

# DALL'ALLUVIONE DEL 1966 DI FIRENZE UNA TRADIZIONE SEMPRE AGGIORNATA SULLE TECNOLOGIE PER I BENI CULTURALI

di Veronica D'Ortenzio

Nel presente lavoro vengono presentate le attività di alcuni laboratori fiorentini dedicati all'applicazione di tecnologie per la conservazione e il restauro dei Beni Culturali: il Dipartimento di Chimica dell'Università, l'IFAC (Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara") del CNR, l'INO (Istituto Nazionale di Ottica) del CNR e l'OPD (Opificio delle Pietre Dure): l'apporto della multidisciplinarietà alla conservazione scientifica.



Fig. 1 - Particolare di un affresco del XIII secolo decorante le muraure della Cripta della Basilica di San Zeno a Verona: alto, prima del trattamento nanotecnologico (forte polverizzazione del film pittorico); basso, dopo l'applicazione di nanoparticelle di calce spenta,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , e successiva reazione con anidride carbonica atmosferica a formare una resistente "ragnatela" di cristalli di calcite,  $\text{CaCO}_3$ , consolidante compatibile con la matrice dell'opera d'arte (CSGI).

Passeggiando per Firenze si trovano spesso alcune didascalie incise sul marmo e incastonate sui muri: con un segno orizzontale indicano dove arrivò l'Arno nel 1966. Era il 4 Novembre e le immagini degli "angeli del fango" sono rimaste indelebili nella memoria e nella coscienza di tutti. Potrebbe sembrare paradossale iniziare un articolo che parlerà di tecnologie applicate alla conservazione dei beni culturali con il ricordo di quell'evento calamitoso che costò tanti danni al patrimonio storico artistico di una città come Firenze.

Se per Firenze l'alluvione rimarrà sempre e soprattutto un disastro, esso riuscì però a catalizzare quello che di positivo ci fu nella disgrazia. È in quell'occasione che si crearono forti legami personali, oltre a gruppi di ricerca che nel tempo si sono consolidati e hanno saputo tramandare i loro saperi. In primis il più importante: l'emergenza non finisce mai. La scienza che l'alluvione è riuscita ad insegnare, con la sua urgenza, agli accademici scientifici che per primi andarono a dare supporto, aiuto e consulenza nei musei agli storici dell'arte, è che proprio nella conservazione preventiva il restauro potrà trarre grande giovamento, indipendentemente dall'imminenza catastrofica. La conservazione prevede nel tempo un senso di pericolo per i beni culturali, non a fini allarmistici, ma affinché la cura e l'accudimento per il nostro patrimonio siano scuola, innanzitutto per quei giovani che si interessarono all'approccio di quei pionieri che per primi furono chiamati a raccolta. Una scuola organizzata da scienziati soprattutto nell'ambito della chimica e della fisica, accorsi quel 4 Novembre e i cui esempi da quasi 50 anni ispirano le nuove generazioni. Scuola affinché non succeda più. Scuola affinché la prossima volta, l'imprevedibile ci trovi pronti e vigili. In questi decenni molte cose sono cambiate ma non lo spirito che anima i progetti di nuove tecnologie applicate che vengono qui presentate. Se è vero che le innovazioni tecnologiche hanno fatto passi da gigante è anche vero che è da quel 4 Novembre che, con la stessa voglia di collaborazione, università, CNR e OPD lavorano in armonia e con un fare ormai diventato tipico di Firenze.

L'Opificio delle Pietre Dure di quella voglia di rinascere dopo l'alluvione ne è forse l'immagine più chiara; eppure la sua grande forza risiede proprio nel non essersi accontentato di sé stesso, ma di aver capito di aver bisogno di tutta Firenze.

