

Monitoraggio microbiologico ambientale nei musei: conservazione preventiva delle collezioni grafiche

Giovanna Pasquariello, Giuseppina Crupi, Simona Strippoli
Istituto Nazionale per la Grafica (ING-MiBACT), Roma, Italia

Oriana Maggi
Dipartimento di Biologia Ambientale
"Sapienza" Università di Roma, Italia

Piero Colaizzi
Istituto Centrale per il Restauro e la Conservazione del Patrimonio Archivistico e Librario (ICRPAL-MiBACT), Roma, Italia

Carla Balocco
Dipartimento di Ingegneria industriale
Università degli Studi di Firenze, Italia

Roberto Albertini
Dipartimento di Medicina clinica e sperimentale
Università degli Studi di Parma, Italia

Cesira Pasquarella
Dipartimento di Scienze Biomediche, Biotecnologiche e Traslazionali
Università degli Studi di Parma, Italia

Parole chiave: conservazione preventiva, biodeterioramento, patrimonio cartaceo, monitoraggio microbiologico e microclimatico ambientale

1. Introduzione

L'aria degli ambienti interni ed esterni contiene un gran numero di particelle in sospensione, aventi varie origini, misure e dimensioni, che formano l'aerosol atmosferico. Una porzione di queste particelle è di origine biologica e rappresenta il bioaerosol o aerosol biologico. Molte di queste sono spore fungine e batteriche, Bryophyta, Pteridophyta, propaguli lichenici, cellule algali, pollini, protozoi e virus. Il bioaerosol è un potenziale biodeteriogeno per le collezioni grafiche come stampe, disegni, acquerelli, libri, fotografie, ecc. conservate in musei, biblioteche ed archivi. Il patrimonio grafico avente come supporto la carta, è un materiale organico soggetto all'aggressione da parte di specifica microflora batterica e fungina. Quando le particelle biologiche si depositano sulla superficie del manufatto, se sono soddisfatte determinate condizioni possono colonizzarlo, verificandosi il danno. È necessario per i microorganismi essere vitali e trovare condizioni nutrizionali ed ambientali favorevoli per il loro sviluppo. Il patrimonio cartaceo è un materiale igroscopico e la biodegradabilità è condizionata dalle sostanze organiche e dal contenuto percentuale di acqua. Gli attacchi biologici sono fortemente condizionati dalle condizioni microclimatiche, l'umidità relativa ambientale determina differenti livelli di assorbimento dell'acqua per le differenti tipologie di manufatti. Per questo il monitoraggio biologico ambientale, in associazione con il monitoraggio microclimatico, è essenziale per valutare i livelli di contaminazione e rappresenta il primo passo per stimare il rischio biologico per le collezioni grafiche. In questo articolo presentiamo l'applicazione parziale di un modello metodologico basato su un sistema integrato di monitoraggio microbiologico e microclimatico, realizzato su un progetto di ricerca interdisciplinare, per ambienti confinati di conservazione ed esposizione di opere d'arte [1-2]. Questo modello è stato applicato presso l'Istituto Nazionale per la Grafica (ING) con sede a Roma, su una raccolta di disegni antichi appartenenti al Fondo Corsini. Il sistema integrato comprende: 1) monitoraggio dell'aerosol biologico con metodo attivo e passivo; 2) campionamento delle spore fungine con spore trap (tipo Hirst); 3) monitoraggio degli allergeni attraverso campionamenti della polvere; 4) monitoraggio particellare con strumentazione a diodo laser; 5) campionamento delle superfici (opere d'arte ed arredi) con tecnica non distruttiva e non invasiva utilizzando

membrane di nitrocellulosa; 6) monitoraggio microclimatico con multi data-logger per misure in continuo e acquisizione di: temperatura, umidità relativa, velocità aria, temperatura radiante; 7) utilizzo di termofluidodinamica computazionale (CFD) per simulazioni transitorie per lo studio della distribuzione della temperatura dell'aria e delle superfici, della velocità dell'aria, delle perturbazioni locali, della polvere e dei processi di risospensione delle particelle e della diffusione degli inquinanti/particelle che sono connessi con la qualità dell'aria interna per la conservazione del patrimonio cartaceo. Questo lavoro rappresenta uno studio pilota per focalizzare l'attenzione sulla contaminazione biologica delle collezioni grafiche (stampe e disegni) ed è un contributo per standardizzare un sistema di diagnosi-intervento per la conservazione preventiva del patrimonio culturale di natura organica conservato in ambienti confinati (musei, biblioteche ed archivi).

