai contributi evidenziati caso per caso, tutti risultati fin qui esposti sono serviti soprattutto nella determinazione dei Fattori di Confidenza utilizzati nelle valutazioni LV1 e LV2, e nella scelta dei valori meccanici e dei relativi coefficienti migliorativi da prendere in considerazione dalle tabelle di riferimento. Secondo quest'ottica, il metodo "Percorso della conoscenza" si è rivelato più che adatto all'impostazione di un'analisi strutturale per come è predisposta dalle Linee Guida. Nel nostro caso ha permesso infatti di raggiungere un alto livello di precisione sia per quanto riguarda la definizione delle caratteristiche fondamentali sia per quanto riguarda gli aspetti secondari ma ugualmente influenti ai fini delle considerazioni relative al comportamento strutturale; lo ha fatto inoltre nel continuo rispetto dell'integrità del valore storico e artistico della costruzione, rendendo inutili indagini invasive o fortemente distruttive.

I dubbi semmai riguardano maggiormente l'analisi stessa, che per come era stata impostata da progetto

non ha permesso di considerare molte delle particolarità e delle complessità di cui è ricco un edificio storico: come esempio basta riferirsi alla conversione delle volte in solai piani con il programma TREMURI. Inoltre l'obbligo a ricorrere ai valori tabellari nei primi due livelli di valutazione andrebbe rivalutato, dato che molti di questi potrebbero essere facilmente ottenuti mediante l'operazione di indagini leggermente invasive, aumentando di molto il grado di precisione. Queste lacune potrebbero significare il raggiungimento di risultati non fedeli alla realtà, generando fraintendimenti anche piuttosto significativi a livello di interpretazione dei meccanismi in atto.

Bibliografia generale

D'Antonio, M., "Ita terraemotus damna impedire. Note sulle tecniche antisismichestoriche in Abruzzo", CARSA, Pescara 2013

Giuffré, A., "Lecture sulla meccanica delle murature storiche", Kappa, Roma 1990

Vivenzio G., "Istoria dè tremuoti avvenuti nella provincia di Calabria Ulteriore, e nella città di Messina nell'anno 1783, e di quanto nelle Calabrie fu fatto per il suo risorgimento fino al 1787. Preceduta da una teoria, ed istoria generale dè tremuoti", Napoli 1788

Circolare n. 617, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M 14/01/2008», "Gazzetta Ufficiale" n. 47, 26/02/2009

DPCM-2008, "Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri, "Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni", supplemento ordinario n. 25, G.U. n. 24, 29.01.2008

DPCM-2011, "Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle NTC 2008", G. U. n. 47, 26.02.2011

Galasco, A., Lagomarsino, S., Penna, A., Resemini, S., "Non-linear Analysis of Masonry Structures", Atti 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, Canada, 1-6 Agosto 2004

Lagomarsino, S., Penna, A., Galasco, A., Cattari, S., "TREMURI program: An equivalent frame model for the nonlinear seismic analysis of masonry buildings", Engineering Structures 56 (2013), pp. 1787–1799

LL. GG. 2010 - Ministero dei Beni e le Attività Culturali, “Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale allineate alle nuove Norme tecniche per le costruzioni”, Circolare n. 26, 23/07/2010

NTC-08, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministro dell'interno, Capo della Protezione Civile, Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14/01/2008, “Gazzetta Ufficiale” n. 29 del 4/02/2008

OPCM – DPC – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”, n.3274/03, G.U. n. 252, 29/10/2003

Podestà, S., Curti, E., Parodi, S., D'Aristotile, M., “Sistema informativo per la valutazione del rischio sismico (SIVARS)”, in MiBAC, Atti della giornata di studio su «Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale allineate alle nuove Norme tecniche per le costruzioni», pp. 347-362, Roma, 15 giugno 2007

Podestà, S., “Verifica sismica di edifici in muratura”, Dario Flaccovio Editore, 2012

Tagliaferri, M. V., “I diversi livelli di valutazione della sicurezza sismica delle costruzioni storiche in muratura”, tesi di laurea, Politecnico di Milano, 2014

A.A.V.V., “Manuale delle murature storiche”, DEI, Roma 2011

Giovanetti, F., Manuale del recupero del Comune di Roma, DEI, Roma 1987

A.A.V.V., Manuale del recupero della Città di Castello, DEI, Roma 1988

A.A.V.V., “Manuale del recupero delle antiche tecniche costruttive napoletane dal Trecento all'Ottocento”, CLEAN, Napoli 1996

Aveta, A., “Materiali e tecniche tradizionali nel napoletano. Note per il restauro architettonico”, Arte Tipografica, Napoli 1987

Teccia, A., “Il Museo Pignatelli di Napoli”, Electa, Napoli 1994

Candela, M., “Verifiche strutturali atte ad individuare eventuali danni al patrimonio causate dagli eventi sismici del 31/10/2002”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 1999

De Lucia, V., “Relazione di analisi delle strutture”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 1999

De Lucia, V., “Relazione di idoneità statica”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 1999

De Lucia, V., “Relazione lesioni e interventi”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 1999

De Lucia, V., “Prove di carico effettuate su solai il 25 gennaio 99”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 1999

De Lucia, V., “Relazione sui carichi utili”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 1999

AA.VV., “Recupero e valorizzazione delle infrastrutture museali napoletane. Museo Diego Aragona Pignatelli Cortes. Progetto F.I.O. 1986. Progetto esecutivo di dettaglio, prima fase, secondo stralcio. Relazione generale illustrativa”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 1991

AA.VV., “Recupero e valorizzazione delle infrastrutture museali napoletane. Museo Diego Aragona Pignatelli Cortes. Progetto F.I.O. 1986. Progetto esecutivo di dettaglio, prima fase, secondo stralcio, variante 1. Relazione illustrativa”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 1991

AA.VV., “Recupero e valorizzazione delle infrastrutture museali napoletane. Museo Diego Aragona Pignatelli Cortes. Progetto F.I.O. 1986. Progetto esecutivo di dettaglio, prima fase, secondo stralcio. Relazione tecnico amministrativa”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 1991

AA.VV., “Recupero e valorizzazione delle infrastrutture museali napoletane. Museo Diego Aragona Pignatelli Cortes. Progetto F.I.O. 1986. Progetto esecutivo di dettaglio, prima fase, secondo stralcio, progetto di completamento. Relazione illustrativa”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 1992

AA.VV., “Museo Diego Aragona Pignatelli Cortes. Lavori di restauro. Progetto definitivo. Relazione”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 2006

Candela, M., “Museo Diego Aragona Pignatelli Cortes. Perizia afferente l’agibilità statica e la conformità all’uso e la coerente conservazione e destinazione d’uso del Salone da ballo e della Verdanda”, Archivio del Museo di Villa Pignatelli, Napoli 2010

Sitografia generale

www.beniculturali.it

www.polomusealenapoli.beniculturali.it/museo_vp/museo_vp.html

ingvterremoti.wordpress.com

www.ivalsa.cnr.it

www.6aprile.it