La missione di salvare Firenze quel 4 Novembre del 1966 non era solo degli addetti ai lavori, ma dei fiorentini tutti, se non dell'umanità stessa. Se quindi "conservazione" può essere una prima parola chiave da inserire per iniziare a capire "l'aria che tira" nei laboratori scientifici fiorentini, un'altra regola d'oro non può che essere "approccio interdisciplinare": i vari istituti e le diverse competenze, le molteplici professionalità sepperò e sanno mantenere separati e allo stesso tempo unire gli ambiti di ricerca e di operatività di studio. Affinché il conservatore riconosca la specificità dello scienziato, ma quest'ultimo non si sostituisca al primo. Se è vero che la chimica ci insegna che è la teoria degli urti a dettare le condizioni per cui una reazione possa avvenire, una delle prime cose che ci sono state trasmesse a Firenze è che un grande vantaggio si può trarre quando discipline afferenti si incontrano. La paura del confronto è chiaramente una logica perdente, mentre è nella creazione di programmi condivisi con l'OPD che la potenza della conservazione e del restauro fiorentino si esprimono ed esercitano. Non è stato sempre tutto facile, ci viene detto: sono state superate tante resistenze campanilistiche e tante chiusure mentali di categoria, ma ormai la rete Università-CNR-OPD è stretta e solida ed è destinata a intensificarsi con il passare del tempo.

#### IL DIPARTIMENTO DI CHIMICA "UGO SCHIFF" DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE E IL CSGI: L'ARTE DELLA NANOSCENZA PER LA CONSERVAZIONE DELL'ARTE

Il prof. Dei, Direttore del Dipartimento di Chimica "Ugo Schiff", e Piero Baglioni, Direttore del CSGI (Consorzio Universitario per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase), sono stati allievi del prof. Ferroni, proprio uno tra gli accademici che per primi accorsero là dove le opere necessitavano di essere salvate dall'acqua. Ferroni e Dini furono coloro che per primi aprirono la traccia dell'applicazione della chimica ai beni culturali nel Dipartimento di Chimica dell'Università di Firenze.

Abbiamo incontrato il prof. Dei che ci ha parlato del suo lavoro, principalmente la ricerca sulle nanotecnologie e della loro applicabilità nei beni culturali. Se, in generale, il Dipartimento e il Consorzio si occupano di materiali nanostrutturati, è sfruttando il know-how che si è aperto un canale di ricerca rivolto ai beni culturali. Il prof. Baglioni e il prof. Dei hanno così iniziato ad occuparsi di nanostrutture che non fossero molto solubili in acqua. Su quelli solubili la letteratura era ampia, ma era su quelli insolubili, o poco solubili, fra tutti la nanocalce, che se ne voleva sapere di più, soprattutto per valutarne i possibili usi. Se la creatività artistica può essere intesa o come un processo di combinazione o composizione oppure di scombinazione o scomposizione, l'arte delle nanotecnologie, così ama definirla il prof. Dei, rientra sicuramente nella prima categoria. Arte delle nanotecnologie per la conservazione dell'arte. Certo, la strada che porta alla composizione o combinazione "dal piccolo al grande", cioè dagli atomi, ioni, molecole alle nanostrutture è complessa, tuttavia vale la pena percorrerla. Fantasia e creatività hanno un ruolo non indifferente nel determinare i successi della nanoscienza, e siccome fantasia e creatività sono sicuramente gli ingredienti più importanti e significativi dell'attività artistica, la definizione del professore di "arte dei nanomateriali" ci appare decisamente azzeccata.

Costruire nanomateriali è dunque un'arte e numerosissimi laboratori in tutto il mondo vi si dedicano con alacrità. Perché è così importante fabbricare questi nanomateriali? Il prof. Dei ci ha spiegato come, quando la materia arriva a suddividersi così finemente, acquisti proprietà incredibili e spesso straordinariamente interessanti per applicazioni tecnologiche di grande innovazione, fra queste, la conservazione delle opere d'arte, appunto. Gli affreschi sono una singolare tipologia di

pitture murali, dove i pigmenti colorati in forma di polvere finissima vengono stesi su una superficie di intonaco fresco a base di calce e sabbia. Proprio il meccanismo di presa della calce, che comporta una reazione fra l'idrossido di calcio - la calce aerea, appunto - e l'anidride carbonica atmosferica, produce una reazione lentissima che conduce alla formazione di un reticolato di minutissimi cristalli di calcite che inglobano e fissano tutto: la sabbia dell'intonaco e i grani colorati stesi dal pittore. Proprio la natura inorganica delle superfici rendono molto stabili e duraturi queste pitture: infatti le sostanze del regno minerale sono di gran lunga più stabili e meno deteriorabili di quelle dei regni vegetale ed animale. A dispetto di questa eccellente stabilità, a causa dell'età avanzatissima di queste opere, e l'inquinamento atmosferico dell'ultimo secolo, si verificano con frequenza quasi continua problemi di deterioramento con perdita delle proprietà ottiche ottimali. Polverizzazioni di colore, distacchi, sollevamenti, opacizzazioni: da quel fantastico materiale poroso, ma eccezionalmente coerente, nel tempo gradualmente si perviene ad una superficie sempre più incoerente e granulata.

