

# **S** TUDIO STORICO, ANALITICO-DIAGNOSTICO E AMBIENTALE DEI SOFFITTI LIGNEI RIVESTITI DI CARTA DIPINTA A “CASA ROMEI” (FERRARA): SALA DEL '500

**Salvatore Lorusso, Mariangela Vandini, Giancarlo Lanterna, Petra Lesniakova  
Georgia Toreno, Chiara Matteucci**

Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali  
Alma Mater Studiorum Università di Bologna (sede di Ravenna)

**Daniela Pinna**

Soprintendenza per il Patrimonio Storico, Artistico e Demoetnoantropologico  
per le provincie di Bologna, Ferrara, Forlì-Cesena, Ravenna, Rimini

**Anna Maria Iannucci, Andrea Alberti**

Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio di Ravenna,  
Ferrara, Forlì-Cesena, Rimini

## **1. Scopo della ricerca**

Nell'ambito del contratto di collaborazione tra la Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio di Ravenna, Ferrara, Forlì-Cesena, Rimini e il Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali dell'Università di Bologna (sede di Ravenna), il presente studio è rivolto alla valutazione dello stato di conservazione dei cassettoni di carta dipinti situati a Casa Romei (Ferrara) (fig. 1).

Tali soffitti assumono una particolare importanza poiché rappresentano una delle poche testimonianze dell'arte ferrarese della metà del '400 di simulare la presenza di soffitti di legno tramite un supporto cartaceo che reca dipinti i cassettoni. I soffitti sono situati in due stanze: una al piano terra denominata “Sala del '500”, l'altra al primo piano denominata “Studiolo di Giovanni Romei”.

Il progetto complessivo, che è stato proposto per lo studio sia della tecnica costruttiva sia dello stato di conservazione dei due soffitti, è stato suddiviso in due principali momenti conoscitivi relativi allo studio dei materiali costituenti i manufatti e all'ambiente di conservazione [1-4].

Lo studio dei materiali comprende:

- studio della storia conservativa dei soffitti;
- mappatura dello stato di conservazione delle travature per evidenziare le eventuali cause di degrado e gli effetti macro e microscopici;
- indagine sulla tecnica di esecuzione dei dipinti;



Figura 1. Casa Romei – cortile interno.

- indagine dei pigmenti;
- indagine sul tipo di supporto cartaceo;
- caratterizzazione delle essenze legnose.

Lo studio dell'ambiente comprende:

- raccolta annuale di dati sul clima esterno
- analisi degli aspetti logistici e di esposizione (orientazione, accessibilità diretta o indiretta a fenomeni meteorici, irraggiamento, riscaldamento, micro e macro flussi aeriformi) e valutazione e correlazione del degrado con i fenomeni termici e igrometrici;
- rilevazione annuale dei parametri ambientali (umidità relativa, temperatura);
- indicazioni e correzioni diversificate per le due stanze, allo scopo di pervenire ad un ambiente idoneo alla conservazione.

Le due stanze oggetto dello studio presentano situazioni logistiche diverse in riferimento sia alla storia e agli accadimenti intervenuti sia al presente stato di conservazione: ci si riferisce non solo ai due manufatti-soffitti ma anche alla condizione dei corrispondenti ambienti di conservazione. In questo lavoro viene preso in esame e presentato lo studio sperimentale relativo alla "Sala del '500".

## 2. Anamnesi storica relativa agli interventi di restauro nella “Sala del '500”

A partire dalla fine dell'800 e fino al 1992 “Casa Romei” è oggetto di interventi diversi che coinvolgono i vari ambienti dell'edificio. In particolare, a partire dal 1975 si inaugura una fase di interventi concepiti come un programma sistematico e continuativo di adeguamento e manutenzione che fa del complesso un cantiere sempre aperto.

Nell'ambito della trattazione degli aspetti tecnici che precedono il presente studio, si ritiene interessante riportare le principali osservazioni riguardanti gli interventi di restauro, manutenzione e conservazione effettuati nella “Sala del '500”. Tale anamnesi storica risulta particolarmente importante per evidenziare non soltanto le problematiche che si sono presentate nel corso degli anni, ma anche per indicare i materiali, le tecniche e i prodotti impiegati nei vari interventi: l'intero quadro conoscitivo costituisce così la base su cui deve poggiare la conseguente indagine sperimentale in relazione allo stato di conservazione dei manufatti ivi collocati.

In particolare, si fa di seguito riferimento agli ultimi interventi eseguiti nel 1992 nella “Sala del '500”. Le diverse fasi operative sono riconducibili a<sup>1</sup>:

### *a) Preliminare valutazione dello stato di conservazione*

Il soffitto ligneo a cassettoni (fig. 2) è interamente ricoperto con carta dipinta ed, in alcuni casi, disegnata: anche i travetti e i travoni portanti sono rivestiti con carta dipinta.

La fascia sottostante a parete è in parte a tempera su intonaco e in parte in legno dipinto a tempera. Molteplici sono i materiali usati e diverse le alterazioni prodottesi nel tempo e riscontrate prima del restauro del 1992:



*Figura 2. Soffitto in legno decorato con carta dipinta nella sala del '500.*

- il legno, che è alla base della struttura del soffitto e dell'ultimo fascione, presentava una serie di spaccature dovute ad assestamento;
- la carta era molto acida, secca e affetta da attacchi di microbi e insetti. Inoltre in molteplici parti era distaccata dal supporto ligneo con rigonfiamenti;
- la decorazione su intonaco era in alcune zone distaccata dal supporto murario;
- la decorazione a tempera posta sulla bandinella lignea era in alcune zone decoesa e caduta e grosse macchie di umidità ne alteravano la superficie;
- ridipinture erano presenti su tutta la superficie decorata sia su quella lignea che sull'intonaco.

#### *b) Stadi dell'intervento*

L'intervento è stato lungo e articolato.

##### Fascia decorata parietale – fasi dell'intervento

- tassellatura per verificare se sotto il soffitto e sulle pareti esistesse una decorazione più antica: sotto una recente decorazione novecentesca a tempera è apparso il primitivo affresco con putti alati su sfondo rosso, risalente al 1500. Un'altra decorazione è stata rinvenuta tra quella del 1500 e quella del 1900, a motivi decorativi floreali su fondo rosso, eseguita con la tecnica della tempera su intonaco;
- leggera pulitura della superficie dipinta;
- fissaggio della pellicola, stuccatura con malta delle fessure e consolidamento di piccole zone distaccate dall'intonaco;
- ritocco pittorico delle lacune con colori ad acquerello e tempera.

##### Soffitto – fasi dell'intervento

- pulitura preliminare;
- tassellatura meccanica per verificare se sotto il soffitto esistesse una decorazione più antica: è stata riportata alla luce, al di sotto di uno o più strati di carta, la decorazione cinquecentesca, con motivi geometrici a tre colori. Nello sfondato centrale, sotto uno strato di carta dipinta, è apparsa una decorazione più antica sempre eseguita ad inchiostro su carta;
- fissaggio della carta
- aggiunta di strisce di carta giapponese nel legno, ove erano presenti fenditure;
- ritocco ad acquerelli sulle parti mancanti.

