

# PROGETTO OPERE DI LEONARDO

## FINALITÀ

Valutazione dello stato di conservazione del supporto cartaceo e delle mediazioni grafiche nonché verifica dei parametri ambientali.

Valutazione dei parametri temporali e strumentali per un ottimale monitoraggio programmato e creazione di un protocollo di monitoraggio e di esposizione programmata.

Valorizzazione delle opere di Leonardo della Biblioteca Reale di Torino e del loro contenuto materico e scientifico.

Creazione di un database sui materiali impiegati dall'artista.

## DIAGNOSTICA NON DISTRUTTIVA

1. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DIGITALE
2. OSSERVAZIONE ALLO STEREOMICROSCOPIO
3. OSSERVAZIONE SOTTO LUCE UV A DIVERSE LUNGHEZZE D'ONDA
4. MISURAZIONE DELLE COORDINATE DI COLORE
5. MISURE DI SPETTROMETRIA DA FLUORESCENZA X (XRF)
6. MISURE DI MICROSPETTROSCOPIA RAMAN
7. MISURE CON MICROSCOPIO A FORZA ATOMICA (AFM) PORTATILE
8. MISURE DI SPETTROSCOPIA IN RIFLETTANZA CON SONDA A FIBRE OTTICHE (FORS)
9. RIPRESE FOTOGRAFICHE CON TELECAMERA MULTISPETTRALE
10. MISURE TECNOLOGICHE
11. MISURAZIONE DEL CONTENUTO PERCENTUALE D'ACQUA DELLE CARTE CON SONDA A TAMPONE
12. COMPARAZIONE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DEGLI ELEMENTI DELLE IMMAGINI DEI DISEGNI
13. ANALISI BIOLOGICHE COLTURALI E MOLECOLARI
14. ANALISI DI MICROCAMPIONI E POLVERI AL MICROSCOPIO ELETTRONICO A SCANSIONE

## STATO DELL'ARTE

L'autoritratto e gli altri disegni di Leonardo sono collocati in una splendida sala, appositamente costruita per la conservazione in sicurezza delle opere. La sala, infatti, ha un condizionamento costante che permette di mantenere invariate le condizioni termoigrometriche; l'illuminazione è studiata in modo da non superare 50 lux.

Da molti anni l'Istituto tiene sotto controllo lo stato di conservazione dell'autoritratto di Leonardo da Vinci, sul quale le prime indagini risalgono al 1952 e si sono ripetute nel 1962, 1972 e nel 1987. Negli anni '90 del secolo scorso sono state presentate relazioni sullo stato di conservazione dell'autoritratto. Tra il 2004 e il 2006 l'Istituto ha svolto altri tre sopralluoghi tecnici sull'autoritratto e sugli altri disegni di Leonardo.

La costante preoccupazione della Direzione della Biblioteca per la tutela dell'importante

collezione di disegni leonardeschi, l'alta professionalità e competenza dell'Istituto e l'evoluzione delle tecniche di analisi non distruttiva possono dar luogo ora ad un complesso e completo progetto di ricerca e di osservazione continua, volto a garantire la miglior tutela dell'importante collezione.

La Biblioteca Reale possiede un cospicuo numero di fotografie eseguite nel corso del tempo. Queste, datate e stampate nelle medesime dimensioni -possibilmente della dimensione dell'originale- senza alcun tipo di ritocco e comprendenti la scala cromatica, saranno messe a disposizione del gruppo di ricerca che valuterà forma, dimensione e variazioni nel tempo di eventuali danni presenti, quali macchie di foxing particolarmente diffuse nell'Autoritratto.

Anche le relazioni di precedenti indagini scientifiche o di precedenti interventi di restauro saranno messe a disposizione del gruppo di ricerca, da parte della Biblioteca Reale.

### DESCRIZIONE DELLE ANALISI NON DISTRUTTIVE

#### 1. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DIGITALE

Tutti i disegni, oggetto d'indagine all'interno del Progetto, saranno fotografati in scala 1:1, con scala cromatica, in veduta d'insieme e nei dettagli, all'inizio del progetto e con cadenza da stabilire al termine della prima campagna d'indagine.