2. Ambienti museali

Nei musei sono presenti una moltitudine di opere d'arte e questo comporta una varietà di problematiche conservative che sono correlate alle condizioni microclimatiche. In questi ambienti confinati il microclima è influenzato dalle caratteristiche architettoniche, dai materiali e dalle tecniche di costruzione e dal clima esterno, così come il livello di contaminazione biologica è influenzato da diversi fattori quali il sistema di condizionamento, la tipologia dei manufatti e degli arredi e la presenza dell'uomo (operatori e visitatori).

Negli ambienti museali l'aria è il principale mezzo di trasporto delle particelle aerobiologiche (bioaerosol) nell'ambiente [3] e le persone rappresentano una delle più importanti sorgenti di contaminazione biologica. Per il patrimonio culturale di natura organica conservato in ambiente indoor, i microfunghi e loro spore giocano un ruolo cruciale. Il trasporto e la dispersione delle spore fungine è un fenomeno complesso: esse rimangono sospese in aria finché la loro velocità di caduta, che è proporzionale al quadrato del loro raggio, diviene minore della velocità dell'aria in cui sono sospese [4]. La polvere è uno dei veicoli principali di microrganismi; se presente sulle superfici può assorbire l'umidità creando un ambiente favorevole per lo sviluppo dei biocontaminanti. Inoltre la polvere essendo composta per l'82% di materia organica costituisce una fonte di nutrienti per diverse specie microbiche. La contaminazione microbica delle superfici è strettamente correlata alla concentrazione dei microrganismi nell'aria; infatti è ormai noto che la polvere e le particelle aerobiologiche, che si depositano sulle superfici dei manufatti, rappresentano un pericolo con un potenziale danno [1].

2.1 Istituto Nazionale per la Grafica

L'Istituto Nazionale per la Grafica (ING) è un museo di importanza internazionale creato per conservare, proteggere e promuovere opere che documentano tutti i differenti settori dell'arte grafica. La sua fondazione è avvenuta nel 1975 ed è il risultato della fusione della Calcografia Nazionale e del Gabinetto Nazionale delle Stampe. È situato presso Palazzo Poli a Roma, edificio acquistato nel 1978 per unificare questo ricco patrimonio, prima diviso tra gli storici depositi del Palazzo della Calcografia a Fontana di Trevi e la Villa della Farnesina in via della Lungara. I lavori di restauro e rinnovo, che non sono iniziati prima del 1986, sono stati completati solo recentemente a seguito dell'effettiva unificazione delle collezioni nell'estate del 2008 [5]. Le collezioni dell'ING sono molto eterogenee ed includono disegni, stampe, matrici, arti visive e fotografie; queste opere appartengono ad un lungo periodo tra il 16° e il 19° secolo. Le opere sono divise in due sezioni: Fondo Corsini e Fondo Nazionale, oggi conservate in due ambienti di conservazione (deposito n°1 e n°2) riuniti nel settore Gabinetto Disegni e Stampe. La più importante collezione è il Fondo Corsini, appartenente all'Accademia Nazionale dei Lincei, nucleo iniziale del Gabinetto Nazionale delle Stampe, che proviene dalla famiglia Corsini. La collezione è costituita da 6.400 disegni collocati in 52 volumi (Figura 1 a-b).



Figura 1. a) Vista dell'armadio n.6 con scaffali e volumi: b) Esempio di volumi con disegni.

Il più antico nucleo di disegni proviene dalla Biblioteca del Cardinale Neri Maria Corsini, che ereditò anche le collezioni dello zio, il papa Clemente XII, una volta che fu eletto al papato nel 1730. I disegni più prestigiosi sono: lo Studio di panneggio a punta d'argento su fondo rosso di Leonardo da Vinci, il Profilo di giovane di Filippo Lippi e il Nudo femminile di Parmigianino. Dopo il 1895 molti studiosi, come Adolfo Venturi, Paul Kristeller e Federico Hermanin, decisero di rimuovere i disegni dai volumi, per ordinare in modo logico la collezione. Le opere rimosse furono restaurate, sistemate in passe-partout e posizionate in scatole usando una classificazione basata sugli autori o sulle scuole. Questa operazione fu criticata per il modo in cui fu fatta e infatti è in corso un progetto per la ricostruzione dei volumi del Fondo per la produzione di un prototipo accessibile su Internet.