Le molte ridipinture presenti nel soffitto sono state tutte mantenute, rispettando così una legittima istanza storica.

### 3. Il controllo del manufatto

#### A. LA DIAGNOSTICA

#### 3.1. Valutazione dello stato di conservazione

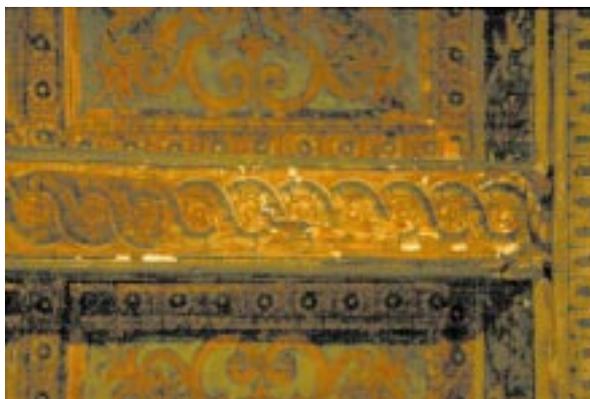
##### 3.1.1. Fotografia nel visibile

I fenomeni di alterazione principali osservati sono riconducibili ad alcune specifiche tipologie. Le osservazioni, effettuate mediante esame visivo, fotografia in luce diffusa e fotografia digitale hanno evidenziato, in particolare, manifestazioni di degrado relative sia alla carta sia al legno. Bisogna, infatti, considerare che le decorazioni a soffitto sono realizzate con materiali compositi, trattandosi di porzioni di legno dipinto, ma soprattutto di decorazioni in vari strati di carta dipinta su legno. Le manifestazioni più evidenti di degrado sono da ricondurre ad imbianchimenti, distacchi e decoesioni della carta, anche conseguenti a spaccature, con o senza perdita di materiale del legno. In alcune zone del soffitto si evidenzia un esteso imbianchimento della superficie della carta. La fig. 3 mostra quanto descritto.

Ulteriori indagini sullo stato di conservazione del soffitto sono state realizzate mediante impiego di videomicroscopia, trattata di seguito.

##### 3.1.2. Videomicroscopia ad analisi di immagine

In alcune porzioni del soffitto della Sala e, in particolare, nelle zone interessate dai successivi campionamenti, è stata effettuata una preliminare ricognizione diagnostica mediante osservazione microscopica di tipiche manifestazioni di degrado. A tal riguardo è stato impiegato un microscopio ad analisi di immagine: il videomicroscopio Olympus modello PV-10, versione portatile. Il suddetto sistema, abbinato ad un sofisticato softwa-



*Figura 3. Cassetto con degrado di carta e legno: sono evidenti distacchi e lacune della carta.*

re di elaborazione ed analisi di immagini, consente di “quantificare” gli aspetti e le peculiarità con cui appare la superficie sotto esame.

Gli obiettivi di questa preliminare indagine, condotta allo scopo di valutare lo stato di conservazione del materiale cartaceo e ligneo del soffitto, sono riconducibili a:

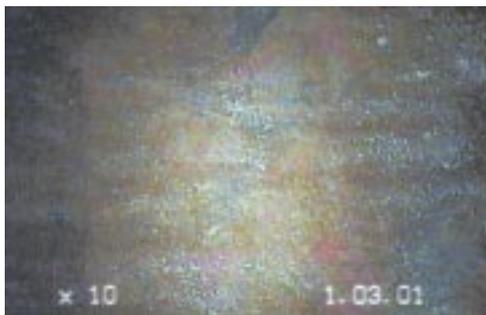
- evidenziazione di decoesioni, distacchi e lacune (fig. 4) sia del legno sia della carta;
- esame dei fenomeni di imbianchimento (fig. 5) delle decorazioni su carta;
- riconoscimento di alterazioni cromatiche, crettature (fig. 6), abrasioni in evidenza su alcune zone dei cassettoni decorati con carta.



*Figura 4. Posizione in corrispondenza della decorazione rossa sulla trave ovest, distacchi e lacune: videomicroscopia ad analisi di immagine (10x).*



*Figura 5. Crettatura nel fascione di legno, parete nord a circa 1,5 m dalla parete est: videomicroscopia ad analisi di immagine (10x).*



*Figura 6. Imbianchimento, 1ª trave da est, parete verticale, esposizione est: videomicroscopia ad analisi di immagine (10x).*

### **3.2. Caratterizzazione dei materiali e dei prodotti**

#### **3.2.1. Campionamento**

Dopo aver evidenziato dal punto di vista qualitativo lo stato di conservazione dei soffitti, sono stati effettuati sopralluoghi mirati, durante i quali sono stati prelevati campioni per le analisi biologiche e chimiche dei prodotti e delle specie presenti nonché dei materiali costituenti.

#### **3.2.2. Indagini biologiche**

Dalla visione diretta del soffitto sono stati evidenziati diversi tipi di alterazione (distacco di porzioni di carta, distacco della pellicola pittorica, imbianchimenti). Nonostante non vi fossero situazioni che potevano essere immediatamente collegate ad una crescita biologica, tuttavia alcune delle alterazioni osservabili potevano essere dovute anche a biodeteriogeni, oltre che a cause di degrado di diversa natura. Sono stati perciò eseguiti alcuni prelievi mirati dalle zone del soffitto (fig. 7 e 8). I prelievi sono stati eseguiti sia mediante tamponi sterili sia mediante piastre a contatto delle alterazioni sopracitate.

I campioni prelevati con tampone sterile sono stati inoculati in piastre Petri contenenti terreni di coltura idonei alla crescita di batteri eterotrofi e funghi (Plate Count Agar e Mycological Agar) e, quindi, incubati in termostato. Le piastre a contatto sono state invece poste direttamente ad incubare in termostato. Nella tab. 1 sono elencati i risultati delle indagini microbiologiche.



*Figura 7. Particolare di carta giapponese degradata.*



Figura 8. Fregio verticale della trave grande: prelievo da lieve imbianchimento.

Tabella 1. Risultati delle indagini microbiologiche.