#### 2. OSSERVAZIONE ALLO STEREOMICROSCOPIO

Le zone di particolare interesse (macchie, sfumature, disegni, aree danneggiate) saranno ulteriormente osservate e fotografate ad alta risoluzione tramite stereomicroscopio Leica equipaggiato con sistema di acquisizione delle immagini in multifocus. Lo strumento è in dotazione all'Istituto.

Le analisi micromorfologiche della superficie della carta saranno effettuate con sistemi diagnostici che fanno uso di illuminazione fredda in fibre ottiche e di ottiche mobili e flessibili. Alcune alterazioni fungine, infatti, possono essere diagnosticate o escluse anche solo per mezzo di metodi microscopici a medio-bassa risoluzione (stereomicroscopia).

#### 3. OSSERVAZIONE SOTTO LUCE UV A DIVERSE LUNGHEZZE D'ONDA

La natura di macchie e alterazioni sia visibili che non rilevabili dall'occhio umano verrà investigata, sollecitandone la fluorescenza tramite illuminazione UV a diverse lunghezze d'onda (Lampada di Wood a 254 nm e 365 nm, in dotazione all'Istituto). La fluorescenza, difatti, è un metodo sensibile alla presenza di metalli e di agenti biologici ed è stata, in tal senso, già impiegata con successo nei nostri laboratori per lo studio del foxing.

#### 4. MISURAZIONE DELLE COORDINATE DI COLORE

Le coordinate di colore saranno acquisite in zone documentate di ogni foglio, sia lato recto che verso, tramite colorimetro Minolta, in dotazione all'Istituto. In questo modo sarà possibile valutare quantitativamente, nel tempo, le eventuali variazioni cromatiche della carta, delle macchie e delle mediazioni grafiche.

#### 5. MISURE DI SPETTROMETRIA DA FLUORESCENZA X (XRF)

La spettrometria XRF, in quanto tecnica elementare non distruttiva, permette di effettuare l'analisi qualitativa e semi-quantitativa delle specie atomiche presenti e di calcolarne le relative proporzioni.

Lo spettrometro portatile Lithos 3000 in dotazione all'Istituto individua gli elementi più pesanti dell'alluminio ( $Z > 13$ ). Il riconoscimento degli elementi presenti fornirà informazioni sulla manifattura dei substrati, su inchiostri e pigmenti e sull'origine delle macchie.

6. **MISURE DI MICROSPETTROSCOPIA RAMAN**

La caratterizzazione dei materiali in esame sarà ottenuta in maniera completa e non-distruttiva, utilizzando uno microscopio InVia Reflex Raman Renishaw, eventualmente esteso con una testa esterna di misura nel vicino infrarosso (785 nm), entrambi di proprietà dell'Istituto. La spettroscopia Raman riconosce le molecole in maniera univoca, tramite le loro vibrazioni caratteristiche e l'Istituto vanta un'eccellenza internazionale nell'applicazione di questa tecnica ai materiali librari, in genere considerati difficili da esaminare. Si potrà quindi investigare, localmente e non distruttivamente, la struttura e lo stato di conservazione dei supporti, l'eventuale presenza di collature o di altri trattamenti e la composizione degli inchiostri.

7. **MISURE CON MICROSCOPIO A FORZA ATOMICA (AFM) PORTATILE**

L'Istituto, tra il 2005 e il 2009, ha perseguito una ricerca all'avanguardia sull'uso dell'AFM per caratterizzare il deterioramento della carta, sia in termini di idrolisi e ossidazione, sia in termini di distinzione dell'origine (chimica o biologica) delle macchie di foxing.

Questa tecnica fornisce, infatti, imaging realmente 3D a risoluzione nanometrica, in maniera non distruttiva.

L'importanza della tecnica consiste non solo nella possibilità di controllare lo stato di conservazione della superficie della carta, evidenziandone le caratteristiche morfologiche, ma anche di verificare se vi siano alterazioni diffuse o localizzate, che comportano differenti cinetiche di degradazione e di stabilire se le macchie di foxing -qualora presenti- siano state indotte da cause chimiche o biologiche.

L'Istituto si è recentemente dotato di uno strumento portatile FlexAFM Nanosurf.