2.2 I Disegni

I disegni sono conosciuti come opere d'arte su carta usati per vari scopi; in un primo momento il disegno era lo strumento progettuale di ogni operazione artistica usato in architettura, pittura, scultura. Nel corso dei secoli i disegni sono stati fatti con differenti tecniche, strumenti (matita, penna, carboncino, grafite) ed anche su una varietà di supporti (carta, metallo, legno, ecc.) [6] e successivamente lo stesso disegno è diventato un'opera d'arte infatti oggi esiste una grande varietà di disegni conosciuti come opere grafiche.

I disegni esaminati in questo studio hanno come supporto la carta. La carta è formata da cellulosa (45-55%), lignina (20-30%) ed emicellulose (15-25%). La cellulosa è il maggior composto ed è formata da carbonio con idrogeno ed ossigeno; la sua molecola è molto grande ed è costituita dall'unione di molecole più semplici che si ripetono (monomeri). La lignina ha una struttura complessa ed è formata da polimeri aromatici di unità di fenilpropanoidi. Infine le emicellulose sono polisaccaridi presenti nelle pareti cellulari delle piante ed associate a cellulosa e lignina [7].

La carta è un materiale altamente igroscopico, cioè assorbe e cede acqua risentendo delle variazioni di umidità e temperatura ambientale, per questo è fortemente vulnerabile all'attacco di diverse categorie di agenti biologici. La cellulosa, che è il principale costituente della carta, rappresenta una importante fonte di carbonio, essenziale per il nutrimento dei potenziali biodeteriogeni, così come le altre sostanze organiche come adesivi, colle, inchiostri possono essere appetibili e quindi favorire il fenomeno del biodeterioramento [8].

3. Materiali e metodi

3.1 Descrizione del sito: deposito n°1 dell'ING

Il deposito n°1 è un ambiente di conservazione situato al secondo piano dell'ING (Figura 2). Sono presenti due finestre e due porte sempre chiuse; essendo l'ambiente un deposito di conservazione, l'ingresso è permesso solo agli operatori. All'interno del locale vi sono: un impianto di condizionamento che nel periodo del monitoraggio (Agosto 2011) era spento e un sistema di monitoraggio termoigrometrico che utilizza la tecnologia wireless (rete senza filo), inviando via radio i parametri ambientali ad una centrale operativa. Il deposito n°1 custodisce collezioni grafiche di disegni e stampe appartenenti a due raccolte: il Fondo Corsini e il Fondo Nazionale, le opere sono collocate in armadi metallici chiusi, aventi ripiani scorrevoli che presentano fori per permettere la circolazione dell'aria.

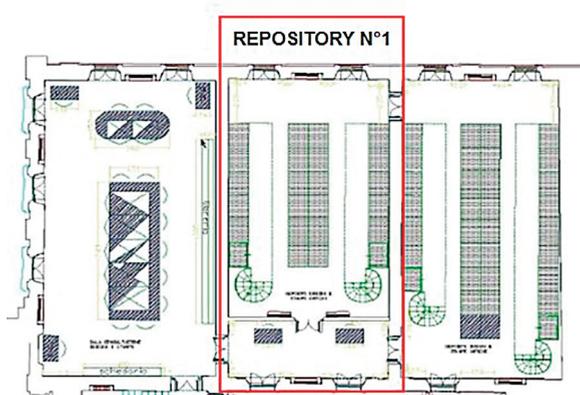


Figura 2. Mappa del deposito n. 1

3.2 Il monitoraggio microclimatico

Il sistema di monitoraggio microclimatico permette un monitoraggio in continuo dei valori di temperatura e umidità relativa attraverso l'uso di 8 sensori posizionati all'interno del deposito, all'interno degli armadi, dei volumi, delle scatole e delle opere ed 1 sensore posizionato all'esterno (Figura 3 a-c). I sensori termoigrometrici registrano i valori ogni ora e le misure acquisite vengono memorizzate su un computer dedicato.





Figura 3. Posizione dei sensori a) dentro l'armadio b) dentro il deposito c) all'esterno

3.3 Campionamento microbiologico dell'aria

Il campionamento microbiologico dell'aria è stato effettuato sia con metodo attivo, per misurare la concentrazione di microrganismi nell'aria, sia con metodo passivo, per misurare la quantità di particelle vitali che si depositano sulle superfici [9]. Il campionamento è stato eseguito nei giorni 8 e 9 agosto 2011.