Campione	Materiale di prelievo	Risultati
1	Carta giapponese di restauro degradata (fig. 8)	<i>Aspergillus niger</i> <i>Humicola grisea</i> batteri
2	Tempera con imbianchimenti	<i>Humicola grisea</i>
3	Carta dipinta	Nessuna crescita
4	Carta dipinta in zona con distacchi	<i>Aspergillus</i> sp. Micelio sterile
5	Imbianchimenti su carta	<i>Fusarium</i> sp. <i>Humicola grisea</i> Batteri
6	Carta distaccata	Nessuna crescita
7	Imbianchimenti su carta	Batteri
8	Superficie della carta	<i>Penicillium</i> sp.
9	Imbianchimenti su carta	Batteri
10	Imbianchimenti su trave	Micelio sterile Batteri
11	Carta distaccata	<i>Aureobasidium</i> sp. Batteri

### 3.2.3. Indagini chimiche

Sono stati eseguiti alcuni prelievi dal soffitto della stanza del '500 allo scopo di studiare:

- la tecnica di esecuzione degli strati dipinti sulla carta
- lo stato di conservazione del supporto cartaceo, della pellicola pittorica e dell'interfaccia tra essi.

I campioni prelevati sono rappresentativi delle diverse campiture di policromia nonché delle morfologie di degrado.

Ciascun campione è stato sottoposto alle seguenti analisi:

- osservazione del campione “tal quale” e di sezioni trasversali dello stesso allo stereomicroscopio;
- osservazione al microscopio ottico in luce riflessa di sezioni trasversali del campione;
- osservazione al microscopio ottico con luce ultravioletta di sezioni trasversali del campione. A causa del basso livello di emissione luminosa in fluorescenza sono state acquisite solo le immagini digitali a maggior ingrandimento aventi una fluorescenza significativa;
- osservazione delle sezioni trasversali al microscopio elettronico a scansione con detector in elettroni retrodiffusi ed analisi in EDS per evidenziare le diverse composizioni elementari e di fase. Sono state inoltre ottenute, per alcuni campioni significativi, le mappe di distribuzione degli elementi principali e le analisi puntiformi a composizione singolare;
- colorazione Lugol per evidenziare i residui di amido;
- colorazione con Amido Black (AB3) per evidenziare le proteine degli adesivi.

Nella tab. 2 vengono riportati i risultati delle indagini chimiche. In riferimento al campione 3A, si ritiene interessante mostrare, in particolare in tabella 2 e nelle figure 9-13, le immagini dell'analisi stereomicroscopica e i corrispondenti spettri RFX.

## 3.3. Risultati e discussione

### 3.3.1. Il degrado biologico

Le indagini microbiologiche hanno evidenziato la presenza di funghi e batteri sulla carta dipinta di alcuni cassettoni. Come già accennato in precedenza, l'osservazione diretta e ravvicinata della carta non faceva emergere morfologie di alterazione chiaramente riconducibili a crescita biologica ma faceva ipotizzare un loro ruolo in particolare negli imbianchimenti presenti in varie zone dei cassettoni nonché nella carta giapponese usata durante il restauro del 1993 degradata. Tale ipotesi è stata confermata dai risultati

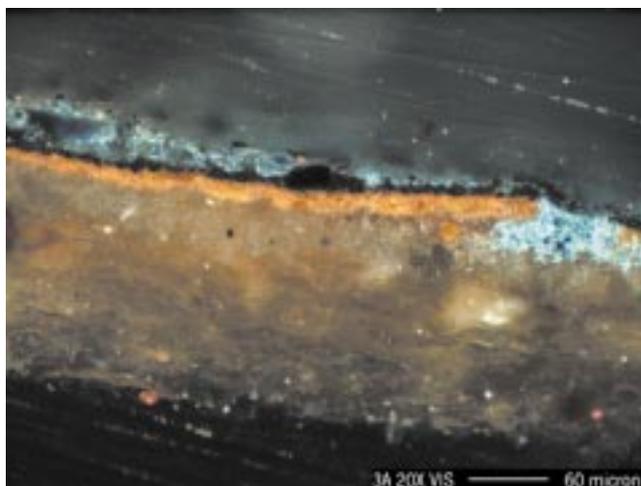
Tabella 2. Risultati delle indagini chimiche

Campione	Materiale di prelievo	Risultati
3B 4C	Pigmento	- Vermiglione - Impregnazione con colla di amido
5B	Carta decorata in rosso di aspetto carbonizzato	- Vermiglione su strato di carta impregnato di amido - Presenza di sostanze di ossidazione correlabili al degrado
2C 3C	Zona decorata in rosso su fondo beige	- Vermiglione con medium oleoso
4B	Carta dipinta distaccata	- Impregnazione di colla d'amido - Strato nero a base di nero di carbone
3D	Carta dipinta di aspetto carbonizzato	- Malachite in poca biacca - Presenza di colla
2D	Carta decorata blu	- Azzurrite su imprimitura a base di bianco di piombo - Impregnazione di legante contenente materiale proteico - Presenza di un fissativo superficiale (probabilmente da materiale di restauro)
5D	Carta decorata blu	- Azzurrite su imprimitura a base di bianco di piombo - Degrado delle fibre
4D	Carta decorata in rosso	- Strato di carta con tracce di legno e amido al di sopra del quale si trova uno strato di vermiglione e uno di carta simile al campione 5B
4A	Pigmento bianco su strato nero	- Tubuli della struttura del legno - Carta fortemente impregnata di adesivo a base di amido - Spesso strato nero a base di nero di carbone e con tracce di granuli di vermiglione - Sottile strato di carta fortemente impregnato di adesivo amidaceo - Strato di bianco di piombo probabilmente riconducibile alla presenza di tempera
5A	Carta dipinta ocre con screziature gialle (imitazione oro)	- Fondo sottile a base di orpimento velato da un sottile strato di vermiglione - Adesivo amidaceo
3A	Carta dipinta beige e blu (fig. 9- 13)	- Doppia stratificazione di ocre e sottile strato di nero di carbone arricchito con blu contenente cobalto - Presenza di bianco di titanio e di pigmento blu di non certa attribuzione (indaco o blu di Prussia)

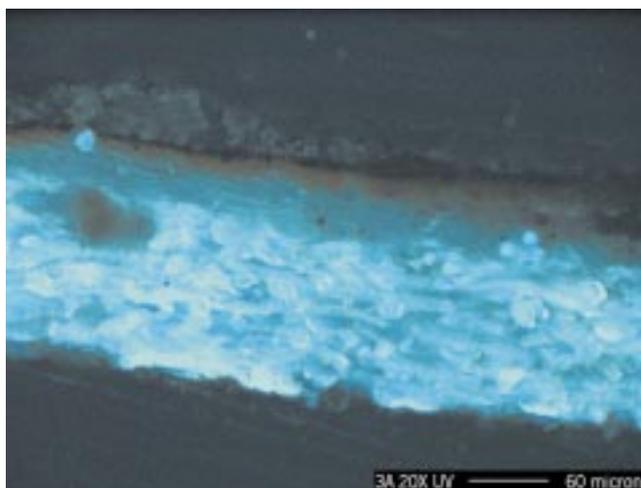
delle analisi. Infatti il fungo *Hemicola grisea*, isolato anche in corrispondenza della carta giapponese, ha marcate capacità cellulosolitiche.