8. **MISURE DI SPETTROSCOPIA IN RIFLETTANZA CON SONDA A FIBRE OTTICHE (FORS)**

Le opere saranno analizzate tramite FORS, spettroscopia in riflettanza con sonda a fibre ottiche, tecnica non distruttiva che fornisce una curva della riflettanza diffusa dalla superficie esaminata in funzione della lunghezza d'onda della radiazione incidente su di essa (ultravioletto-visibile-vicino infrarosso).

L'esame della curva di riflettanza è di supporto per l'identificazione di inchiostri, pigmenti ed altri media grafici presenti sulle opere, sia attraverso il suo studio sia per confronto con spettri di riferimento.

L'elaborazione delle curve nel visibile permette, inoltre, la determinazione delle coordinate tricromatiche e il calcolo delle loro variazioni nel tempo o a seguito ad interventi di restauro.

Per l'indagine si impiegherà l'apparecchio Carl Zeiss serie MCS 600 in dotazione all'Istituto, già utilizzato in diverse importanti campagne analitiche.

9. **RIPRESE FOTOGRAFICHE CON TELECAMERA MULTISPETTRALE**

Le opere saranno sottoposte a riprese fotografiche con una telecamera LOT-ORIEL NIR DIGI1 Color (campo spettrale 380-1020 nm), in dotazione all'Istituto, ed impiegata in molti lavori di indagine.

La telecamera permette di selezionare varie lunghezze d'onda della luce riflessa dal manufatto esaminato che andranno ad impressionare il rivelatore, ottenendo in tal modo immagini dell'area inquadrata differenti in funzione del filtro ottico utilizzato.

Per le opere in esame verrà posta particolare attenzione alle riprese nel vicino infrarosso, le più idonee ad evidenziare particolari non visibili a luce normale (ripensamenti, disegni preparatori, cancellature, scritte) perché coperti dallo strato sovrastante.

L'esame di tali immagini può portare a piacevoli e sorprendenti scoperte.

Fondendo le immagini realizzate con i filtri verde, rosso e NIR, si ottengono riprese ai "falsi colori", utili per caratterizzare i media grafici soprattutto in presenza di pigmenti che assumono falsi colori differenti se elaborati con tale tecnica.

Le riprese fotografiche con telecamera multispettrale sono di immediata lettura e possono essere estese all'intera opera.

### 10. MISURE TECNOLOGICHE

Si propone l'osservazione della composizione fibrosa mediante macroscopio ed illuminatori a fibre ottiche.

- Misura dello spessore medio e sua deviazione standard su:
  - punti prestabiliti e registrati su mappa, per ottenere una misura media e la sua deviazione standard.
  - Strumento indispensabile: uno spessimetro a braccio lungo (ideale uno spessimetro con braccio da
  - 30 cm, che può essere utilizzato per la misura di fogli di qualsiasi dimensione), con il quale si possano
  - raggiungere zone interne della carta.
  - Se la variabilità dello spessore risulta elevata, vengono registrati i valori che si discostano particolarmente dalla media.
- Misura della dimensioni (lunghezza x larghezza)
- Misura del peso (gr)
- Grammatura del supporto cartaceo (gr/mq)
- Filigrana:
  - presenza di filigrana
  - posizione
  - misure
  - dati ad essa relativi (se rintracciata nei repertori o nelle banche dati)
- Misure della vergatura: numero e misura delle portate; misura delle vergelle (n./mm).
- Altre osservazioni specifiche, in un campo "osservazioni sulla manifattura".
- Fotografie della composizione fibrosa.
- Fotografia della filigrana

### 11. MISURAZIONE DEL CONTENUTO PERCENTUALE D'ACQUA DELLE CARTE CON SONDA A TAMPONE

Sulle carte delle opere e sui supporti contenitivi saranno effettuate misure di contenuto percentuale d'acqua, per mezzo di strumenti non invasivi, quali i sistemi a contatto comunemente utilizzati sui materiali cartacei (Aqua Boy, con sonda a tampone, di proprietà dell'Istituto). Ai fini dello studio e della prevenzione dal biodeterioramento dei substrati organici è molto importante conoscere le potenzialità nocive di un ambiente conservativo rispetto ad un altro nonché le caratteristiche di igroscopicità di un materiale, anche in funzione della presenza e dell'occorrenza di specie fungine o batteriche con determinate caratteristiche fisiologiche. Le attitudini metaboliche delle singole specie di bioedeteriogeni e, soprattutto, le loro preferenze in materia di fattori ambientali, sono talvolta molto

peculiari e possono variare sensibilmente fra specie dello stesso genere o persino fra ceppi diversi della stessa specie.

