

THE COMPLEXITY OF CONSERVATION OF OUTFITTING, HISTORIC SITES AND BUILDINGS UNDER EVERYDAY USES

ELISABETTA ROSINA (1), MARIVITA SUMA (1)

(1) Politecnico di Milano, Dip. ABC

E-mail: elisabetta.rosina@polimi.it, marivita.suma@mail.polimi.it

Abstract. One of the challenge for the conservation of a historic site and building under use is the definition of the optimal threshold among the safe and comfortable use (also per users staying and sitting inside for hours), the mitigation of consumption and damage due to the use and environment.

The paper especially deals with the last task, the mitigation of risk factors. With the aim of defining the best practices for reducing the risk factors, the paper refers the results of more than 25 years of monitoring of Cultural Heritage with different location, materials, structures, decoration, fragile features.

The further analysis is helpful to define a common procedure of monitoring and effectively collect the required information/data, including the historic microclimate. The final goal is defining the span of values to keep constant and the actions to prevent unbalances of the microclimate. The European standards indicate the optimal values and some criteria for defining the threshold in case of the presence of different materials in the same place. Nevertheless, it is difficult to maintain the microclimate stable with the irregular presence of numerous visitors and users (up to some thousands a day, as it happens in a large city during special events) and the employed personnel in the site.

The flux of visitors can vary in time and duration accordingly to the location of permanent/temporary exhibitions and collections, interesting part of the site itself, etc. Not controlled opening of windows, doors, shadowing, etc. can happen due to the transfer/permanence of surveillant personnel misunderstanding the direction.

On the bases of the scientific literature review and the collected experience, the paper presents the tested method for monitoring many of these dysfunctions, as confirmed by the showed results of several study cases (museums, tombs, archaeological areas). Especially when a new use requires the placement, substitution, reset or implementation of HVCA system, monitoring results fundamental for achieving the feasible, better balance between comfort and conservation. The further step of the research is the development of best practices and prototype/devices for mitigating the residual unbalances.

Keywords: *use, mitigation, risk factors, microclimate, historic buildings, archaeological areas, paintings*

Introduzione

Le condizioni climatiche, e il microclima che si genera in edifici storici e siti archeologici sono tra i fattori di rischio che mettono a repentaglio la conservazione dei manufatti. Il seguente studio si pone l'obiettivo di valutare le strategie di controllo e monitoraggio dei parametri microclimatici ambientali al fine di mitigare i fattori di rischio connessi alle variazioni climatiche.

A seguito del monitoraggio di numerosi cantieri nel corso degli ultimi 25 anni e della comparazione fra i dati ricavati dai diversi casi studi si rileva che alcuni fenomeni di degrado si ripetono in maniera ciclica. Lo studio intende comprendere se è possibile sviluppare una capacità predittiva sui fenomeni in atto ed in potenza e quindi una possibilità di intervento tempestiva al fine di conservare al meglio il bene, favorendo anche la sostenibilità economica degli interventi.

Poiché la tutela non può prescindere dalla valorizzazione, come anche affermato dal Titolo II del Codice del BCC, risulta di fondamentale importanza che un bene storico possa essere conosciuto, fruito e quindi inserito nell'uso quotidiano.

In vista del riuso, le osservazioni che si traggono dal monitoraggio microclimatico rivestono importanza poiché possono indirizzare una scelta più consapevole in termini di conservazione e fruizione. In particolare, il riuso a museo di un bene, sia esso un edificio storico o uno spazio ipogeo, può comportare la variazione dei parametri termoigrometrici a causa dell'installazione di nuovi impianti o della presenza di persone la cui permanenza può essere prolungata, come avviene per i custodi ed il personale che ci lavora, o temporanea come per i visitatori.

Infatti, il monitoraggio ambientale assume importanza fondamentale per definire le condizioni termoigrometriche del microclima in cui è stabilizzato il bene [1-6] per valutare se:

1. Esse siano congrue o meno all'ipotizzato nuovo uso e se il nuovo uso può causare variazioni repentine e ampie.
2. Quali siano i tempi e la durata dell'apertura del bene al pubblico senza comprometterne lo stato di conservazione (anche nel caso di aree all'aperto, provviste di coperture provvisorie o definitive) [7-10]. Esistono infatti "finestre" temporali in cui anche gli eventuali scambi tra interno ed esterno, l'apporto di umidità o incremento di temperatura all'interno risultano meno significativi poiché sono concordi all'andamento stagionale esterno e quindi non contrastano con l'adattamento lento e graduale.