Dalla lettura dei risultati (tab. 1), emerge che in alcuni casi i funghi e i batteri hanno certamente contribuito al degrado poiché i generi fungini trovati (in particolare *Aspergillus* e *Penicillium*) sono tra quelli più diffusi e più dannosi per la carta. Tuttavia, l'assenza di micelio fungino, osservabile in situ e di crescita biologica nelle piastre Petri corrispondenti a tre campioni (tab. 1), fanno ipotizzare che il ruolo degradativo dei funghi non sia in generale importante, ma piuttosto localizzato in punti del soffitto sottoposti a condizioni

*Figura 9. Campione 3A: stereomicroscopia, immagine VIS (20x).*



*Figura 10. Campione 3A: stereomicroscopia, immagine VIS (20x).*



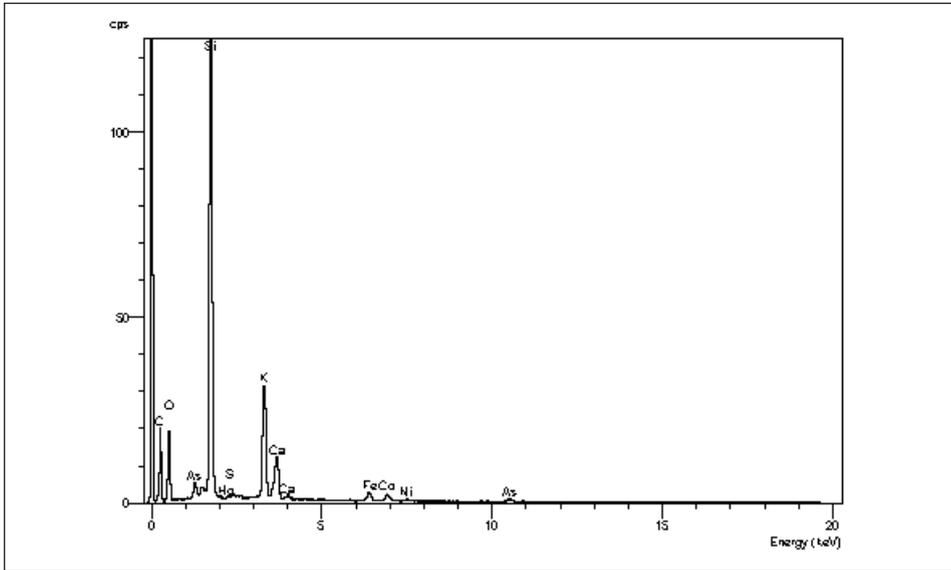


Figura 11. Campione 3A: spettro di fluorescenza a raggi X di ocre, nero di carbone, blu contenente cobalto.

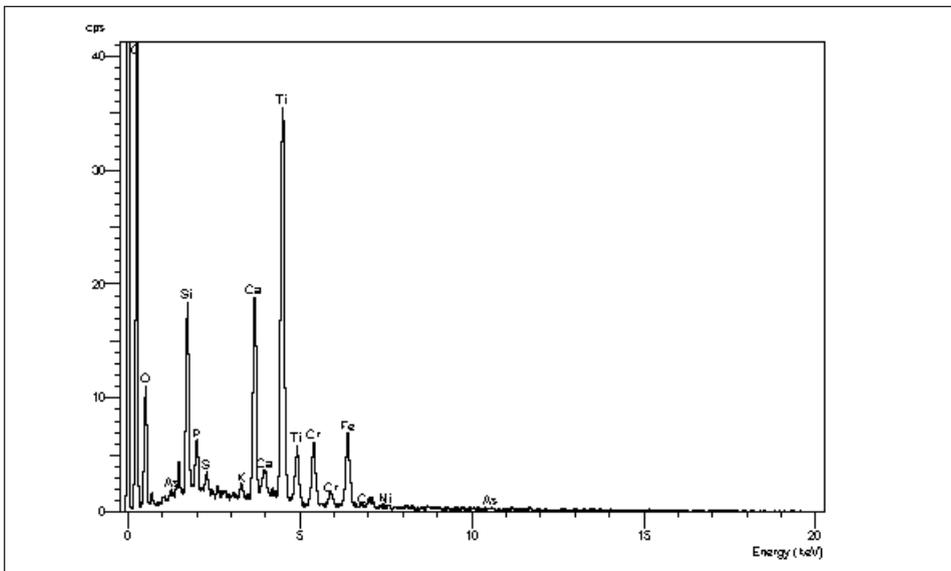


Figura 12. Campione 3A: spettro di fluorescenza a raggi X di bianco di titanio.

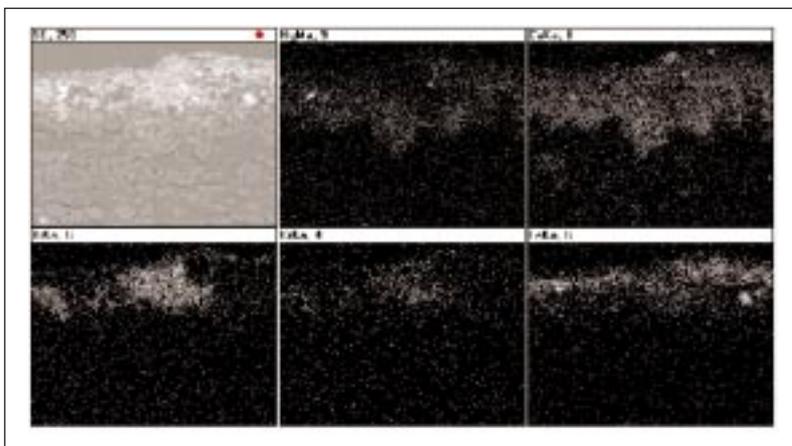


Figura 13. Campione 3A: mappa di distribuzione di mercurio, calcio, titanio, cromo e ferro.

microambientali favorevoli alla crescita biologica: tali possono essere le zone con infiltrazioni di acqua (ora risanate) o quelle in cui il distacco della carta crea piccole cavità (alcune ancora esistenti). In vista dei futuri lavori di manutenzione, è consigliabile programmare l'impiego di un battericida e di un fungicida nelle zone sopra citate nonché in quelle dove i prelievi hanno dato risultato positivo.

L'osservazione ravvicinata dei cassettoni ha evidenziato un altro tipo di alterazione correlata a crescita biologica: i fori di sfarfallamento degli insetti. Durante il restauro effettuato nel 1993 furono effettuati trattamenti insetticidi. I fori osservati sono ciò che rimane del passato attacco entomatico poiché non sono stati trovati insetti e/o uova durante i nostri sopralluoghi. Si consiglia in ogni caso di chiudere con materiale adeguato i fori di sfarfallamento in fase di manutenzione del soffitto.