### 12. COMPARAZIONE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DEGLI ELEMENTI DELLE IMMAGINI DEI DISEGNI

La documentazione fotografica delle opere -pregressa e recente- può consentire, impiegando software avanzati di analisi digitale delle immagini, in dotazione all'Istituto, la valutazione di eventuali modifiche delle alterazioni di carte e disegni rispetto, avvenute nel corso del tempo. Tale comparazione potrà essere effettuata sulla base di parametri statistico-matematici derivanti da idonee elaborazioni delle immagini stesse, tali da utilizzare le informazioni in esse contenute per un confronto oggettivo della situazione conservativa del materiale.

### 13. ANALISI BIOLOGICHE CULTURALI E MOLECOLARI

È auspicabile la ripetizione di campionamenti sulla superficie recto/verso delle opere, evitando tutti i segni grafici e in particolare nelle zone con macchie di foxing con campionatore sterile "Swab test, e con membrane di nitrato di cellulosa. Per l'Autoritratto di Leonardo sarebbe un utilissimo confronto con le analisi effettuate nel 2011 dal momento che non è stato effettuato alcun trattamento di pulizia sull'opera. Parte dei campioni saranno utilizzati per analisi colturali da realizzare con un numero ed una determinata tipologia di substrati differenti per "catturare" la maggior parte delle specie microbiologiche presenti. Si ritiene inoltre necessario destinare parte dei campioni ottenuti ad una serie di indagini basate su metodologie di biologia molecolare, già impiegata in Istituto, per l'individuazione di specie potenzialmente biodeteriogene. Inoltre si potranno utilizzare successivamente all'intervento del laboratorio di restauro tutti i residui di spolveratura ed eventuali sgommature in analisi molecolari più all'avanguardia il cui disegno sperimentale potrà essere affidato alla Dr.ssa Flavia Pinzari previo accordo di collaborazione formale.

### 14. ANALISI DI MICROCAMPIONI E POLVERI AL MICROSCOPIO ELETTRONICO A SCANSIONE

Un Microscopio Elettronico a Scansione ZEISS VP-SEM EVO50, in dotazione all'Istituto ed equipaggiato sia di detector VPSE che QBSD, sarà impiegato per l'osservazione e la caratterizzazione, anche per mezzo della Microanalisi (analizzatore EDS INCA Energy 250), di due tipologie di campioni ottenibili in modo non:

- a) la polvere eventualmente ottenuta pulendo le opere stesse o le carte in cui sono contenute (se prevista una spolveratura);
- b) le fibre provenienti da swab di cotone passati sulle alterazioni eventualmente presenti sulle opere.

Il microscopio elettronico a scansione (SEM) è uno strumento basato sull'interazione di un fascio di elettroni con il campione in esame, che consente di rilevare l'anatomia microscopica delle superfici di campioni organici o inorganici con un elevato potere di risoluzione, permettendo di osservare particolari fino a pochi nanometri. In modalità di pressione variabile (VP), il SEM permette di ottenere utili informazioni su materiali di natura diversa senza che essi vengano alterati né da pretrattamenti né da stress meccanici. Sempre sfruttando l'interazione elettrone/materia e raccogliendo i segnali delle emissioni dei raggi X in energia, è possibile eseguire una microanalisi (EDS), che permette di conoscere la composizione chimica elementare di quanto visualizzato con il SEM.

### 16. ALTRE ANALISI

Sui campioni prelevati nel corso delle indagini biologiche, in funzione dei risultati ottenuti, il laboratorio di chimica valuterà se eseguire misure in spettroscopia

infrarossa (FTIR, ATR in dotazione all'Istituto) e in spettroscopia UV/Vis (anche tale strumento è in dotazione all'Istituto).