3. Sussistono variazioni di T e UR dopo l'introduzione di nuove funzioni e/o impianti, al fine di calibrarne al meglio l'esercizio, programmare le possibili strategie di controllo e tempestivo intervento in caso di malfunzionamenti.

Stato dell'arte: letteratura e normativa

Studi affermati mostrano che un bene archeologico o un edificio storico, soprattutto se costituito da materiale igroscopico o poroso, risente in modo particolare dei cambiamenti climatici, per cui la sua conservazione dipende in buona misura dalle variazioni termoigrometriche rispetto al clima cui si è adattato nel tempo [1,11].

Nonostante il comune accordo sulla necessità di uno studio del microclima e la valutazione dell'impatto del clima esterno sul bene, le normative vigenti non includono specificamente questo aspetto. Le principali attività dei comitati ambiente degli enti normativi anche a livello europeo sono orientate a produrre ed aggiornare documenti che riguardano soprattutto la conservazione museale in spazi confinati ed in teche, piuttosto che completare ed aggiornare le modalità di misura e monitoraggio avendo come oggetto l'edificio stesso.

La procedura di misura in situ, la scelta della strumentazione, delle tempistiche di acquisizione dei dati e dei punti da valutare rimane descritta sostanzialmente dalle UNI 10829/99, UNI 10969/02 e EN 16682/17. Tuttavia, una procedura decisionale che supporti la scelta del tipo di monitoraggio non è normata ma dipende dall'esperienza e dai criteri decisionali del tecnico responsabile che applica la propria esperienza al caso singolo. Se da un lato la possibilità di avvalersi della maturità di un tecnico esperto è senz'altro la guida più sicura per progettare un monitoraggio efficace, la stesura di linee guida, se non addirittura di norme, potrebbe facilitare la trasmissione del sapere e la diffusione della cultura tecnica rendendo più sicure le scelte operate in quest'ambito dai progettisti ed impiantisti.

Nel seguito, gli esempi che si presentano permettono di evincere l'utilità di effettuare il monitoraggio adattando la strategia e gli strumenti in funzione delle esigenze che sorgono via via che il bene viene impiegato in nuovi usi, nonostante le condizioni al contorno apparentemente non siano di elevato rischio.

Materiali e metodi adottati nei casi di studio.

In questo paragrafo si illustrano alcuni casi di studio che rappresentano un ampio spettro di applicazione del monitoraggio, sia per tipologia di bene storico (palazzi e aree archeologiche), sia per condizioni climatiche (Valtellina, Milano, Cagliari), sia per materiali che costituiscono il bene (affreschi, intonaci, malte, pietra), sia per proprietà (pubblica e privata), sia per impianti installati (riscaldamento ad aria, assenza di impianti), sia per le condizioni di uso e il genere di fruizione (museo, eventi, uffici, fruizione solo in esterno).

I monitoraggi eseguiti su edifici cinquecenteschi della media Valtellina, privi di impianti di riscaldamento o durante il periodo in cui non sono in funzione, presentano valori di T e UR concordi fra interno ed esterno, talvolta con elevata umidità nelle murature del piano terra a diretto contatto con il terreno [12,13]. Il clima storico che si è venuto a generare all'interno risulta maggiormente influenzato dall'orientamento (quindi esposizione all'irraggiamento solare, soprattutto nei periodi estivi), dal piano considerato (interrato o fuori terra, primo o secondo, sottotetto) che dalla presenza di visitatori anche in concomitanza di eventi di grande richiamo.

Nel Palazzo Besta di Teglio¹, adibito a museo, è attualmente in corso il primo anno di funzionamento dell'impianto di riscaldamento, al fine di renderne possibile la permanenza in una zona circoscritta al piano terreno anche durante le stagioni fredde. L'intenzione, è di estendere l'utilizzo di impianti di riscaldamento anche in altre zone, secondo le necessità date dal tipo di permanenza del personale.

Il monitoraggio condotto negli anni 2013-2018 in assenza di impianti e con l'apertura al pubblico, mostra una buona stabilità dei valori registrati. Grazie ai risultati del monitoraggio in corso durante il riscaldamento, si sta verificando la possibilità di avere aree riscaldate in modo differente e fra loro confinanti con utilizzi differenziati nell'arco della giornata e delle settimane. Lo scopo finale è di migliorare la coibentazione e isolamento delle stanze riscaldate adiacenti a quelle espositive, al fine di non perturbare e indurre variazioni nei locali in cui sia previsto solo il passaggio o sosta temporanea dei visitatori.