Tutti processi che obbligano i conservatori a misure di pre-consolidamento. I materiali tradizionali per operare questo ripristino delle proprietà meccaniche sono stati per anni leganti organici di origine naturale o sintetica, adesivi o colle. Uno dei trattamenti più comuni, ad esempio, è quello a base di caseina con acqua di calce. Tuttavia, una importante regola della conservazione è quella di individuare materiali e tecniche d'intervento massimamente compatibili, da un punto di vista chimico-fisico, con i materiali originali costituenti il manufatto. In accordo a questo principio, per i dipinti murali eseguiti con la tecnica a fresco il migliore approccio è quello della chimica inorganica, nel rispetto della natura dei materiali originali. S'intuisce anche che il miglior materiale sarebbe anche il più antico, ossia la calce, o grassello che dir si voglia. Potremmo coniare per questo materiale un neologismo che in inglese suona *art-compatible*, alla stregua di bio-compatible ed eco-compatible. L'idea di sfruttare questo materiale arte-compatible per gli affreschi è una sorta di uovo di Colombo. In realtà esistono due problemi all'impiego di questo materiale nella conservazione degli affreschi: le soluzioni acquose troppo deboli come agente di ripristino di proprietà meccaniche, a causa della scarsa concentrazione della calce nella sua soluzione satura, e d'altra parte le dispersioni o sospensioni acquose troppo instabili cineticamente nei confronti della sedimentazione del particolato e quindi non in grado di essere trasportate all'interno dei primi strati, dunque potenzialmente pericolose per effetti di velatura bianca. Per superare questi due grossi ostacoli il gruppo di ricerca coordinato da Baglioni e Dei ha messo a punto una decina di anni fa la seguente strategia di ricerca: ha rivolto l'attenzione nei confronti di dispersioni solido-liquido e non verso soluzioni sature, in modo da giocare la carta della concentrazione a piacimento. La seconda idea è stata quella di escogitare un mezzo liquido disperdente diverso dall'acqua che garantisca stabilità cinetica delle dispersioni nei confronti della sedimentazione del particolato e ottima suzione capillare: dopo studi accurati sono stati individuati gli alcoli propilico ed isopropilico come i migliori mezzi disperdenti. La terza idea è stata quella di indirizzarsi verso la sintesi di nanoparticelle di idrossido di calcio che sarebbero state intrinsecamente più stabili rispetto alla sedimentazione ed avrebbero favorito la penetrazione dell'agente legante nei primi strati del dipinto, quelli appunto da consolidare. I vantaggi attesi possono essere riassunti schematicamente nel modo seguente: migliore penetrazione negli strati da consolidare, drastica riduzione di possibili effetti di velatura bianca superficiale, possibilità di raggiungere pori più piccoli: in conclusione incremento delle prestazioni.

## L'ISTITUTO DI FISICA APPLICATA "NELLO CARRARA" DEL CNR: LE INDAGINI IPERSPETTRALI DI SUPERFICI PITTORICHE E I SISTEMI IMAGING THZ

All'IFAC del CNR il dott. Piccolo e la dott.ssa Cucci ci hanno parlato del gruppo di ricerca di cui fanno parte e delle tecniche spettroscopiche integrate per la diagnostica non invasiva, la conservazione e la fruizione del patrimonio culturale. L'ambito di ricerca può essere individuato nel settore delle tecniche spettroscopiche UV-VIS-IR per l'indagine su opere d'arte, l'analisi dei materiali e dei loro processi di degrado. In particolare il gruppo di ricerca si è specializzato nella progettazione e utilizzo di strumentazione portatile per l'analisi in-situ, sviluppando due linee di ricerca principali: la prima dedicata ad applicazioni di strumentazione spettrofotometrica portatile a fibra ottica per analisi puntuali, la seconda dedicata alla spettroscopia ad immagine. E' in quest'ultimo filone che si inquadra il prototipo di scanner iperspettrale, appositamente progettato e assemblato proprio nei loro laboratori, per lo studio di superfici policrome piane.