### 3.3.2. La tecnica pittorica e il degrado chimico

Le analisi hanno rilevato la presenza dei seguenti pigmenti: vermiglione, nero carbone, malachite, azzurrite, biacca (anche come imprimitura), orpimento, ocre, blu cobalto, bianco di titanio.

I risultati mostrano che generalmente gli strati pittorici sono costituiti da uno strato sottilissimo steso direttamente sulla carta che è impregnata con colla di amido, usata per farla aderire al legno. Il legante utilizzato era presumibilmente un olio: infatti il vermiglione ha un legante oleoso (camp. 2C e 3C).

Una parziale conferma in questo senso viene anche dai campioni 3B e 4C, provenienti dal cassettone che è ritenuto il più antico, cioè cinquecentesco, come riportato nella relazione del restauro effettuato nel 1993. In questo caso non è stato trovato legante nei sottili strati di pigmento stesi direttamente sulla carta: il legante potrebbe però essere presente in tracce così basse da non poter essere rilevate con la strumentazione impiegata. Soltanto due casi (camp. 2D e 5D) mostrano l'utilizzo di una diversa tecnica pittorica. L'azzurrite infatti non è stesa direttamente sulla carta ma su una imprimitura di biacca (bianco di piombo): quest'ultima, nel caso del campione 5D, ha un legante proteico.

Le due tecniche pittoriche sopra descritte potrebbero essere legate a diverse fasi di produzione della carta dipinta. Bisogna inoltre tener presente che durante i vari restauri cui è stato sottoposto il soffitto, sono state eseguite ridipinture di parti mancanti. A tali operazioni sono riconducibili i pigmenti blu cobalto e bianco di titanio, il cui utilizzo è legato a secoli recenti (l'uso del blu cobalto, per esempio, inizia alla fine del Settecento). La stessa relazione del restauro del 1993 riferisce che furono mantenute le molte ridipinture presenti.

In un solo caso (camp. 5D) è stato osservato uno strato di fissativo sopra allo strato di pigmento: tale fissativo è probabilmente da mettere in relazione con resine acriliche usate nel restauro del 1993.

In alcuni campioni sono stati osservati due strati di carta con uno strato di pigmento intermedio tra i due. Tale osservazione può essere legata sia alle sovrapposizioni ai bordi dei diversi pezzi di carta sia ad operazioni conservative. È probabile che per risanare zone molto degradate, si sia operato ricoprendole su tutta l'estensione del cassettone o delle pareti dei travetti con altri pezzi di carta dipinta.

Per quanto riguarda il degrado, l'osservazione delle sezioni mostra che vi sono microfessure e distacchi degli strati pittorici. Tale degrado è principalmente correlato al diverso comportamento dei vari materiali nei confronti delle condizioni ambientali e, in particolare, agli elevati valori di umidità relativa ed alle sue fluttuazioni giornaliere. I valori giornalieri di UR registrati in un anno (giugno 2001 – maggio 2002) sono riportati in seguito trattando il monitoraggio microclimatico. Il soffitto della stanza del '500 è formato da quattro materiali: il legno, l'amido, la carta, gli strati pittorici. Legno, carta e amido sono molto più igroscopici degli strati pittorici e subiscono perciò maggiori contrazioni ed espansioni al variare dell'UR. Inoltre anche tra i materiali fortemente igroscopici vi sono diversità: l'amido è più igroscopico del legno e quindi si espande e si contrae più velocemente e completamente durante i cambiamenti di UR rispetto agli altri materiali.

Questi diversi comportamenti creano tensioni e decoesioni tra i materiali, nonché distacchi della pellicola pittorica che in qualche zona del soffitto sono ormai evidenti.

Una situazione simile si è verificata nel caso del soffitto ligneo dipinto della Chiesa romanica di St. Martin a Zillis (Svizzera): in questo caso la pellicola pittorica era a diretto contatto del legno, senza strati preparatori [5]. Durante un restauro nel 1940 fu utilizzato l'amido per far aderire gli strati pittorici staccati. La diversa risposta di questi materiali (legno, amido, strato pittorico) alle variazioni di UR aveva portato a nuovi e diffusi distacchi degli strati pittorici dopo alcuni decenni (1980).

#### **4. Monitoraggio microclimatico**

##### **4.1. Premessa**

Nell'ambito dello studio del sistema/manufatto – ambiente, allo scopo di valutare se le condizioni microclimatiche sono rispondenti a quanto stabilito dalla Normativa vigente in riferimento allo specifico manufatto oggetto d'indagine nonché di seguire nel tempo gli andamenti termoigrometrici e le corrispondenti escursioni giornaliere, sono state effettuate misure di temperatura e di umidità relativa nelle due sale e nelle quattro stagioni allo scopo di:

- registrare i dati microclimatici mediante l'impiego di termoigrometri elettronici che hanno la possibilità di memorizzare i dati per trasferirli poi al computer;
- elaborare i dati suddetti allo scopo di esaminare gli andamenti giornalieri e nell'intero periodo di misura;
- confrontare i dati di temperatura e di umidità relativa con i limiti termoigrometrici specifici per legno e carta, come individuati dalla Normativa UNI 10829<sup>2</sup> del 1999 (tab. 3);
- analizzare le escursioni giornaliere di temperatura di umidità relativa e confrontarle con i valori indicati dalla stessa Normativa UNI;
- valutare le eventuali differenze e disomogeneità fra posizioni diverse nella stessa stanza;
- confrontare gli andamenti microclimatici con le variazioni dell'ambiente esterno (dati ambientali forniti da Agenzia Regionale Prevenzione Ambiente – Servizio Provinciale di Ferrara di seguito denominata ARPA);
- ricercare e stabilire possibili relazioni fra gli andamenti dei parametri microclimatici e le modalità di gestione degli ambienti in esame.

A tal fine, salvo casi particolari, sono stati effettuati rilievi per periodi di tempo di 13-17 giorni, posizionando due termoigrometri in due diverse posizioni. Sono stati raccolti dati ad intervalli di 1 ora: a titolo esemplificativo si riportano i grafici relativi al periodo estivo (fig. 14-17)

Tabella 3. Limiti termoigrometrici indicati dalla Normativa UNI 10829 del 1999.