Il campionamento attivo è stato effettuato usando il Duo-SAS 360 con una portata di 180 litri al minuto (L/min). Il campionatore è stato posto ad un metro dal pavimento e a circa un metro da ogni ostacolo fisico rilevante; un volume di aria di 200 litri è stato aspirato. Piastre RODAC contenenti SDA (Sabouraud Dextrose Agar) addizionato con cloramfenicolo, e successivamente incubate a 25°C per 5 giorni, sono state usate per l'isolamento dei microfunghi. I risultati sono stati espressi come unità formanti colonie per metro cubo d'aria (UFC/m³) [10]. I campioni sono stati prelevati in cinque differenti punti all'interno del deposito n°1 (Figura 4) e un punto all'esterno; ogni campionamento è stato eseguito per 3 volte.



Figura 4. Punti di campionamento dell'aria

Il campionamento attivo dell'aria è stato eseguito anche usando lo spore trap (tipo Hirst), con portata di 10 litri al minuto (L/min.) per valutare la concentrazione delle spore fungine e dei pollini nelle 24 ore, seguendo gli standard dell'Associazione Italiana di Aerobiologia [11]. Il campionatore è stato posizionato al centro del deposito n°1.

Il campionamento passivo è stato eseguito usando piastre Petri contenenti SDA con cloramfenicolo con un diametro di 9 cm per la determinazione dell'Indice Microbica Aria (IMA). Le piastre Petri sono state lasciate aperte per 1 ora, ad 1 metro dal pavimento e a circa 1 metro da muri o ostacoli. I risultati sono stati espressi come unità formanti colonie per decimetro quadro per ora (UFC/dm²/h). I punti di campionamento sono stati gli stessi impiegati per il campionamento attivo del Duo-SAS 360.

3.4 Campionamento microbiologico delle superfici

Il campionamento microbiologico è stato effettuato sulle superfici delle opere (disegni), dei volumi e dei ripiani degli arredi metallici ed è stato eseguito con una tecnica non distruttiva utilizzando membrane di nitrocellulosa. La membrana è un dischetto quadrato con diametro di 47 mm ed un'area di 17,34 cm². Per misurare l'Accumulo Microbico (AM) che rappresenta il numero totale di microrganismi accumulati sulla superficie in un periodo di tempo sconosciuto prima del campionamento (Figura 5a), la membrana è stata pressata sulla superficie per 30 secondi dall'operatore, protetto da guanti sterili, e poi mediante pinze sterili trasferita in piastre Petri contenenti terreno colturale solido (SDA+cloramfenicolo). Lasciando la membrana di nitrocellulosa sulla superficie per un'ora (Figura 5b) è stata determinata l'Adesione Microbica Oraria (AMO) ossia il numero di microrganismi che si depositano durante un'ora, successivamente la membrana è stata trasferita su terreno di coltura solido (SDA+cloramfenicolo).

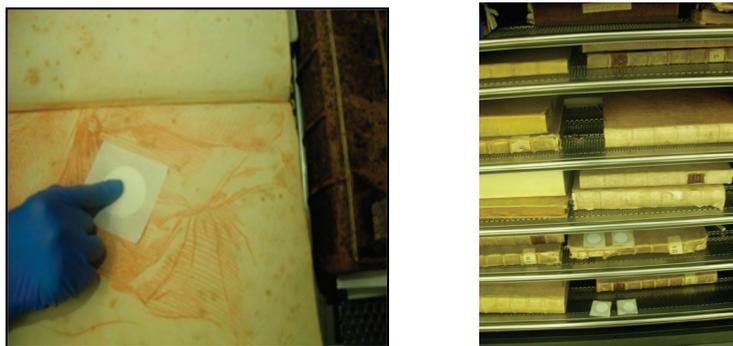


Figura 5. Campionamento delle superfici a) Accumulo Microbico (AM) b) Adesione Microbica Oraria (AMO)

4. Risultati e discussione

La presenza di un sistema di monitoraggio termoisometrico nell'ING permette di misurare in continuo i valori di temperatura e umidità relativa durante l'anno. In questo contesto mostriamo i risultati registrati nel mese di agosto 2011 e durante la settimana del campionamento (Figura 6).