### INTERVENTI DI RESTAURO

Gli interventi di restauro sono finalizzati al ripristino della fruibilità dell'opera d'arte, alla sua futura conservazione e speranza di vita. È quindi necessaria una prima fase progettuale che consenta di scegliere se e come intervenire. Solo in un secondo momento si potranno scegliere metodi e prodotti finalizzati all'intervento su ciascuna singola opera. Il progetto di restauro delle opere di Leonardo da Vinci, verrà elaborato con l'intento di selezionare e adeguare alcuni dei metodi conservativi più recenti alle conoscenze relative alla struttura materiale delle opere e alle loro attuali condizioni conservative. Da un punto di vista operativo, i risultati della campagna diagnostica evidenzieranno se sia necessario effettuare alcuni interventi volti alla rimozione a secco di depositi superficiali solidi di natura organica e inorganica -che originano una serie di deformazioni e di tensioni strutturali del supporto cartaceo- nonché delle sostanze responsabili della degradazione acida e ossidativa della carta. L'osservazione del lato recto dei disegni al microscopio stereoscopico consentirà di definire la natura dei depositi superficiali giustapposti alle fibre del supporto cartaceo e, dunque, del tutto estranei alla composizione dell'opera.

La compatibilità di un intervento conservativo con il rispetto per l'opera e l'intenzione dell'artista non può, dunque, prescindere dalla conoscenza di tutti gli elementi che concorrono alla definizione della texture grafica. Nel caso specifico, il fattore discriminante nella progettazione delle diverse fasi operative consiste nell'individuazione della tecnica esecutiva, prevalentemente 'a secco' o 'a punta d'argento'.

Nel primo caso la sedimentazione del pigmento sulla carta dipende unicamente dall'impatto meccanico tra il colorante solido e le asperità superficiali del lato-forma del foglio, nel secondo il disegno è eseguito con uno stilo dalla punta d'argento puro, che lasciava un segno indelebile su una carta appositamente trattata come descrive Cennino Cennini nel Libro dell'arte.

La scarsa coerenza tra il supporto cartaceo e il medium grafico impone, pertanto, l'esclusione di tecniche conservative che implicino sia il contatto diretto dell'opera con qualsiasi solvente allo stato libero -in quanto la sola azione dinamica del liquido potrebbe compromettere la coesione tra il pigmento e la carta- sia eventuali trazioni meccaniche a carico del supporto cartaceo per la rimozione di sostanze indesiderate. Un ulteriore aspetto critico da considerare riguarda l'eccessiva idratazione che la struttura cellulosa subisce durante il contatto prolungato con l'acqua allo stato libero e la conseguente isteresi igrometrica; quest'ultimo fenomeno si manifesta, di norma, con variazioni di spessore e dimensionali del supporto cartaceo che solitamente si ripercuotono anche sulla stabilità dei media grafici.

Per ciascuna opera sarà scelto il metodo di intervento più efficace e meno invasivo, impiegando trattamenti consolidati nella pratica dell'Istituto.

Qualora necessario, insieme ai laboratori scientifici, si provvederà a ricercare vie/prodotti alternativi.

### OBIETTIVI CONSERVATIVI

Tra le scelte attualmente percorribili nella progettazione di un intervento conservativo da eseguirsi su opere così rilevanti da un punto di vista storico-artistico verranno selezionati i metodi ed i prodotti meno invasivi attualmente disponibili.

In ogni caso, a prescindere dalle future misure di conservazione adottabili, si consiglia di ridurre considerevolmente il numero delle movimentazioni dell'opera legate ad eventi

quali mostre ed esposizioni, onde evitare il peggioramento dello stato di conservazione attuale.

Sarà quindi necessario stabilire di concerto fra tutte le figure coinvolte nella conservazione delle opere, delle linee guida che forniscano, in tutti i loro dettagli, le indicazioni per gli standard qualitativi durante le fasi di montaggio/smontaggio/movimentazione/ allestimento e disallestimento per quanto concerne le modalità espositive delle opere. Ciò consentirà di stilare un protocollo cui attenersi, valido per tutte le opere grafiche su carta.