A Palazzo Borromeo, a Milano, si è svolto un primo monitoraggio della Sala dei Giochi, che presenta affreschi rinascimentali, nel biennio 2013-2015 per valutare i possibili rischi di degrado, seguito da un secondo monitoraggio di durata annuale nel 2018 per la valutazione dell'impatto di riscaldamento, la presenza di possibili ponti termici in prossimità delle aperture e dell'ingresso dal cortile interno.

Le tecniche utilizzate (psicrometria, sonde ambientali, termografia), rigorosamente non distruttive, non hanno alcun impatto sul bene e sul suo utilizzo, non sono soggetti ad alcuna autorizzazione da parte degli enti preposti alla tutela, pertanto possono avere applicazione prolungata nel tempo e garantire l'acquisizione dei dati anche negli ambienti confinanti.

Lo studio comparato delle curve delle variazioni di T e UR mostra che l'andamento dei valori registrati all'esterno è rimasto sostanzialmente simile. Al contrario all'interno si è osservato un miglioramento delle condizioni microclimatiche che sono generalmente variate di poco nella seconda fase del monitoraggio, mantenendo quindi un intervallo di valori simile a quelli che ne definiscono il clima storico, ma apportando lievi miglioramenti utili alla conservazione. In

¹ Il Palazzo Besta di Teglio dal 2015 è in gestione al Polo Museale della Lombardia, istituto periferico del Ministero per i beni e le attività culturali.

particolare, i valori di T sono passati dai 14-29°C a valori compresi fra i 19-27°C mentre l'UR che dapprima era compresa fra il 35 ed il 75% è ad oggi compresa fra il 30 ed il 65%. In questo modo si è ottenuta una riduzione dell'intervallo dei valori, minimizzando in parte le variazioni e raggiungendo un buon compromesso fra le istanze di conservazione e di fruizione dei locali. Dall'analisi comparata delle curve di T e UR dei due monitoraggi si evince l'esistenza di una finestra temporale durante la quale i valori registrati all'interno e all'esterno risultano pressoché simili. Dall'analisi di una battuta psicrometrica svolta in una giornata facente parte di tale finestra, e introducendo come variabili la presenza di un numero minimo di utenti e lasciando aperte le finestre, si è potuta confermare l'ipotesi che durante tali periodi non occorrono variazioni ai valori di T e UR interne, anche in rapporto alla presenza di persone o di scambi d'aria con l'esterno. Il monitoraggio è quindi risultato utile per la validazione del nuovo impianto, per il controllo delle condizioni di conservazione delle superfici affrescate e per la comparazione dei regimi termoigrometrici dopo tre anni, verificando la presenza di un equilibrio consolidato.

In Sala delle Asse, castello sforzesco di Milano, la campagna diagnostica iniziata nel 2012 in modo molto sistematico è stata svolta preliminarmente in modo estensivo e con l'integrazione di tecniche differenti [14]. In una seconda fase il monitoraggio è stato semplificato e reso fisso mediante l'installazione di sonde ambientali nei punti risultati più significativi e critici, successivamente implementato per lo studio dei fattori di rischio legati alle variazioni brusche di T e UR dovute all'apertura delle finestre per l'installazione di impianti temporanei per il ricircolo d'aria durante il cantiere pilota di restauro. Sono in corso di sperimentazione alcuni prototipi tessili con telaio autoportante per migliorare la tenuta all'aria delle aperture, pur garantendo la totale reversibilità e compatibilità [15]. In vista delle celebrazioni per l'anniversario del Cinquecentenario della morte di Leonardo da Vinci si prevede di prolungare il monitoraggio, per poter intervenire rapidamente nel caso la frequenza dei visitatori vada regolata ulteriormente rispetto alle linee guida già redatte a conclusione dei primi anni di acquisizione e valutazione dei dati.