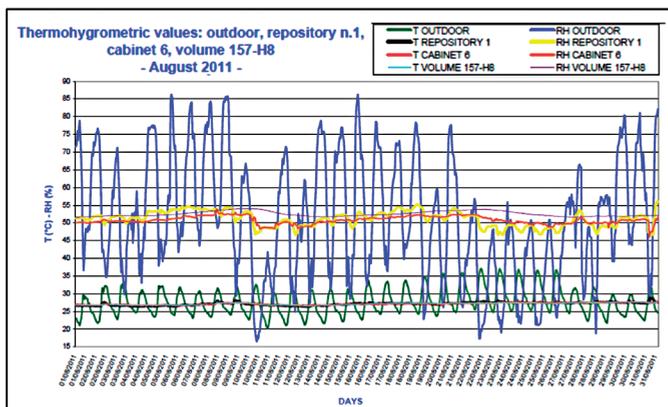


Figura 6. Valori termoigrometrici nel deposito n°1, armadio n°6, volume 157-H8, all'esterno nel mese di agosto 2011

I valori di temperatura e umidità relativa all'interno del deposito n°1 sono più bassi che all'esterno essendo l'ING un edificio storico e monumentale con una muratura spessa che agisce come isolante.

I valori di temperatura registrati all'interno del deposito n°1 durante il periodo del campionamento sono risultati compresi tra 26° e 28°C, con una situazione stabile durante tutto il mese senza fluttuazioni giornaliere; l'umidità relativa nello stesso periodo è risultata compresa tra 46% e 54%. Anche i valori registrati dalle sonde all'interno dell'armadio e nei volumi e disegni risultano costanti, mostrando un equilibrio termoigrometrico (Figura 7).

I valori dell'umidità relativa rientrano nell'intervallo raccomandato dagli standard per la conservazione della carta (Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei del MiBACT) [12]. I valori della temperatura risultano al di fuori delle raccomandazioni indicate, ma dato che i valori, anche se elevati, si mantengono sempre stabili, possono non essere considerati pericolosi.

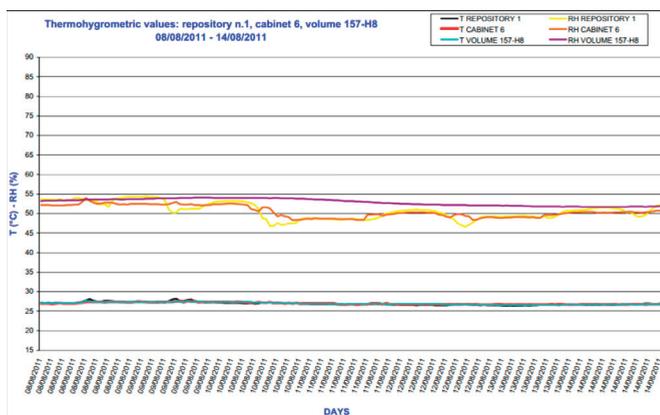


Figura 7. Valori termoigrometrici nel deposito n°1, armadio n°6, volume 157-H8 durante la settimana del campionamento

Tabella 1. Valori di contaminazione microbiologica dell'aria nel deposito nei due giorni di monitoraggio (08-09 Agosto 2011). I punti di campionamento sono indicati in Figura 4. Le colonne A-B mostrano il metodo di campionamento attivo (Duo-SAS 360); le colonne C-D il metodo di campionamento passivo (piastre Petri, IMA)

	Fondo Corsini 08/08/2011 h 13	Fondo Corsini 09/08/2011 h 13	Fondo Corsini 08/08/2011 h 13	Fondo Corsini 09/08/2011 h 13
	CFU/m ³	CFU/m ³	CFU/dm ² /h	CFU/dm ² /h
	A	B	C	D
Punto 1				
1	380	350	2	11
2	255	285	8	6
3	480	520	4	9
Media	371.7	385	6	8.7
Punto 2				
1	495	145	6	3
2	460	185	9	13
3	475	115	9	14
Media	476.7	148.3	8	10
Punto 3				
1	440	170	6	7
2	560	130	5	9
3	480	190	6	7
Media	493.3	163.3	5.7	7.7
Punto 4				
1	585	605	19	10
2	1185	630	15	18
3	\	440	14	15
Media	885	558.3	16	14.3
Punto 5				
1	550	\	92	117
2	640	2125	71	148
3	835	\	73	patina
Media	675	2125	78.67	132.5

La Tabella 2 mostra le specie fungine isolate col metodo passivo; l'IMA rivela la presenza di *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries, *Cladosporium cucumerinum* Ellis & Arthur, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link and *Penicillium* spp. L'analisi qualitativa sui campioni prelevati con il Duo-SAS 360 è stata effettuata solo su un campione evidenziando la presenza di *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl, *Cladosporium cladosporioides* and *Cladosporium herbarum*.