Materiali costituenti la collezione	T °C	ΔT °C	UR %	Δ UR %
<i>a) materiali/oggetti di natura organica</i>				
Carta, cartapesta, lavori artistici in carta, veline tappezzeria in carta collezioni filateliche, manoscritti, papiri, stampe, materiali in cellulosa	18-22	1,5	40-55	6
Tessuti, velari, tendaggi, tappeti, tappezzeria in stoffa, arazzi, seta, costumi, abiti, paramenti religiosi, materiali in fibra naturale, sisal, juta	19-24	1,5	30-50	6
Cere, cere anatomiche	< 18	N. R.	N.R.	N.R.
Erbari e collezioni botaniche	21-23	1,5	40-60	2
Collezioni entomologiche	19-24	1,5	40-60	6
Animali e organi anatomici conservati in naftalina	15-25		N.R.	N.R.
Animali e organi anatomici essiccati, mummie	21-23	1,5	20-35	
Pellicce, piume, animali e oggetti impagliati	4-10	1,5	30-50	5
Acquarelli, disegni, pastelli	19-24	1,5	45-60	2
Collezioni etnografiche, maschere, cuoio, indumenti in cuoio	19-24	1,5	45-60	6
Dipinti su tela, pitture a olio su tela e canovaccio, tempere, guazzi	19-24	1,5	40-55	6
Documenti e materiale d'archivio	13-18		50-60	
Libri preziosi, libri rilegati in pelle, rilegatura in pelle, pergamena, miniature	19-24	1,5	45-55	6
Lacche, mobili intarsiati, decorati e laccati	19-24	1,5	50-60	2
Sculture policrome in legno, legno dipinto, pitture su legno, icone, pendole in legno, strumenti musicali in legno	19-24	1,5	50-60	2
Sculture in legno non dipinte, oggetti in vimini, pannelli in legno o corteccia	19-24	1,5	45-60	2
<i>b) materiali/oggetti di natura inorganica</i>				
Porcellane ceramiche, gres, terracotta, tegole non da scavo e da scavo demineralizzate	N. R.		N. R.	10
Pietre, rocce, minerali, meteoriti (porosi) stabili	19-24		40-60	6
Mosaici di pietre, pietre, rocce	15-25		20-60	10
Minerali, meteoriti (non porosi) fossili e collezioni di pietre				
Metalli, metalli levigati, leghe metalliche, argenti, armature, armi, bronzi, monete, oggetti in rame, stagno, ferro, acciaio, piombo, peltri	N. R.		< 50	
Metalli con siti di corrosione attivi	N. R.		< 40	
Ori	N.R.		N.R.	
Gesso	21-23	1,5	45-55	2
Vetri instabili, iridescenti, sensibili, mosaici di vetro sensibili	20-24	1,5	40-45	
<i>c) oggetti misti</i>				
Pitture murali, affreschi, sinopie (staccate)	10-24		55-65	
Pitture murali: a secco (staccate)	10-24		50-65	1
Avori, nidi, uova, corna, collezioni malacologiche, coralli	19-24	1,5	40-60	6
Dischi fonografici	10-21		40-55	2
Fibre sintetiche	19-24		40-60	
Film, fotografie a colori	0-15		30-45	
Film, fotografie in bianco e nero	10-15		30-45	
Nastri magnetici (esclusi nastri per computer o videotape)	10-15		40-60	
Oggetti di materiali organici provenienti da zone di scavo umide (prima del trattamento)	19-24		In aria satura	
Materie plastiche	19-24		30-50	
<i>N.R. = non rilevante</i>				

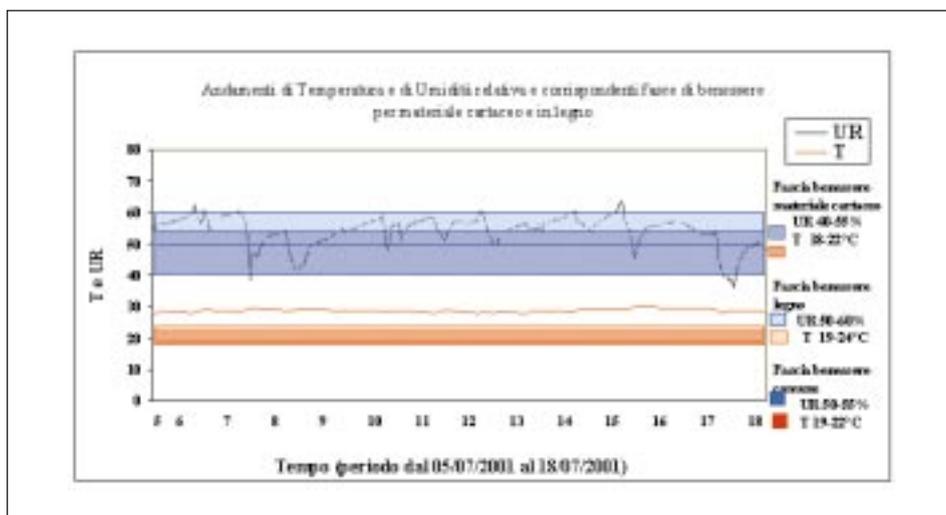


Figura 14. Andamenti di temperatura e di umidità relativa e corrispondenti fasce di benessere per materiale cartaceo e in legno.

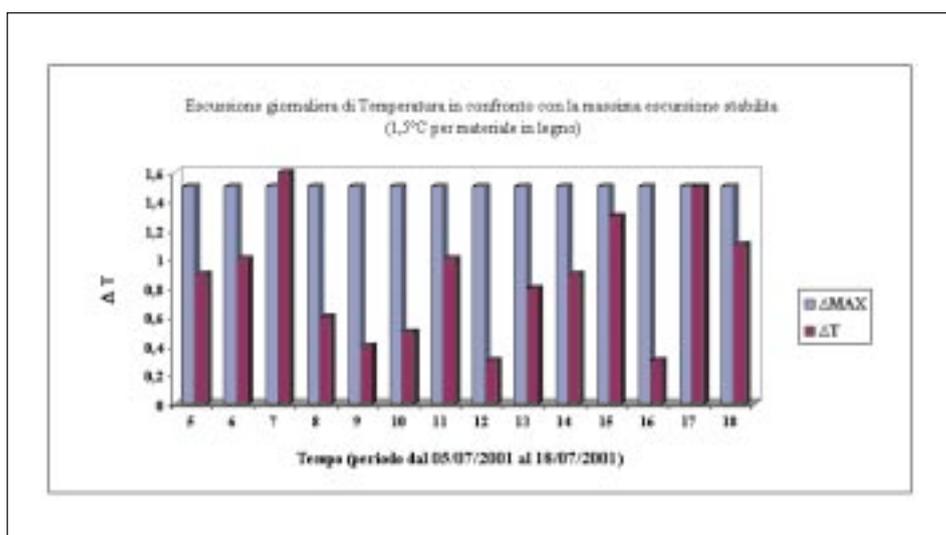


Figura 15. Escursione giornaliera di temperatura in confronto con l'escursione massima consentita dalla normativa UNI 10829.

