

# SICUREZZA, CONSERVAZIONE E VALORIZZAZIONE DEI BBCC: UN'OPERA DI CARAVAGGIO NEL MUSEO DI CARPINETO ROMANO

di Sandro Massa, Luca Papi e Roberta Sidera

Nel 2010 si celebrano i 400 anni della morte di Caravaggio e Carpineto Romano, piccolo centro sui Monti Lepini, festeggia il ritorno della tela "San Francesco in meditazione" che fu rinvenuto su una parete della chiesa di San Pietro Apostolo. L'opera fu spostata poiché la sede di Carpineto si riteneva non idonea. Il comune si è attivato per poter riospitare l'opera d'arte e ha allestito una sede con impianto museale innovativo nella cui realizzazione è stato coinvolto il CNR.

**I**n antichità col termine museo si intendeva un luogo sacro dedicato alle Muse, protettrici delle arti e delle scienze, era luogo d'incontro tra dotti e di insegnamento, ospitava anche libri ed opere d'arte e rappresentò per secoli la massima istituzione culturale del mondo ellenistico. Secondo lo statuto dell'International Council of Museums il museo è *"un'istituzione permanente, senza scopo di lucro, al servizio della società e del suo sviluppo. È aperto al pubblico e compie ricerche che riguardano le testimonianze materiali e immateriali dell'umanità e del suo ambiente; le acquisisce, le conserva, le comunica e, soprattutto, le espone a fini di studio, educazione e diletto"*.

In questi ultimi venti anni il Museo si è modificato in "Sistema Museale" in quanto esercita una serie di azioni volte, da una parte a qualificare e potenziare le opere che espone (al fine di assicurare una migliore fruizione), dall'altra assume tutte quelle iniziative atte a garantirne la salvaguardia. Un Sistema Museale deve occuparsi quindi, non solo della sicurezza delle opere dai furti ma anche della sicurezza della struttura, della sicurezza dei visitatori e in alcuni casi anche della sicurezza da attacchi terroristici, se esse rappresentano un elemento simbolico dell'identità di un popolo, ma soprattutto dalle errate condizioni ambientali che a lungo andare possono deteriorarle irreversibilmente.

Presso il Museo di Carpineto Romano è stato sperimentato un sistema che garantisce la sicurezza, una fruizione particolarmente emotiva e soprattutto la conservazione del bene esposto. In questo caso un'opera del Caravaggio: *"San Francesco in meditazione"*, ritrovata a Carpineto nel 1968.

La conservazione di una tela richiede requisiti di stabilità termoigrometrica ottimizzata in relazione alle condizioni sulle quali l'opera si è adattata nel tempo, l'assenza di inquinanti che potrebbero depositarsi sull'opera, un basso livello di illuminazione per non alterarne i colori, eliminando le radiazioni infrarosse, che potrebbero sollecitare termicamente l'opera e gli ultravioletti che potrebbero degradare rapidamente le macromolecole presenti sulla superficie. Inoltre la qualità della luce deve tener conto sia delle specificità dell'opera, in questo caso una abbondante presenza di toni scuri, tipica del Caravaggio, sia delle condizioni di luce nelle quali l'artista ha realizzato l'opera stessa per non alterare le sue intenzioni. Inoltre dovranno essere eliminati tutti i fenomeni di abbagliamenti ed i riflessi indesiderati.



Pertanto la sala deve garantire i seguenti requisiti:

- stabilità ed adeguatezza termoigrometrica
- ottimizzazione illuminotecnica
- condizioni di sicurezza
- ottimizzazione della fruizione.

Per realizzare le funzioni suddette sono stati necessari i seguenti interventi:

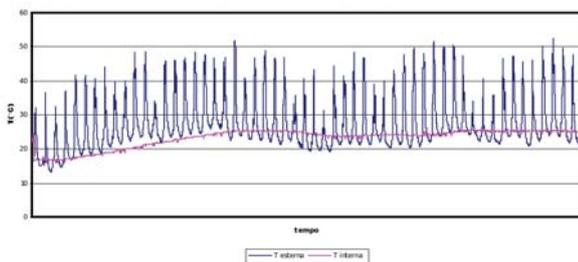
1. Analisi ambientale per valutare l'adeguatezza della sala ai fini conservativi
2. Realizzazione di un sistema di acquisizione dati ambientali con segnalazione di allarme
3. Realizzazione di un sistema di allarme antifurto anti danneggiamento
4. Realizzazione di un sistema innovativo di illuminazione dell'opera
5. Realizzazione di un sistema particolare di fruizione dell'opera.