Monitoraggi microclimatici sono in corso all'interno di alcune necropoli in Sardegna. Le tombe, prevalentemente scavate all'interno di banchi rocciosi, sono di tipologia differente a seconda del periodo di costruzione, per cui differenti sono anche le modalità di accesso e più o meno limitati gli scambi con l'ambiente esterno. Le tombe a pozzo sono completamente ipogee e vi si può accedere solo mediante un piccolo foro, le tombe a dromos presentano invece una stretta e ripida scalinata che porta dalla quota di campagna alla stretta apertura di accesso e infine l'accesso nelle tombe a camera avviene mediante un'apertura di piccole o medie

dimensioni sul lato che confina con l'esterno. Il fatto che questi luoghi sono stati chiusi e non frequentati per millenni ha comportato la stabilizzazione del regime microclimatico: la riapertura dei siti può comportare l'innescare di alcuni processi di degrado che si vuole scongiurare mantenendo un rigoroso controllo delle osservabili.

La comparazione anche tra tipologie differenti di tombe ha messo in luce che il valore di UR è costante e compreso fra il 90 ed il 100% per tutti gli ambienti analizzati. Al contrario, i valori di Temperatura sono più dipendenti da quelli registrati all'esterno, presentando però variazioni di gran lunga meno ampie e con un ritardo fino a 2 mesi rispetto a quanto accade all'esterno. In generale la zona più suscettibile di variazioni significative è l'ingresso, ovvero la parete d'ingresso e l'apertura per le tombe a camera e il corridoio di accesso per le tombe a dromos.

Ai fini di una fruizione pubblica due sono stati quindi i criteri cardine che stanno guidando la scelta dei luoghi e dei tempi per la riapertura di alcuni siti: l'accessibilità e la conservazione dei materiali in opera. La prima ha comportato la scelta della riapertura di tombe a camera piuttosto che di altre tipologie di tombe data la maggiore facilità di ingresso. Si ipotizza invece una fruizione di tipo virtuale per le altre tombe, meno accessibili o con finiture interne la cui conservazione potrebbe rendersi critica.

Il progetto per la riapertura di alcune tombe a camera o dromos deve includere la mitigazione degli sbilanci che si verificano all'ingresso [16-19], poiché si è verificato con il monitoraggio che l'apertura frequente della Tomba, anche se con presenza di poche persone, è il fattore che incide maggiormente sulle variazioni del microclima interno. Il monitoraggio sta quindi fornendo i dati necessari per stabilire quale è la durata massima prevedibile per l'apertura del sito senza che il microclima interno possa variare in modo significativo.

Risultati e conclusioni

Lo studio di diversi casi differenti fra loro per geometria, epoca di costruzione, materiali, collocazione geografica ed altro, ci dimostra l'efficacia/l'utilità del monitoraggio nelle diverse fasi del processo di conservazione e riuso garantendo un più completo controllo dei possibili effetti sul bene conservato con costi limitati. Si è visto che il monitoraggio può assumere differenti modalità a seguito dell'indagine preliminare e può terminare qualora si nota una stabilizzazione dei parametri microclimatici. Le operazioni di mitigazione dei fattori di rischio e di validazione di impianti vengono ugualmente monitorate in modo da valutare gli effetti e da intervenire in modo tempestivo se necessario.

In poche parole, il monitoraggio funge da presidio durante l'attuazione di cambiamenti, che a volte avvengono con tempi e interludi non previsti. La strategia di monitoraggio considera attentamente il bilancio tra la conoscenza del maggior numero di informazioni utili per la valutazione degli effetti dell'intervento e la

sostenibilità (in tutte le accezioni) delle prove, grazie all'utilizzo di diverse tecniche e strumentazioni a seconda delle questioni che si desidera investigare.

Il monitoraggio deve avere inizio prima della fase progettuale. Difatti spesso si è osservato che l'inizio dei progetti può richiedere tempi lunghi, a causa di accordi e negoziazioni che pur necessarie, possono prolungarsi in modo imprevisto. Tuttavia, nel momento in cui si avvia il cantiere, l'intento di tutti i partecipanti al processo è sempre quello di ridurre la durata dell'intervento per favorire la rapida rimessa nel mercato del bene. Poter iniziare un monitoraggio con pochi strumenti, anche non sofisticati, già nella fase dei primi sopralluoghi permette di accumulare preziosi mesi di dati, che possono consentire scelte più consapevoli sia nella fase di progetto e sia in quella di intervento.