Partiamo da questo filone di ricerca e quindi dalla spettroscopia ad immagine: quali applicazioni sono raggiungibili e quali informazioni ricavabili? La spettroscopia ad immagine permette, innanzitutto, una diagnostica non invasiva, quindi l'identificazione dei materiali pittorici e l'acquisizione di informazioni sulle tecniche e la tavolozza utilizzate. Questa tecnica risulta particolarmente vantaggiosa per lo studio preliminare e la diagnostica su dipinti (su tela, tavola, ecc.), poiché consente di acquisire in modo totalmente non-invasivo una serie di informazioni utilizzabili sia per indirizzare eventuali interventi conservativi, sia per arricchire le conoscenze sull'opera e sul suo stato di conservazione. Grazie all'imaging iperspettrale è possibile, inoltre, visualizzare gli strati pittorici sottostanti e scoprire

quindi disegni preparatori, pentimenti, restauri e ritocchi. Non meno importante è la possibilità di creazione di immagini elaborate (mappe) sovrapponibili all'immagine RGB per una visualizzazione delle strutture nascoste. L'altra grande opportunità che offre la spettroscopia ad immagine è quella della documentazione e digitalizzazione intendendo con questo la possibilità di realizzare sia immagini colorimetriche (RGB) calibrate ad alta definizione spaziale, sia varie tipologie di immagini elaborate in varie bande spettrali (IR, IR falso colore, ecc.), la magnificazione dei dettagli e, in parte, la possibilità di sfruttare il potenziale del restauro virtuale. Tutto questo può essere ottenuto mediante lo scanner iperspettrale IFAC-CNR, un prototipo ad altissima risoluzione sia spettrale sia spaziale appositamente

realizzato e ottimizzato per una diagnostica totalmente non invasiva su dipinti e superfici policrome. Le specifiche problematiche affrontate nella progettazione sono state: le imperfezioni della superficie (la non planarità della tela, difetti, variazioni di opacità sono fonti di errore e distorsioni nell'immagine finale); l'illuminazione, in quanto questo parametro deve essere abbastanza intenso per garantire un buon livello di segnale, ma tale da non compromettere la sicurezza dell'opera e da essere conforme alle raccomandazioni CIE (Commission Internationale de l'Eclairage); le dimensioni della superficie, in quanto c'è bisogno di coprire aree estese in tempi contenuti: le mosaicature sono possibili, ma sono sempre sorgenti di errore nel dato risultante; la gestione/elaborazione dei dati con la necessità di un software adeguato per l'immagazzinamento ed elaborazione del cubo-immagine ottenuto e l'individuazione di una modalità per facilitare la leggibilità, l'interpretazione e la visualizzazione dei dati immagine all'utente finale mediante interfacce software progettate ad hoc.

Uno scanner è oggi negli spazi dell'IFAC, mentre uno è in Soprintendenza.

L'eccellenza di questa strumentazione risiede nel tipo di risultati che si possono ottenere come livelli di dettaglio e precisione spaziale (arriva anche al decimo di millimetro) e spettrale (quella raggiungibile è paragonabile a quella di una tecnica di laboratorio ed è qui che possiamo individuare il punto di forza dello scanner dell'IFAC-CNR).

È proprio in virtù di questa peculiarità che questo strumento può essere usato anche per la documentazione, ambito nel quale spesso la consultazione dei dati è resa difficoltosa da indagini o report poco accessibili. Lo scanner acquisisce immagini in un intervallo spettrale esteso. La prima versione del prototipo, ormai consolidata da anni, lavora nel visibile e vicino infrarosso, fra 400 e 900 nanometri. L'ultima versione è stata messa a punto a maggio 2013, con le stesse caratteristiche e

gli stessi livelli di prestazione del primo prototipo, ma con intervallo operativo esteso alla regione dell'infrarosso (900-1770 nm), così da ottenere informazioni più dettagliate sugli strati pittorici sottostanti. Le recenti modifiche apportate al prototipo hanno aperto nuove prospettive di ricerca su questa tecnica, che al variare dell'intervallo spettrale di lavoro può fornire informazioni aggiuntive.