### ANALISI AMBIENTALE

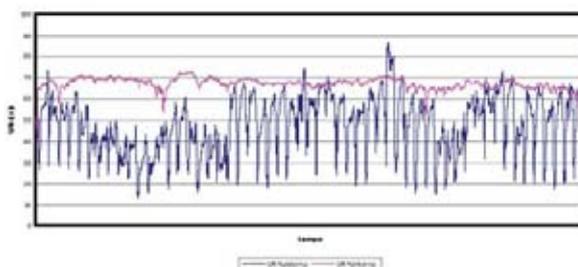
E' stata effettuata un'analisi ambientale interno/esterno al fine di individuare le caratteristiche climatiche del luogo e la definizione dell'isolamento dell'edificio.

Per far ciò sono stati predisposti due sistemi di acquisizione dati all'interno della sala e all'esterno dell'edificio, in grado di rilevare con continuità i valori della temperatura e dell'umidità relativa, dai quali ricavare successivamente, tramite algoritmi matematici, i valori dell'umidità specifica e della temperatura di rugiada. I risultati sono riportati nelle figure seguenti.

Temperatura esterna - Temperatura interna (dal 6 giugno al 4 agosto 2006)



Umidità relativa esterna - Umidità relativa interna (dal 6 giugno al 4 agosto 2006)



Come si può notare le condizioni ambientali della sala nella quale dovrà essere esposta l'opera sono abbastanza stabili, pur se i valori dell'umidità relativa risultano un pò alti. Questo probabilmente è dovuto al fatto che l'edificio è rimasto sempre chiuso. Una volta aperto il ricambio dovrebbe essere automatico. Va notato inoltre che le misure sono state effettuate con le finestre e gli scuri sempre chiusi. In questo modo si evitano le alterazioni ambientali dovute all'irraggiamento.

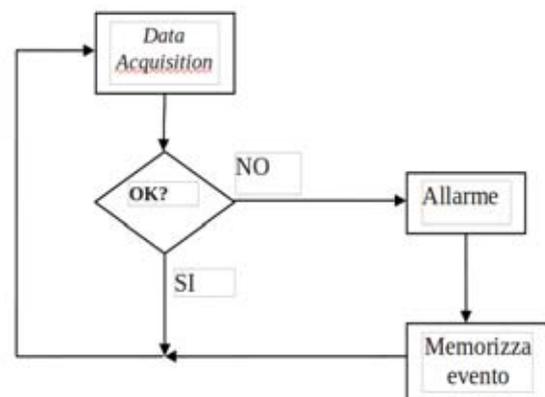
A questo punto è stato realizzato un sistema di acquisizioni dati ambientali in grado di rilevare in continuo i valori di temperatura dell'aria, dell'umidità relativa e dell'illuminamento.

### SISTEMA DI ACQUISIZIONE DATI

Il dispositivo è costituito da un microcontrollore "Pic16F84" della Microchip a cui è connesso un convertitore analogico/digitale a 4 canali ed un *multiplexer* in grado di selezionare i vari canali. I tre canali provvisti di opportuni sensori rilevano in continua i valori di temperatura, umidità relativa ed illuminamento nei pressi dell'opera. Il quarto canale è libero per ulteriori integrazioni.

Il programma di gestione prevede un campionamento continuo dei dati ogni 5 minuti. Se i dati rilevati rientrano in un *range* di sicurezza ambientale stabilito, il sistema ripete il ciclo, qualora si rilevino dei valori ambientali che eccedono le soglie di sicurezza il sistema emetterà un segnale acustico di allarme differente per ogni grandezza in esame e memorizzerà sulla sua memoria interna l'evento critico che si è manifestato.

Lo schema funzionale a blocchi del sistema è il seguente:



Quando la memoria è saturata, si accenderà una luce verde indicando che è possibile trasferire i dati al computer per una successiva analisi volta ad individuare quali sono i parametri critici e quando si manifestano le alterazioni ambientali in modo da provvedere ad adeguare le condizioni ambientali nella sala.

Particolare attenzione deve essere posta all'illuminamento in quanto va evitato l'illuminamento naturale diretto dalla finestra che non garantisce sia condizioni conservative sia una corretta visione dell'opera. I livelli di soglia per il controllo ambientale impostati in relazioni alle condizioni considerate ottimali ai fini conservativi per una tela sono i seguenti:

- temperatura compresa tra 18 e 22°C
- umidità relativa tra 45 e 60 %
- illuminamento < 100 lux.

Tali parametri possono essere reimpostati tramite programma in relazione alle reali condizioni cui il quadro originale è stato adattato durante gli anni trascorsi. Infatti i valori ambientali devono tener conto della storia pregressa delle opere in modo da ridurre lo stress indotto.