#### 4.2. Risultati e discussione

Dall'esame complessivo dei dati relativi ai parametri microclimatici emerge una situazione non ottimale per la conservazione dei materiali che costituiscono il soffitto della Sala del '500. In alcune stagioni, inoltre, la situazione può presentarsi particolarmente grave ed è per questo motivo che si ritiene opportuno riassumere in tab. 4 quanto emer-

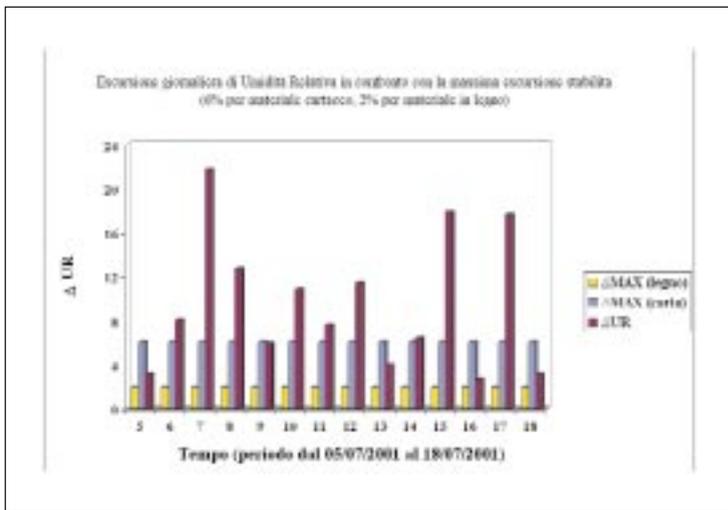


Figura 16. Escursione giornaliera di umidità relativa in confronto con l'escursione massima consentita dalla normativa UNI 10829.

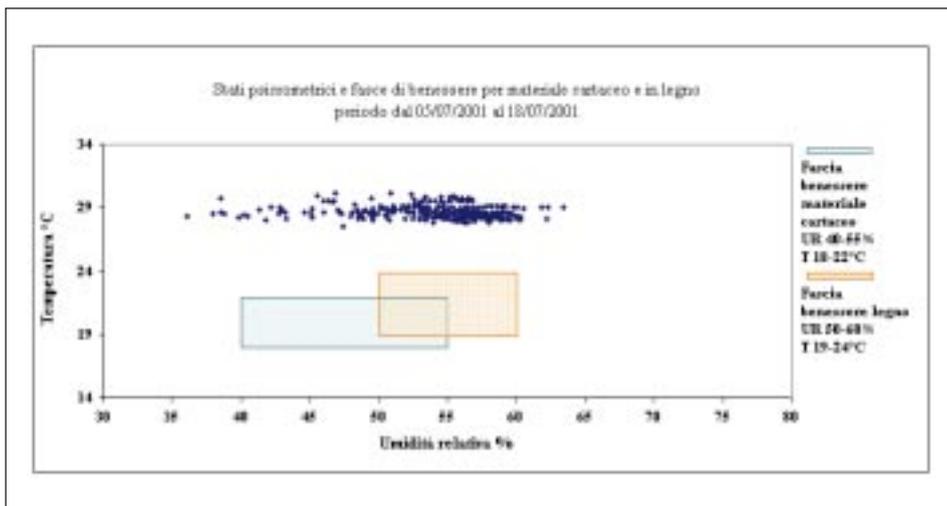


Figura 17. Stati psicometrici e fasce di benessere per materiale cartaceo e legno.

Tabella 4. Condizioni termoigrometriche rilevate nella Sala del '500 in confronto con i limiti termoigrometrici della Normativa UNI 10829 del 1999.

	LEGNO				CARTA			
STAGIONE	T	UR	$\Delta T$	$\Delta UR$	T	UR	$\Delta T$	$\Delta UR$
Estate	4	2	3	3	4	2	3	3
Autunno	1	4	1	4	1	4	1	2
Inverno	5	4	2	3	5	4	2	2
Primavera	2	3	1	3	2	3	1	2

LEGENDA  
 1 = Le condizioni sono buone  
 2 = Le condizioni sono buone, salvo che su piccoli intervalli (o molto piccoli) del periodo  
 3 = Condizione che non si verifica nella totalità dei casi, ma è ritenuta comunque grave  
 4 = Sempre al di sopra dei valori massimi guida  
 5 = Sempre al di sotto dei valori minimi guida

so dall'esame dei dati registrati durante le diverse campagne di misura.

Se si considerano i dati distinguendo fra i due diversi materiali e prendendo come riferimento i limiti termoigrometrici indicati dalla Normativa UNI 10829 del 1999, risulta che la situazione maggiormente negativa riguarda il legno. Per il legno, infatti, tutte le campagne di misura hanno individuato alcune problematiche: in particolare per quanto concerne l'umidità relativa e la corrispondente escursione massima giornaliera. Meno grave appare la situazione legata a valori ed escursioni di temperatura, ma anche in questo caso si riscontrano condizioni non idonee nelle stagioni con climi più estremi (estate ed inverno).

Le condizioni microclimatiche sono sicuramente meno problematiche per la conservazione del materiale cartaceo ma non ottimali: infatti si evidenziano valori di umidità relativa elevati, e di temperatura non idonei in estate ed in inverno. La struttura stessa del manufatto, però, fa sì che le migliori condizioni per la conservazione della carta siano praticamente ininfluenti in quanto, essendo questa a contatto con il legno, su di essa si ripercuotono tutte le problematiche legate alla alterazione-degradazione del legno e dovute alla esistenza di un microclima non idoneo.

Da quanto emerso dallo studio, la Sala del '500 presenta uno scarso isolamento dall'ambiente esterno e ciò emerge in maniera evidente quando si confrontano i dati microclimatici con gli andamenti dei valori all'esterno<sup>3</sup>. All'interno della sala, comunque, si registrano escursioni termiche più ridotte, ma l'umidità relativa tende a rimanere particolar-

mente elevata. In particolare, data la collocazione geografica di Casa Romei in un'area fortemente umida, il problema maggiore è rappresentato dagli alti valori di umidità relativa e dalle escursioni giornaliere di questa pressoché in tutte le stagioni. Il periodo stagionale peggiore è sicuramente l'inverno, con elevata umidità relativa e basse temperature. Nel periodo estivo i problemi derivano oltre che dall'elevata temperatura, anche dalle maggiori escursioni giornaliere di umidità relativa. Qualche miglioramento si presenta nelle stagioni intermedie (primavera ed autunno), ma anche in questi casi non si raggiungono situazioni completamente positive.

L'affluenza di pubblico, secondo i numeri forniti dal museo, non risulta avere influenza diretta sui parametri microclimatici.

Tale fattore costituisce uno degli elementi conoscitivi importanti – insieme con altri – conducibili alle abitudini protratte nel tempo (operazioni di apertura e chiusura di porte e finestre, di pulizia, di accensione e spegnimento o di variazione dei parametri indicati dal termostato dell'impianto di riscaldamento, ecc.) – in relazione alla gestione e valorizzazione della Sala del '500, nell'ambito dell'individuazione del percorso espositivo dell'intero complesso.

Proprio in riferimento alla suddetta finalità, sarebbe auspicabile programmare le varie fasi relative all'intervento di restauro del manufatto e fornire le raccomandazioni sulla sua manutenzione e sulla prevenzione dall'azione di agenti e fattori micro- e macroambientali.