Un ulteriore campo di indagine recentemente affrontato dal gruppo di ricerca dell'IFAC-CNR, in collaborazione con colleghi giapponesi del NICT (National Institute of Information and Communications Technology) di Tokyo e dell'ENEA di Frascati, è l'imaging THz-TDS. A conclusione di una fase esplorativa di sperimentazione svolta sia in laboratorio sia su alcuni casi studio,



Fig. 2 - Scanner IFAC-CNR durante una campagna di misure presso i Laboratori della Soprintendenza Speciale per il Patrimonio Storico, Artistico ed Etnoantropologico per il Polo Museale di Firenze (Cucci, 2013)

tra i quali un'opera di Giotto (*Polittico di Badia*) conservata alla Galleria degli Uffizi, l'imaging THz-TDS si è rivelato una promettente metodologia di indagine non invasiva per i dipinti e le superfici policrome piane. Consente, infatti, una ricostruzione virtuale della stratigrafia, senza ricorso a campionamento. Può fornire indicazioni qualitative sulla struttura interna e sullo stato di conservazione del dipinto. Nello specifico caso investigativo, analizzato in collaborazione con il NICT, ha fornito indicazioni fondamentali per guidare l'intervento conservativo ad acquisire importanti informazioni sull'opera. Elevate prestazioni e risoluzioni per un apporto sempre e comunque guidato da una domanda storico artistica, un quesito conservativo.

Il merito di queste innovative tecnologie non risiede solo nell'alto livello di scientificità che le caratterizzano, ma nel rappresentare spazi e tempi comuni in cui il lavoro fra conservatori e restauratori avviene gomito a gomito. E questo lavoro che si svolge ormai da anni è cresciuto e si è fortificato catalizzato dalla sfera attrattiva dell'OPD. Con l'Opificio, la collaborazione dell'IFAC inizia nel Maggio del 1993, quando, tra gli altri, il dott. Piccolo iniziò ad applicare tecniche di spettroscopia in riflessione con fibre ottiche a sostegno di interventi conservativi e di restauro. Il primo caso affrontato fu quello della Croce di Sarzana del maestro Guglielmo, datata 1138, una delle poche opere così antiche di cui si conoscono autore e data. Al gruppo di ricerca che lavorava su tecnologie portatili non invasive per analisi puntuali si unirono i colleghi dell'imaging, già da tempo impegnati nello sviluppo ed utilizzo di tecnologie multispettrali per l'analisi di opere d'arte. Il passo obbligato nella naturale evoluzione della scienza applicata al restauro, nel campo del diagnostico non invasivo, era realizzare una tecnica di imaging ad alta risoluzione spettrale e spaziale per poter dare la maggior quantità di informazioni possibili, sia dal punto di vista storico-artistico che conservativo. Nel 2005 venne messo a punto il primo scanner che iniziò a lavorare in Opificio. I primi casi analizzati furono il *Polittico dell'Intercessione* di Gentile da Fabriano e alcuni dipinti a tempera su carta, realizzati per una delle prime versioni del libro di Pinocchio da parte di Attilio Mussino nel 1908.

I gruppi all'interno dell'IFAC che si occupano di tecnologie applicate ai beni culturali sono molteplici, con molteplici campi di indagine. Le tecnologie impiegate vanno dalle fibre ottiche all'imaging, la spettroscopia dielettrica e la termovisione, virando quindi lo studio verso intervalli spettrali di onde micrometriche e millimetriche. All'IFAC sono stati messi a punto anche sistemi non invasivi a distanza per fare fluorescenza LI-DAR (parliamo quindi più di diagnostica di monumenti all'aperto) per appurare la presenza e di microrganismi biodeteriogeni e la loro attività (Prima applicazione: Battistero di Parma nei primi anni Novanta) e sistemi di pulitura laser su manufatti artistici di diversa composizione. Tutti gruppi di ricerca separati, per molti tratti complementari e che lavorano insieme, riuniti sotto la comune sigla di IFAC, con il comune intento e la volontà di occuparsi di diagnostica non invasiva su manufatti artistici.



Fig. 3 - Cross section di un frammento prelevato dalla veste sepolcrale di Gian Gastone de' Medici. La foto mostra il deposito del fango penetrato all'interno della struttura del tessuto e diventato sia l'armatura portante che il principale fattore di degrado.