## SISTEMA DI ALLARME

Sulla superficie del sistema di controllo ambientale è stato posizionato un rilevatore IR di presenza. La finestra del rilevatore consente una apertura sottile (lama) ed estesa per circa 120° di modo che qualunque elemento si interponga in questa fascia viene rilevato e scatta un allarme. La lama di controllo è disposta angolata in modo da assicurare un controllo esteso. La struttura di controllo si presenta come nella figura seguente.



Sistema di controllo dei parametri ambientali (parte nera) - Sistema di allarme (parte bianca).

## SISTEMA DI ILLUMINAZIONE

Per quanto riguarda il sistema di illuminazione sono stati implementati due tipi di impianto:

### *Illuminamento della sala*

Si è progettato e realizzato un particolare effetto di illuminazione che consiste in una immagine proiettata sul pavimento che assolve ai compiti di antipanico e di segnalatore del percorso, considerando che la stanza deve essere illuminata da luce artificiale sia per ridurre le sollecitazioni sull'opera, sia per il risparmio energetico, sia per una migliore fruizione.

Inizialmente si era pensato di effettuare una illuminazione dal basso sul pavimento con strisce di *led* ma questo non è stato possibile in quanto i punti luce erano stati ricoperti dal pavimento, pertanto si è studiato un diverso sistema di illuminazione dall'alto costituito da un proiettore provvisto di diaframma in grado di rendere sul pavimento una immagine fogliare con effetto tridimensionale.

### *Illuminamento del quadro*

Il sistema di illuminazione del quadro è altamente innovativo. Per tale sistema sono stati utilizzati dei diodi *led* che consentono di essere alimentati a bassa tensione, sono esenti da radiazioni infrarosse e ultravioletti e sono componibili in maniera da illuminare adeguatamente il dipinto, permettendo anche un considerevole risparmio energetico. L'impianto prevede una illuminazione laterale contrariamente a quanto si usa normalmente nei musei. Questo comporta una maggior cura nell'orientamento delle lampade. Queste sono disposte linearmente ai lati del quadro e sono costituite da cinque file di *leds* affiancate, inserite in una struttura metallica che ha anche la funzione di convogliare meglio la luce. All'esterno degli illuminatori è stato predisposto un filtro trasparente con lo scopo di ottimizzare la qualità della luce emessa.

Il sistema è tarato per assicurare un illuminamento omogeneo di circa 80 lux sull'opera. In tutto questo discorso mancava l'oggetto da esporre, in quanto il quadro autentico, trovato a Carpineto, era conservato dalla Soprintendenza insieme alla copia e non era possibile averlo indietro in tempi brevi. Pertanto è stato necessario realizzare una copia del quadro, stampata su tela, in modo da simulare la reale

situazione espositiva. Tale copia risulta essere abbastanza fedele all'originale anche a livello di finiture. Infatti è stato necessario effettuare un restauro virtuale della foto da noi recuperata in quanto l'immagine era stata ripresa utilizzando anche luci parzialmente radenti che hanno generato dei centri di diffusione su alcuni punti a rilievo nel dipinto.



## SISTEMA DI FRUIZIONE

Il sistema attuato serve a mantenere un basso livello di illuminamento sull'opera in quanto la pupilla dell'occhio adattandosi durante il percorso a bassi livelli di luminosità si dilaterà, risultando più sensibile alla visione e consentendo di ridurre notevolmente i livelli di illuminamento del quadro. Nella figura seguente si possono vedere i sistemi illuminanti messi atto. Naturalmente non si accendono tutti contemporaneamente.



Al centro si vede l'immagine proiettata sul pavimento che rimane sempre accesa, con indicazione della direzione da percorrere.

Nel momento in cui il visitatore arriva in prossimità della figura proiettata sul pavimento, si accende l'illuminazione del quadro, creando così un effetto emotivo. Il tutto avviene tramite un sensore di presenza tarato in modo da intervenire alla giusta distanza dall'opera. Trascorso un adeguato periodo di tempo, un *timer* spegne l'illuminazione.

A questo punto il visitatore è indirizzato verso la sala successiva dove vi sono dei gradini sottolineati da un *led* lineare e potrà accendere l'illuminazione della sala e godere della struttura architettonica e del restauro effettuato. Dopo alcuni minuti l'illuminazione si spegne ed il sistema è pronto per un'ulteriore visita.

## CONCLUSIONI

Il sistema proposto integra una serie di funzioni che sono sempre state svolte singolarmente diventando un esempio innovativo di alta tecnologia applicato alla sicurezza, conservazione e fruizione dei beni culturali.