Il primo sopralluogo, supportato da strumentazione di tipo NDT, serve per la valutazione dei punti critici dove si collocherà la strumentazione per il monitoraggio in continuo, se necessario. Pertanto, la prima installazione di qualche sonda ambientale può essere indirizzata dalla geometria del bene, la presenza di aperture o ostacoli al movimento delle masse di aria all'interno e all'esterno e di degrado, della presenza di sistemi di mitigazione degli sbilanci termici, anch'essi "storici" o di recente installazione quali tende, cortine, tappeti o parziali rivestimenti murari, pedane, ecc. È possibile comunque, dopo i primi mesi, valutare le modifiche da apportare alla strategia di controllo e misurazione dei dati o l'implementazione con altre tecniche diagnostiche.

In tutte le esperienze riportate, si è rivelata molto utile la sinergia fra i tecnici e altri enti di ricerca da un lato e fra i tecnici e tutti i portatori di interesse per l'edificio/sito (gestori, custodi, proprietari, visitatori, ecc.) dall'altro. I primi sono stati utili per la comparazione dei dati registrati all'esterno e per la valutazione e l'identificazione di alcune cause di degrado attraverso l'implementazione di altre indagini più specifiche. La creazione di un network fra i vari enti e istituti di ricerca, già esistente per alcuni casi studio anche se basata più su una consuetudine di lavoro che su una normale e programmata routine, è garanzia di una ricerca e valutazione dei fattori di rischio più approfondita a partire da un monitoraggio di base e da un'analisi estensiva comune. I secondi invece sono stati preziosi come custodi dei beni. La presenza di personale sorvegliante, sia esso il proprietario o il restauratore, è stato di valido aiuto nell'individuare i degradi incipienti e attivare una campagna diagnostica preventiva e per il monitoraggio delle condizioni microclimatiche. L'accrescere della consapevolezza del ruolo prezioso che svolgono mediante delle comuni e semplici pratiche di controllo e l'aumentare della sensibilità verso la sorveglianza di tali beni, possono dare inizio una rete invisibile di "monitoraggio" attivo che affianca quello strumentale.

La consapevolezza circa il valore del bene, dell'importanza della conservazione e dell'influenza che il proprio comportamento può avere sulla conservazione, sono strumenti che possono essere trasferiti dai tecnici anche ai non addetti ai lavori, ma

che usufruiscono di tali beni. Il monitoraggio, nelle sue accezioni di passivo mediante strumentazione e attivo mediante il controllo delle persone, ha quindi valore di controllo sinergico e costante, capace di preservare i beni permettendo un intervento tempestivo e a salvaguardia della permanenza del bene in caso di evidenti variazioni che ne possono compromettere la permanenza.

Tra le “best practice” quindi la condivisione delle informazioni e delle conoscenze fra tecnici, enti, proprietari, gestori, fruitori e custodi è uno strumento formidabile/fondamentale per raggiungere gli obiettivi della conservazione programmata [20-22]. Rendere il cantiere di tipo partecipativo introducendo momenti formativi condivisi si può considerare il primo passo verso la tutela complessiva del bene.

Bibliography

1. D. Camuffo, Il clima storico per la conservazione dei beni culturali: materiali organici e variazioni microclimatiche, U&C n°9, 2014, pp.11-12
2. E. Rosina, Non-destructive investigations: a case study of a convent in Lombardy (Italy), *Annales*, vol. 22, 2012, pp. 9-22
3. Antretter F., Ashley-Smith J., Bertolin C., Broström T., Camuffo D., Jacob D., Kilian R., Kotova L., Leissner J., Martens M., Mikolajewicz U., Schellen H.L., Simeunovic G., Van Schijndel J., Vyhldal T., Winkler M., *Climate for Culture: assessing the impact of climate change on the future indoor climate in historic buildings using simulations*, 2015
4. Brimblecombe M., Cassar M., Sabbiani C., *The atlas of climate change impact on european cultural heritage. Scientific analysis and management strategies*, Anthem Press, London and New York, 2012
5. M. Sileo, F.T. Gizzi, N. Masini, Monitoraggio microclimatico: passato, presente e prospettive future, in *Salvaguardia, Conservazione e Sicurezza del Patrimonio Culturale. Nuove metodologie e tecnologie operative*, (a cura di) F.T. Gizzi e N. Masini, Zaccara, Lagonegro, 2015, pp. 27-52
6. J. Leissner, R. Kilian, L. Kotoa, D. Jacob, U. Mikolajewicz, T. Brostrom, J. Asley-Smith, H.L. Schelen, M. Martens, J. Van Schijndel, f. Antretter, M. Winkler, C. Bertolin, D. Camuffo, G. Simeunovic, T. Vyhldal, *Climate for Culture: assessing the impact of climate change on the future indoor climate in historic buildings using simulations*, *Heritage Science*, 2015, pp. 1-15
7. D. Camuffo, E. Pagan, A. Bernardi, F. Becherini, The impact of heating, lighting and people in re-using historical buildings: a case study, *Journal of Cultural Heritage*, n 5, 2004, pp. 409-416
8. E. Rosina, E. Rotta, Environmental protection and control systems for architectural and archaeological heritage, pp. 1-6
9. A. Zanelli, E. Rosina, P. Beccarelli, R. Maffei, G. Carra, Innovative solutions for ultralightweight textile shelters covering archaeological sites, pp. 1-8
10. Beccarelli P., Romoli E., Rosina E., Zanelli A. 2010, Textile shelters for archaeological areas: a change in the preservation of Cultural Heritage, in *Tensile Architecture:*