#### L'ISTITUTO NAZIONALE DI OTTICA E GLI SCANNER MULTISPETTRALI AD ALTA RISOLUZIONE

Iniziamo ad avvicinarci sempre di più nell'orbita dell'OPD, conoscendo l'Istituto Nazionale di Ottica del CNR (INO-CNR). Abbiamo contattato la dott.ssa Fontana che ci ha parlato della collaborazione con l'OPD, che dura ormai da quindici anni e che si configura come un po' diversa rispetto alle collaborazioni intessute tra OPD, Dipartimento di Chimica e IFAC-CNR. Nel novembre del 1998 venne firmata la prima convenzione fra i due istituti (OPD e INO) che sanciva la collaborazione scientifica fra gli stessi in virtù della quale venne aperto il Laboratorio di Metrologia Ottica, tutt'ora ospitato presso il Laboratorio di Restauro dell'OPD, alla Fortezza da Basso. A livello nazionale e internazionale, tale laboratorio costituisce un esperimento unico: si tratta, infatti, di un laboratorio di ricerca scientifica all'interno di una Soprintendenza. Per la prima volta il mondo della ricerca scientifica, in grado di produrre prototipi all'avanguardia per la diagnostica non invasiva, si fuse e si integrò formalmente con quello della conservazione. Restauratori e storici dell'arte, utilizzatori finali della strumentazione sviluppata, sono diventati parte integrante della progettazione stessa dei dispositivi, il cui sviluppo è basato sulle loro specifiche richieste. Questa sinergia ha portato, negli anni, alla realizzazione di una serie di strumenti che, essendo ancora allo stato di prototipi, sono messi a disposizione della comunità umanistica internazionale mediante un accesso che avviene attraverso progetti europei quali EU-ARTECH e CHARISMA, di cui parleremo in un articolo riguardante i laboratori di Perugia. Pur non avendo avuto modo di conoscere di persona la dott.ssa Fontana e pur non avendo visto dal vivo l'INO con i suoi laboratori, forte ci è arrivata la carica di entusiasmo e vitalità che si respira in quei luoghi. È per questo che anche noi riusciamo a parlarvi di come le ricerche, come quelle sullo scanner multispettrale, non siano concluse. Non solo per i motivi che gli stessi Piccolo e Cucci ci avevano delineato inerenti al singolo prototipo, che per quanto

ben funzionante, è sempre aggiornabile di validi miglioramenti, ma anche relativamente alla ricerca di nuove tecnologie e strumenti che consentano di risolvere problemi sempre nuovi posti dal mondo della conservazione. Il filone sembra inestinguibile e così si vuole che sia.

Le prospettive future a breve termine all'INO prevedono un upgrade dello scanner per riflettografia multispettrale e, quindi, un'ulteriore estensione dell'intervallo spettrale di analisi, di cui abbiamo già parlato, che consentirebbe di studiare la trasparenza dei pigmenti fino a 3 micron, e una sorta di ingegnerizzazione del dispositivo per tomografia ottica coerente in modalità confocale che consenta di misurare lo spessore dello strato di vernice delle superfici pittoriche, permettendo, ad esempio, di monitorare il processo di pulitura. Quello che si vuole raggiungere è che sia facilmente trasportabile per misure in situ. Parallelamente a questo, si stanno sviluppando un dispositivo per microscopia a due fotoni e, insieme all'IFAC, un sistema di imaging che faccia uso di radiazione al THz, al quale già si è accennato. Ci ha colpito soprattutto una riflessione della dott.ssa Fontana riguardo la polivalenza dei punti di vista, da una parte quello scientifico e da una parte quello più conservativo e storico artistico. Potrà sembrare banale, ma ci piace esplicitare questo pensiero. Uno studioso, in questo caso di ottica, ha uno sguardo sulla ricerca che conduce, profondamente diverso da quello dei restauratori e storici dell'arte con i quali lavora. Quello che per lui, dal punto di vista tecnologico, è un continuo ed estremo "challenging", un superarsi, un mettersi alla prova insieme ai risultati che lui stesso ha provveduto ad ottenere, può risultare, per il mondo storico artistico, non necessariamente entusiasmante, fosse solo per la difficoltà di estrarre informazioni utili dai risultati ottenuti o per la difficoltà di utilizzo di uno strumento. Viceversa ciò che magari per il fisico o il chimico è un mero upgrade di uno strumento, per i diagnostici e i conservatori è innovativo, efficiente ed efficace. È stato questo il caso, per esempio, dello scanner per riflettografia multispettrale: se, infatti, già la tecnica riflettografica, effettuata con diversi sistemi, ma sempre in modalità monobanda, era piuttosto innovativa, consentendo di rivelare ciò che giace sotto lo strato pittorico, come il disegno preparatorio o pentimenti, l'averla resa multispettrale ha consentito, oltre allo studio e al riconoscimento dei pigmenti, di attraversare anche strati pittorici estremamente scuri ed in qualche caso sfondi neri altrimenti non superabili. Poter scoprire il disegno di un capitello dietro ad uno sfondo nero, apprezzando pure lo spolvero del quale si servi Raffaello Sanzio da Urbino è qualcosa di avvincente per chiunque, ma estremamente importante ed emozionante per coloro che studiano il quadro e devono attribuire, ad esempio, la paternità dello sfondo. E' qui che è rintracciabile quella necessaria e bella umiltà di mettersi al servizio dell'arte che rende la scienza grande, ed è qui che è ravvisabile la grandezza della scienza di sapersi fare umile e riuscire ad entrare in così tanti e diversi ambiti e settori trovando sempre risposte e soluzioni.