### Note

- <sup>1</sup> Relazione tecnica del 2 dicembre 1993 - Ditta Cooperativa Restauro e Conservazione, Bologna
- <sup>2</sup> La norma UNI 10829 "Analisi e valutazione delle condizioni ambientali, termiche, igrometriche e luminose per la conservazione dei beni di interesse storico ed artistico" del luglio 1999 prescrive una metodologia per la misurazione in campo delle grandezze ambientali termoigrometriche e di illuminazione, ai fini della conservazione di beni di interesse storico e artistico, fornendo indicazioni relative alle modalità di elaborazione e di sintesi dei dati rilevati per una loro valutazione finalizzata al contenimento dei processi di degrado. La norma, elaborata dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI), riporta, come valori consigliati, in una appendice informativa (non normativa), le condizioni ambientali di conservazione dei diversi materiali che costituiscono i beni culturali: tali condizioni valgono in assenza di norme specifiche. Ci si riferisce, in particolare, ai limiti termoigrometrici ottimali per la conservazione della carta dipinta e del legno che costituiscono i materiali del manufatto oggetto della presente indagine.
- <sup>3</sup> I dati ambientali sono stati forniti da ARPA – sede di Ferrara e si riferiscono a monitoraggi in con-

tinuo di una stazione di rilevamento posta nel centro della città di Ferrara, a poche centinaia di metri in linea d'aria da Casa Romei.

## Bibliografia

- [1] LORUSSO S. 2000, *Conservazione e trattamento dei materiali costituenti i beni culturali*, Bologna, Pitagora Editrice.
- [2] LORUSSO S. 1996, *Caratterizzazione, tecnologia e conservazione dei manufatti cartacei*, Roma, Ed. Bulzoni.
- [3] LORUSSO S. 2000, *L'ambiente di conservazione dei beni culturali*, Bologna, Pitagora Editrice.
- [4] LORUSSO S. 2002, *La diagnostica per il controllo del sistema manufatto-ambiente. Alcune applicazioni nel settore dei beni culturali*, Bologna, Pitagora Editrice.
- [5] BLÄUER BÖHM C., ZEHNDER K., DOMEISEN H., ARNOLD A. 2001, *Climate control for the passive conservation of the romanesque painted wooden ceiling in the church of Zillis*, *Studies in Conservation*, 46, pp. 251-268.

## Riassunto

Il presente studio è rivolto alla valutazione dello stato di conservazione dei cassettoni di carta dipinti situati a Casa Romei (Ferrara). Tali soffitti assumono una particolare importanza poiché rappresentano una delle poche testimonianze dell'arte ferrarese della metà del '400 di simulare la presenza di soffitti di legno tramite un supporto cartaceo che reca dipinti i cassettoni. Il progetto complessivo, che è stato proposto per lo studio sia della tecnica costruttiva sia dello stato di conservazione dei soffitti, è stato suddiviso in due principali momenti conoscitivi relativi allo studio dei materiali costituenti i manufatti e all'ambiente di conservazione. Lo studio comprende il controllo del manufatto (diagnostica, caratterizzazione di materiali e prodotti mediante indagini biologiche e chimiche) ed il monitoraggio microclimatico.

## Abstract

This study aims at the evaluation of the conservation state of painted paper ceilings in the museum of Casa Romei (Ferrara). These ceilings are very important as rare witnesses of the art in Ferrara in 1400 to simulate wooden ceilings through painted paper. The overall project, proposed for the study of both the manufacture techniques and the state of conservation, is divided into two stages relative to the knowledge of the materials and the conservation environment. The study involves the artefacts control (diagnostic, materials and products characterisation through biological and chemical analyses) and microclimate monitoring.

## Résumé

Cette étude s'adresse à l'évaluation de l'état de conservation des caissons peints en papier qui se trouvent chez la Maison Romei (Ferrara). Ces plafonds ont une importance particulière car ils représentent un de peu nombreux témoignages de l'art de Ferrara dans la première moitié du '400 de simuler la présence de plafonds en bois par un support en papier avec des caissons peints. Le projet global, qui a été proposé par l'étude soit de la technique constructive que de l'état de conservation des plafonds, a été partagé en deux principaux moments de connaissance relatifs à l'étude des matériaux qui constituent les manufacturés et l'environnement de conservation. Cette étude comprend le contrôle du manufacturé (diagnostique, caractérisation de matériaux et de produits par des enquêtes biologiques et chimiques) et le monitoring microclimat.

## Zusammenfassung

Die gegenwärtige Untersuchung ist gegen die Bewertung des Erhaltungszustands der aufgemalten Kassetten aus Papier in Casa Romei (Ferrara) gewandt. Diese Decken gewinnen eine besondere Bedeutung, da sie eine der wenigen Zeugnisse der ferraresischen Kunst aus der Mitte des 15. Jahrhunderts darstellen, das Vorhandensein von Holzdecken durch ein Papiergestell mit aufgemalten Kassetten zu simulieren. Das Gesamtprojekt wurde sowohl für das Studium der Bautechnik als auch des Erhaltungszustands der Decken in zwei Erkenntnishauptzeitpunkten hinsichtlich dem Studium des Materials, aus dem die Manufakturen bestehen, und der Aufbewahrungsumgebung unterteilt. Die Untersuchung umfasst die Kontrolle der Manufaktur (Diagnostik, Charakterisierung der Materialien und Produkte durch biologische und chemische Untersuchungen) und die mikroklimatische Überwachung.

## Resumen

El presente estudio tiene como objetivo la valoración del estado de conservación de los artesonados de papel pintado situados en la Casa Romei (Ferrara). Dichos techos adquieren una importancia fundamental porque representan una de las pocas pruebas del arte ferrarese de mediados del siglo XV que simulan la existencia de techos de madera a través de un soporte de papel con el artesonado pintado. La totalidad del proyecto, que ha sido propuesto para el estudio tanto de la técnica de construcción como para el estado de conservación de los techos, se ha subdividido en dos momentos principales relativos al estudio de los materiales constitutivos de las manufacturas y relativos al ambiente de conservación. El estudio comprende el control de la manufactura (diagnóstica, caracterización de materiales y productos mediante análisis biológicos y químicos) y el monitoreo microclimático.

## резюме

Настоящая работа посвящена оценке состояния сохранности расписных бумажных кессонов, находящихся в Доме Ромей (Casa Romei) в Ферраре. Данные потолки представляют особую важность поскольку являются одним из немногих свидетельств имитации деревянных потолков феррарского искусства середины 15 века при помощи бумажного материала, на котором расписываются кессоны. Комплексный проект, предлагающий изучение как техники построения, так и состояния сохранности потолков, был разделен на два главных познавательных момента относительно изучения материалов, составляющих изделия, и относительно среды сохранения. Исследование включает в себя контроль изделия (диагностику, характеристику материалов посредством биологического и химического анализов) и микроклиматический мониторинг.