- Connecting Past and Future, Proceedings TensiNet Symposium*, GSP 1900, Sofia, pp. 165-173.
11. N. Ludwig, E. Rosina, A. Sansonetti, Evaluation and monitoring of water diffusion into stone porous materials by means of innovative IR thermography techniques, *Measurements*, vol. 111, 2017, pp. 1-16
 12. D. Foppoli, M. Realini, E. Rosina, un approccio diagnostico non distruttivo funzionale alla conservazione programmata. Il caso di Palazzo Besta di Teglio (So), *Atti del 14° Congresso AIPND*, Firenze 2011, pp.1-10
 13. S. Zanzani, Recenti interventi di manutenzione e restauro, in F. Berizzi, a cura di, *Palazzo Besta. Guida essenziale*, Milano, 2018, pp. 159-169.
 14. E. Rosina, Le indagini termo igrometriche preliminary e il monitoraggio ambientale della Sala delle Asse. The preliminary Thermo-Hygrometric Research and Environmental Monitoring of Sala delle Asse, in *Leonardo da Vinci. La Sala delle Asse del Castello Sforzesco. La diagnostica e il restauro del monocromo*, Silvana editoriale, Cinisello Balsamo, 2017, pp. 130-143
 15. A. Zanelli, E. Rosina, A tensile screen for the windows of Castello Sforzesco: integrating anemometric, optical and mechanical tests in the early-stage design of bespoke textile hybrid structures in historical contexts, *Tensinet2019*, in press
 16. D. Camuffo, C. Bertolin, *New insights and meaning of "Historic climate" and reburial of archaeological monuments*, 2015, International colloquium and round table on "Modern methods for the protection of newly uncovered archaeological structures. Emergency conservation, protective covering, historical climate and reburial of archaeological monuments", Sofia and Haskovo, 10-13 November 2015
 17. Rastrelli, Interventi di restauro nelle Tombe dipinte di Chiusi (Si), in a cura di L. Marino e C. Pietramellara, con la collaborazione di C. Nenci, *Tecniche edili tradizionali, contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimonio archeologico*, Alinea editrice, Firenze 1998, p.49-54
 18. <http://etruriameridionale.beniculturali.it/index.php?it/255/le-tombe-dipinte-di-tarquinia>
 19. E. Rosina, A. Pili, M. Suma, E. Romoli, P. Matta, Microclimatic monitoring in the archaeological area: from design to use. The cultural system of an archaeological area in Cagliari, *Convegno Scienza e Beni Culturali*, Bressanone 2019
 20. E. Rosina, N.P. Avdelidis, A. Moropoulou, S. Della Torre, V. Pracchi, G. Suardi, IRT monitoring in planned preservation of Built Cultural Heritage, 2004, pp. 1-10
 21. S. Della Torre, Oltre il restauro, oltre la manutenzione, *La strategia della conservazione programmata*, *Proceedings PPC Conference 2014*, Monza, Mantova, 5-9 May 2014. Firenze, Nardini, vol.1, pp. 1-10
 22. (a cura di) R. Moioli, A. Baldioli, *Conoscere per conservare. Dieci anni per la Conservazione Programmata*, *Il Giornale dell'arte per Fondazione Cariplo*, Torino, 2018
 23. J.L. Nguyen, J. Schwartz, D.W. Dockery, *The relationship between indoor and outdoor temperature, apparent temperature, relative humidity, and absolute humidity*, Publisher, City, 2014.
 24. D. Coley, T. Kershaw, *Changes in internal temperatures within the built environment as a response to a changing climate*, Publisher, City, 2010