### **L'OPIFICIO DELLE PIETRE DURE: DAL 1975 DA FIRENZE UN ORGANO MINISTERIALE PER LA CONSERVAZIONE E IL RESTAURO**

Siamo ormai pronti ad entrare nel cuore della conservazione e della diagnostica a Firenze: siamo pronti a conoscere l'Opificio delle Pietre Dure. Contattando la dott.ssa Isetta Tosini, siamo riusciti ad ottenere ed avere chiaro un quadro delle varie ricerche che si stanno realizzando all'interno dell'Istituto fiorentino, formalmente nato nel 1975 dall'unione dell'antico Opificio delle Pietre Dure con i laboratori di restauro fondati da Ugo Procacci, ma informalmente nato nella mentalità collettiva il 4 Novembre del 1966. Una breve panoramica sull'Istituto ci aiuterà a ripercorrere le tracce dell'innovazione tecnologica e della ricerca scientifica al suo interno. L'Opificio delle Pietre Dure è, insieme all'Istituto Superiore per la Conservazione e il

Restauro di Roma, l'organo ministeriale che si occupa di conservazione e restauro delle opere d'arte e della formazione dei restauratori in Italia. Alcuni numeri: tre sono le sedi operative (Fortezza da Basso, Via degli Alfani e Palazzo Vecchio). Il suo attuale soprintendente è il dott. Marco Ciatti. Undici sono i settori di restauro nel quale opera, suddivisi a seconda delle tipologie delle opere d'arte, oltre il settore di Climatologia e conservazione preventiva, il laboratorio scientifico e la scuola di alta formazione (scuola di restauro). A sua volta, il laboratorio scientifico è ulteriormente strutturato in: laboratorio di biochimica, biologia, chimica 1 (indirizzato prevalentemente ai materiali organici quali dipinti su tela e tavola, statue policrome, ecc...), chimica 2 (per i materiali inorganici come, ad esempio, tutti i bronzi e i lapidei), il laboratorio di fisica e l'ufficio tecnico calchi. Ciascuno di questi laboratori ha un direttore coordinatore responsabile di diversi settori: per il laboratorio di chimica 1 è il dottor. Giancarlo Lanterna, per il laboratorio di chimica 2 è il dott. Simone Porcinai, per il laboratorio di fisica è il dottor Alfredo Aldrovandi la cui attività è trasversale a tutti i settori. Per quanto riguarda il laboratorio di Biologia la dott.ssa Tosini ne è il direttore coordinatore e la sua attività è anch'essa trasversale a tutti i settori; inoltre è direttamente responsabile, da un punto di vista scientifico, dei seguenti settori: tessili, arazzi e tappeti, disegni e stampe e dell'ufficio tecnico calchi. Storicamente l'OPD collabora da più di trent'anni con diversi atenei e centri di ricerca del CNR, praticamente sin dalla sua formazione.