Tabella 2. Specie fungine isolate con il metodo di campionamento passivo (IMA). I punti di campionamento si riferiscono a quelli riportati in Tabella 1

SPECIE FUNGINE	1C1	1C2	1C3	1D1	1D3	2D2	2D3	3D1	3D2	3D3
<i>Alternaria alternata</i>						x				
<i>Alternaria spp.</i>						x	x			
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	x	x			x	x			x	x
<i>Cladosporium cucumerinum</i>		x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Cladosporium herbarum</i>	x	x		x		x	x		x	x
<i>Epicoccum nigrum</i>						x				
<i>Penicillium spp.</i>			x	x	x	x				

Confrontando i dati riportati in letteratura si nota che i generi *Cladosporium* ed *Alternaria* possono essere potenziali biodeteriogeni per il patrimonio culturale su carta, ma allo stesso tempo, risultano essere comuni e tipici dell'aria atmosferica e presenti in tutti gli ambienti interni.

La Tabella 3 mostra i valori della contaminazione microbica delle superfici degli scaffali, volumi e disegni.

Tabella 3. Valori di contaminazione microbiologica delle superfici (AM e AMO). I campioni 1-8 sono stati rilevati durante il giorno 8 Agosto 2011; i campioni 1A-6A durante il 9 Agosto 2011

PUNTI DI CAMPIONAMENTO		COLONIE FUNGINE
MB	1. SCAFFALE IN ALTO	3
	2. SCAFFALE IN BASSO	25
	3. VOLUME 157 H8: COPERTA	3
	4. DISEGNO FC 127362: AREA PULITA	1
	5. DISEGNO FC 127362: AREA CON FOXING	1
HMF	6. SCAFFALE IN ALTO	6
	7. SCAFFALE IN BASSO	2
	8. VOLUME 158: COPERTA	1
MB	1A. VOLUME 158 I1: COPERTA	11
	2A. DISEGNO FC 129666: AREA PULITA	0
	3A. DISEGNO FC 129666: AREA CON DANNI INSETTI	0
HMF	4A. VOLUME 158 I3: COPERTA	4
	5A. DRAWING FC 130069: AREA CON FOXING	0
	6A. DRAWING FC 130068 BIS: AREA CON FOXING	0

Le colonie fungine sono maggiormente presenti sugli scaffali e volumi che si trovano posti più in basso; questo effetto è dovuto ai movimenti dell'aria che permettono la caduta delle particelle più pesanti per gravità. Inoltre, le unità formanti colonie (UFC), misurate con AM e AMO sui disegni, sono minori che sugli scaffali. Questo risultato prova che l'uso di armadi metallici chiusi e di scatole è ottimale per la conservazione di queste opere perché i disegni sono protetti dalle particelle microbiche ambientali.

L'analisi qualitativa sulle superfici (Tabella 4) indica la presenza di *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium cucumerinum* e *Cladosporium sphaerospermum* Penz. ma anche *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger* Tiegh, *Humicola* spp., and *Penicillium* spp. Queste specie fungine sono comuni in ambienti museali e potrebbero essere biodeteriogeni per la carta in condizioni microclimatiche ottimali per la loro crescita.

Tabella 4. Specie fungine isolate con il campionamento delle superfici: Accumulo Microbico (AM), Adesione Microbica Oraria (AMO). I punti di campionamento si riferiscono a quelli riportati in Tabella 3

SPECIE FUNGINE	MB					HMF				
	1	2	3	5	1A	4	6	7	8	4A
<i>Acremonium terricola</i>			x							
<i>Alternaria alternata</i>		x								x
<i>Arthrinium phaeospermum</i>		x								
<i>Aspergillus niger</i>					x					
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	x	x	x	x	x		x	x		x
<i>Cladosporium cucumerinum</i>	x			x						
<i>Cladosporium herbarum</i>	x	x								
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x					x	x		x	
<i>Humicola</i> spp.					x					
<i>Penicillium</i> spp.	x				x					
<i>Phoma</i> spp.										
<i>Micelia sterilia hyalina</i>		x				x				x

La Figura 8 mostra i risultati ottenuti con lo spore trap che confermano i dati sia quantitativi che qualitativi del campionamento dell'aria e delle superfici.