### **DURATA DEL PROGETTO**

La durata del progetto è valutata pari a un anno.

### **DISSEMINAZIONE DEI RISULTATI**

Nel corso del progetto saranno organizzati convegni e seminari per dare la più ampia risonanza ai risultati scientifici ottenuti, nonché allo sforzo costante della Biblioteca per tutelare le opere che conserva. Le innovazioni nella diagnostica e i risultati sperimentali saranno anche oggetto di pubblicazioni.

Al termine delle principali fasi diagnostiche, quando si potranno trarre conclusioni sullo stato di conservazione del materiale e proporre un protocollo di monitoraggio, si potrà valutare, con l'accordo della Biblioteca, l'allestimento di una mostra che affianchi la visione delle opere all'esposizione dei risultati scientifici.

Al termine del progetto sarà prodotta un app nella quale saranno riversati i risultati delle analisi e degli interventi di restauro eseguiti nel corso del progetto di cui sopra.

### **BIBLIOGRAFIA DELL'ISTITUTO INERENTE TECNICHE E INDAGINI**

1. Bicchieri M., Ronconi S., Romano F.P., Pappalardo L., Corsi M., Cristoforetti G., Legnaioli S., Palleschi V., Salvetti A., Tognoni E.: Study of foxing stains on paper by chemical methods, infrared spectroscopy, micro-X-Ray Fluorescence spectrometry and Laser Induced Breakdown Spectroscopy. *Spectrochimica Acta part B: Atomic Spectroscopy* (2002): 57/7, 1233-1246.
2. Bicchieri M., Piantanida G., Analisi spettroscopiche Raman e XRF. in G. Chianetta, I Bolli del servizio Postale in Sicilia dal 1820 al 1858, *Archivio per la storia postale. Comunicazioni e società*", anno VIII, n.24, Istituto di Studi Storici Postali, Prato (2006), 50-54.
3. Bicchieri M., Pappalardo G., Romano F.P., Sementilli F.M., De Acutis R., Characterisation of foxing stains by chemical and spectrometric methods, *Restaurator* (2001): 22(1), 1-19.
4. Bicchieri M., Sodo A., Piantanida G., Coluzza C.: Analysis of degraded papers by non-destructive spectroscopic techniques, *Journal of Raman Spectroscopy* (2006): 37 (10), 1186-1192.
5. Bicchieri M., Monti M., Piantanida G., Sodo A., All that is iron ink is not always iron-gall, *Journal of Raman spectroscopy* (2008): 39, 1074-1078.
6. Coluzza C., Bicchieri M., Monti M., Piantanida G., Sodo A., Atomic force microscopy application for degradation diagnostics in library heritage, *Surface and Interface Analysis* (2008): 40 (9), 1248-1253.