## ABSTRACT

### Caravaggio in Carpineto Museum

In 2010 we celebrate the 400th anniversary of the death of Caravaggio and Carpineto Romano, a small town on Lepini mountain celebrates the return of the painting "San Francesco in Meditazione" that was found on a church's wall. The work was moved because the site was considered unsuitable. Now Carpineto has an innovative museum made with the collaboration of CNR.

## AUTORI

SANDRO MASSA  
SANDRO.MASSA@CNR.IT

LUCA PAPI  
LUCA.PAPI@CNR.IT

ROBERTA SIDERA  
ROBERTASIDERA11@HOTMAIL.IT

CNR - CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

## RIFERIMENTI

- Basile G., Massa S. (1994), *Controllo ambientale e fruizione: basilica di S. Francesco di Assisi*, Atti 49° Congresso ATI, Vol 4, pp. 93-100;
- Cavallini T., Massa S., Russo A. (1991), *Optimal environmental conditions in museums*, Science Technology and European Cultural Heritage Butterworth pp. 320-322;
- Incropera F., Dewitt D. (2005), *Fundamentals of heat and mass transfert*, Wiley;
- Luikov A.V. (1996), *Heat and mass transfer*, Mir;
- Massa S., DeLieto A. (1980), *Algoritmi per la determinazione di grandezze termoigrometriche*, C.S. Dep. e Cons. Opere d'Arte rapp. n.35;
- Massa S., Paribeni P. (1982), *Il deperimento delle opere d'arte: cause, evoluzione: possibilità di valutazioni quantitative, ricerche di storia dell'arte*, n.16, pp. 11-18;
- Massa S., Cyrillo Gomes A. (1989), *Analisi ambientale e conservazione, restauro: la ricerca progettuale*, Ed. Progetto Padova, pp. 370-380;
- Massa S., Russo A. (1991), *Conservazione museale: un approccio informatico*, Conservazione Anno III, n.1/2;
- Massa S., Cavallini T. (1991), *Fruizione di ambienti museali*, Conservazione Anno III, n.1/2;
- Massa S. (1993), *Analisi ambiental i condensacio, manual de diagnosi i tractament d'humitas*, Collegi d'aparelladors i arquitectes tecnicos de Barcelona, pp. 79-84;
- Massa S. (1994), *Il degrado: cause ed interventi correttivi dalla morfologia del degrado alla morfologia della conservazione*, CNR, pp. 305-314;
- Massa S., Morretta S. (2003), *Fruizione sostenibile di un ambiente confinato di interesse storico-artistico e/o archeologico*, Atti del VII Colloquio Internazionale "La gestione del patrimonio culturale. Accessibilità ai Beni Culturali e Ambientali", Cesena 4-8 dicembre 2002, Roma, pp. 100-107;
- Massa S., Morretta S. (2004), *Per una valorizzazione sostenibile dei beni culturali*, I beni culturali, tutela e valorizzazione, Anno XII, n. 3, pp. 56-58;
- Massa S. (2009), *La sicurezza e la conservazione dei beni culturali*, in *Archeomatica* n°0, pp. 22-25;
- Massa S. (2009), *physical models and numerical simulation for safeguarding the frescoes in the basilica*, Restoring the Basilica of Saint Francis in Assisi, pp.127-132;
- May E., Mark M. (2006), *Conservation Science*, RSCPublishing;
- Munoz Vinas S. (2005), *Contemporary Theory of conservation*, Elsevir;
- Papi L. (2006), *Ricerca per la realizzazione di un sistema innovativo per la conservazione e fruizione di opere d'arte con particolare riferimento alla sala espositiva del museo di Carpineto destinata all'esposizione della tela del Caravaggio*, CNR, ICVBC;
- Papi L. (2007), *Applicazioni tecnologiche per la sicurezza nel settore dei beni culturali*, "Il sistema integrato LU.PA" tutor. S. Massa, CNR ( DICT), Regione Lazio;
- Papi L. (2005), *Tecniche non distruttive per la diagnosi del contenuto di umidità su opere d'arte* (Tesi Magistrale - rel. S. Massa), Univ. La Sapienza;
- Rea F. (2007), *Sperimentazione di nuove tipologie di illuminamento: led e condotti di luce* (Tesi - rel. S. Massa), Univ Tor Vergata;
- Sidera R. (2004), *Fruizione sostenibile: sistema di illuminazione innovativo per un quadro del Caravaggio* (Tesi - rel. S. Massa), Univ. Tor Vergata;
- Wypych G. (1996), *Handbook of materials weathering*, ChemTec Publishing.