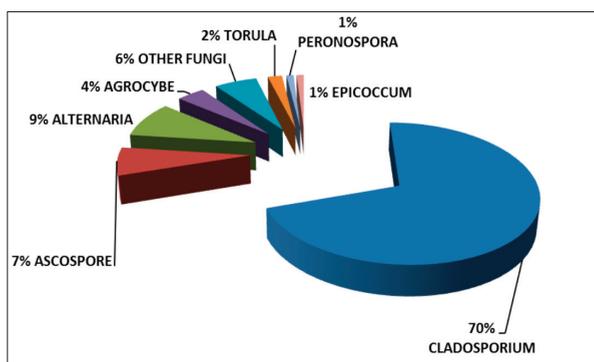


Figura 8. Spore fungine isolate con lo spore trap (tipo Hirst)

5. Conclusioni

Lo studio eseguito presso l'ING ha permesso di valutare che la quantità e la qualità di spore fungine nell'aria e sulle superfici dei disegni e volumi non sono preoccupanti per la collezione grafica conservata nell'ambiente monitorato. Come è noto, il potenziale rischio di biodegradazione dipende dalle condizioni microclimatiche, in particolare la presenza di acqua è cruciale perché è essenziale per i processi metabolici degli agenti biologici. Questo sottolinea l'importanza di un approccio integrato di monitoraggio microbiologico e microclimatico ambientale al patrimonio culturale e questa ricerca rappresenta uno studio pilota che ha focalizzato l'attenzione sulla contaminazione biologica delle collezioni grafiche. Altri studi basati su campagne sperimentali daranno informazioni circa la contaminazione biologica e i valori termigrometrici per creare modelli previsionali di rischio per le opere d'arte e per gli operatori e i visitatori, come contributo alla standardizzazione di un sistema di diagnosi-intervento per la conservazione preventiva del patrimonio culturale di natura organica conservato in ambienti interni.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano: la dottoressa Maria Antonella Fusco, Dirigente dell'Istituto Nazionale per la Grafica per aver autorizzato lo svolgimento della ricerca, la dottoressa Giulia Fusconi, Responsabile del settore Gabinetto Disegni e Stampe dell'ING, e un grazie anche all'ingegnere Enrico Marmonti e alle dottoresse Elisa Saccani ed Manuela Ugolotti per la loro collaborazione.

Note biografiche

Giovanna Pasquariello Biologa, Direttore del Laboratorio di Biologia e controlli ambientali dell'Istituto Nazionale per la Grafica (Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo-MiBACT), membro della Commissione UNI-BeniCulturali e UNICHIM – Ambienti di Lavoro, membro dell'Associazione Italiana di Aerobiologia e dell'Ordine Nazionale dei Biologi - Commissione Beni Culturali. Svolge ricerche sul biodeterioramento dei beni culturali organici con monitoraggi anche microclimatici, elabora e coordina sperimentazioni inerenti il rischio biologico per la salvaguardia dei manufatti grafici e fotografici e per la salute degli operatori, interventi di disinfezione e disinfestazione; svolge attività di consulenza e docenza. Autore di numerosi articoli scientifici su riviste specializzate in beni culturali, co-autore di saggi in manuali didattici; ha partecipato come relatore a diversi convegni nazionali ed internazionali.

Giuseppina Crupi Laurea magistrale in Scienze e Tecnologie per la Conservazione dei Beni Culturali presso l'Università "Sapienza" di Roma; ha svolto il tirocinio presso l'Istituto Nazionale per la Grafica di Roma sulla tematica della prevenzione del rischio dei materiali librari (oggetto di tesi di laurea sperimentale), ha partecipato ad un progetto di ricerca nazionale multidisciplinare finanziato dalla Fondazione Cariparma. Frequenta il Master in "Catalogazione e accessibilità del patrimonio culturale, nuove tecnologie per la valorizzazione" presso l'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia e sta svolgendo il relativo stage presso la rete museale dell'Università Sapienza di Roma.

Simona Strippoli Laurea magistrale in Scienze e Tecnologie per la Conservazione dei Beni Culturali presso l'Università "Sapienza" di Roma; ha svolto il tirocinio presso l'Istituto Nazionale per la Grafica di Roma sulla tematica del rischio biologico per le opere d'arte su carta conservate in ambienti confinati come musei, biblioteche e archivi (oggetto di tesi di laurea sperimentale). Frequenta il Master in "Strumenti e metodi per la conservazione dei beni culturali" presso l'Università degli studi di Urbino "Carlo Bo" e sta svolgendo il relativo stage presso per la società Biores Art s.r.l. di Castelmaggiore (BO).