7. Piantanida G., Pinzari F., Montanari M., Bicchieri M., Coluzza C., Atomic force microscopy applied to the study of Whatman paper surface deteriorated by cellulolytic filamentous fungus, *Macromolecular Symposia* (2006): 238, 92-97
8. Bicchieri M., Nardone M., Pappalardo G., Pappalardo L., Romano F. P., Russo P. A., Sodo A., Il codice “incompiuto” del Museo Diocesano di Salerno (Pontificale 492). Analisi non distruttive PIXE-alfa, XRF e  $\mu$ -Raman, C. Casetti Brach, R. Carrarini ed., in *Quaderni 1: Libri e Carte*, Gangemi, Roma, 86-93 (2006).
9. Bicchieri M., Analisi spettroscopiche e topografiche sull’Autoritratto di Leonardo, in *I disegni di Leonardo, Diagnostica conservazione e tutela*, a cura di Maria Cristina Misiti, Sillabe, Livorno (2014), 73-78.
10. Botti L., C. Falcucci, O. Mantovani, D. Ruggiero, S. Sciuti, Interventi diagnostici per lo studio ed il restauro di codici liturgici latini di Terra Santa, *Kermes*, anno VIII, n. 23, Fiesole (FI), Nardini, 1995, pp. 11-19.
11. Placido M., D. Ruggiero, L’esame di un codice membranaceo miniato della prima metà del 1300 con tecniche non distruttive, *I Beni Culturali, tutela e valorizzazione*, anno XX, n. 3, 2012, pp. 17-27.
12. Ruggiero D., I disegni di Giovanni Antonio Nigrone, “fontanaro e ingegnere de acqua”, *Progetto Restauro*, n. 72, 2016, pp. 2-15.
13. Ruggiero D., Tecniche impiegate per l’identificazione dei pigmenti sui disegni di Giovanni Antonio Nigrone, *Progetto Restauro*, n. 72, 2016, pp. 16-33.
14. Botti L., D. Ruggiero, M.T. Tanasi, L’autoritratto di Leonardo: imaging e indagini FORS, *I disegni di Leonardo: diagnostica, conservazione, tutela*, Sillabe, 2012, pp. 50-55.
15. Botti L., D. Ruggiero, M.T. Tanasi, *Indagini diagnostiche: metodologie di tipo fisico. Conservare la memoria per coltivare la speranza*, Gangemi editore, 2012, pp. 37-49.
16. Botti L., D. Ruggiero, M.T. Tanasi, *Codex Purpureus Rossanensis: storia, diagnostica e conservazione*, Accademia dei Lincei, 28-29 aprile 2014.
17. Pinzari F., *Funghi: una minaccia alle persone ed al patrimonio culturale*, Cabnewsletter, *Conservazione negli Archivi e nelle Biblioteche* (2001): 6, 10-15.
18. Basilone C., Pinzari F., *L’attività e il potenziale: l’acqua dal punto di vista dei funghi biodeteriogeni*, Cabnewsletter, *Conservazione negli Archivi e nelle Biblioteche* (2001):5, 10-12.
19. Michaelsen, A., Piñar G., Montanari M., Pinzari F., *Biodeterioration and restoration of a 16th-century book using a combination of conventional and molecular techniques: a case-study*, *International Biodeterioration and Biodegradation* (2008, in press).
20. Michaelsen A., Pinzari F., Ripka K., Lubitz W., Piñar G., *Application of molecular techniques for identification of fungal communities colonising paper material*, *International Biodeterioration and Biodegradation* (2006): 58, 133-141
21. Pinzari F. (a cura di), *Quaderni 2: Scienza e Ricerca per i Beni Culturali. Microscopia elettronica a scansione e microanalisi*, Gangemi, Roma, 95 (2008).



22. Pinzari F., Martucci B. Analisi scientifiche e diagnostiche sui materiali cartacei per mezzo della microscopia elettronica a scansione a pressione variabile e della microanalisi (VP-SEM, EDS). L. Residori ed. in: Studi e Ricerche. Indagini scientifiche e metodi di restauro. MiBAC, Roma, 87-95 (2006).
23. Pinzari F., Montanari M., Inquinamento biologico in archivi e biblioteche: metodi innovativi per valutare l'entità ed il rischio associato per i materiali librari. In Atti Congresso Seriale Inquinamento atmosferico e beni culturali. Protezione e conservazione del patrimonio culturale, Udine, 5-7 dicembre 2006, pp. 27 - 28.

**ALTRA BIBLIOGRAFIA INERENTE TECNICHE E INDAGINI**

24. Montemartini Corte A., Ferroni A., Salvo V. S., Isolation of fungal species from test samples and maps damaged by foxing, and correlation between these species and the environment, International Biodeterioration and Biodegradation (2003): 51 (3), 167173.
25. Baudrier E., Nicolier F., Millon G., Ruan S., Binary-image comparison with local-dissimilarity quantification, Pattern Recognition (2008): 1 (5), 1461-1478.
26. Reeslev M., Miller M., Nielsen K.F., Quantifying mold biomass on gypsum board: comparison of ergosterol and Beta-N-Acetylhexosaminidase as mold biomass parameters. Applied and Environmental Microbiology (2003): 69 (7), 3996-3998.
27. Miller M., Palojarvi A., Rangger A., Reeslev M., Kjoller A., The use of fluorogenic substrates to measure fungal presence and activity in soil, Applied and Environmental Microbiology (1998): 64 (2), 613-617.