Oriana Maggi Lavora presso il Dipartimento di Biologia Ambientale della "Sapienza" Università di Roma. Ha tenuto e tiene molti Corsi di insegnamento

per studenti di Scienze Biologiche, Naturali e Medicina. Le principali attività di ricerca riguardano gli studi micologici in ecosistemi, naturali, coltivati e stressati, tassonomia e sistematica dei funghi, controllo dei danni da microfunghi sui beni culturali, inquinamento biologico dell'aria in ambienti di lavoro, in relazione al rischio occupazionale. È membro dell'Ordine dei Biologi, della Società Botanica Italiana, delle Associazioni Nazionale e Internazionale di Aerobiologia e dell'Associazione degli Igienisti Industriali. Ha pubblicato 184 tra articoli scientifici, proceeding, monografie e articoli di libri.

Piero Colaizzi Assistente Tecnico Scientifico presso il Laboratorio di Biologia dell'Istituto Centrale per il Restauro e la Conservazione del Patrimonio Archivistico e Librario (ICRCPAL, Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo-MiBACT), collabora a studi e ricerche in microbiologia ed entomologia per la prevenzione e tutela dei materiali archivistici e librari, nelle applicazioni della diagnostica per immagini (microscopia ottica ed elettronica) e per la diagnostica molecolare applicata. Collabora a campagne di monitoraggio microclimatico in ambienti di conservazione. Svolge attività di didattica di laboratorio nella Scuola di Alta Formazione del ICRCPAL. Ha al suo attivo collaborazioni in numerose pubblicazioni su riviste scientifiche e atti di congressi.

Carla Balocco Ricercatore e Professore terza fascia in Fisica Tecnica e Impianti presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale DIEF (Università di Firenze); Membro del CREAR "Centro di Ricerca per Energie Rinnovabili e Alternative"; Docente della Scuola di Dottorato del DIEF; Editorial Board di Riviste Internazionali; ha oltre 80 pubblicazioni scientifiche, articoli di ricerca su Riviste internazionali con referees su scambio termico, termodinamica applicata, misure termiche, interi libri e capitoli tecnici e di ricerca. Settori di ricerca: termo fisica dell'edificio e sistemi impiantistici (simulazione e misure); componenti edilizi; edifici storici e patrimonio culturale; illuminazione naturale ed artificiale; controllo della radiazione solare.

Roberto Albertini Biologo, Responsabile del Laboratorio di Allergologia Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale (Università di Parma) e del Laboratorio di Immunologia Medica (Azienda Ospedaliero-Universitaria di Parma). Attività di monitoraggio aerobiologico outdoor e indoor (ambienti ospedalieri, settore beni culturali, ecc.). Presidente dell'Associazione Italiana di Aerobiologia; membro nei CD di: Società Europea di Aerobiologia, Società Internazionale dell'Ambrosia, Gruppo di interesse sull'aerobiologia dell'EAACI e Task Force sull'inquinamento nelle scuole. Team leader nei progetti europei MONALISA e HIALINE. Revisore di alcune riviste internazionali, vice-Direttore Rivista GEA. Autore di oltre 200 pubblicazioni su riviste italiane ed internazionali e comunicazioni a congressi.

Cesira Pasquarella Laurea in Medicina e Chirurgia, specializzazione in Igiene e medicina preventiva, dottorato di Ricerca in Sanità Pubblica. Professore di I fascia, Settore Scientifico Disciplinare MED/42-Igiene generale ed applicata, presso la Facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università degli Studi di Parma. Membro della Società Italiana di Igiene, Medicina Preventiva e Sanità Pubblica (SItI) e coordinatore del Gruppo Italiano Studio Igiene Ospedaliera (GISIO); membro del Consiglio Direttivo della Associazione Italiana di Aerobiologia (AIA), membro della Healthcare Infection Society (HIS). Settori ricerca: igiene ospedaliera, igiene ambientale, incluso il settore beni culturali, educazione e promozione della salute. Autore di circa 200 pubblicazioni su riviste scientifiche nazionali e internazionali, presentazioni a congressi nazionali e internazionali, co-autore di trattati di matrice igienistica.