Nel tempo si ricordano le prime indagini sulle porte del Paradiso (gamma-grafie eseguite presso il Centro Donegani della Montedison di Novara); la collaborazione con il già ricordato professor Enzo Ferroni (1921-2007), chimico dell'università di Firenze, per le applicazioni del metodo del bario per il consolidamento delle pitture murali, collaborazione proseguita successivamente con il CSGI dello stesso ateneo sui recenti sviluppi delle nanotecnologie per i beni culturali (prof. Dei); la collaborazione con il CNR-IFAC, già IROE, sulle indagini multispettrali di superfici; con il CNR-INO sugli scanner iperspettrali ad alta risoluzione; con l'INFN dell'Università di Firenze per gli studi di spettrometria PIXE e per la datazione con radiocarbonio; la collaborazione con il Dipartimento di Chimica Ciamician dell'Università di Bologna sulla caratterizzazione dei medium organici mediante Pirolisi-GasCromatografia. Sono stati svolti anche studi bilaterali con il Getty Conservation Institute di Los Angeles e con il Metropolitan Museum di New York sulla caratterizzazione dei leganti delle pitture e sui coloranti di lacche e tessili. Il laboratorio scientifico dell'OPD ha, inoltre, partecipato ai due grandi progetti nazionali poliennali del CNR per i beni culturali, che hanno costituito le fondamenta dei successivi progetti europei LABSTECH, EU-ARTECH e CHARISMA, dove l'istituto ha sempre partecipato insieme ad alcune università italiane (Pisa, Parma, Perugia).

Un progetto multidisciplinare di studi sui leganti organici sulle pitture murali (OMWP- Organica Material in Wall Paintings), promosso dal Getty Conservation Institute di Los Angeles, si è, invece, recentemente concluso. Numerosi sono anche i progetti congiunti con l'UNIFI e con il CNR-ICVBC a livello locale, non finanziati, che hanno come oggetto studi specifici su applicazioni scientifiche e tecnologiche nella diagnostica dei Beni Culturali. La dottoressa Tosini ha per noi gentilmente contattato, con grande disponibilità, anche i vari direttori dei vari laboratori per poterci mostrare quali ricerche e studi si stanno conducendo nei rispettivi ambiti. Partendo dal laboratorio della stessa Tosini siamo, quindi, venuti a conoscenza della ricerca che lì si sta svolgendo finalizzata al consolidamento materico e strutturale di fibre di un tessuto per permettere le successive fasi di intervento di restauro quali per esempio la manipolazione dell'opera (vedi il caso di studio del tessile archeologico di origine tombale riguardante i reperti tessili della famiglia Medici).

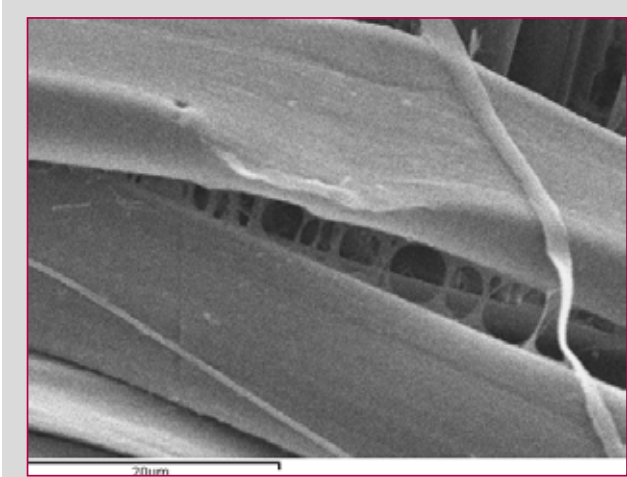


Fig. 4 - Particolare ingrandito di un frammento di seta invecchiato naturalmente e trattato con Chitosano. Fra le fibre di seta sono visibili i ponti di chitosano.

In collaborazione con IFAC-CNR di Firenze e la stazione sperimentale della seta (SSS) di Milano, il laboratorio di biologia ha, inoltre, sviluppato una ricerca prendendo in considerazione due tipi di consolidanti: un polimero naturale, il Chitosano, già impiegato in molti campi, fra cui quello dei coloranti per tessuti, e un sol-gel ibrido nanostrutturato (organico e inorganico). I primi risultati ottenuti sono stati che entrambi i consolidanti risultano compatibili con la seta; grazie alle loro piccole dimensioni molecolari possono penetrare all'interno della struttura tessile; entrambi i consolidanti si distribuiscono in modo omogeneo e entrambi migliorano la flessibilità delle fibre. La ricerca, tuttavia non può dichiararsi finita, necessitando ancora di ulteriori studi, approfondimenti e verifiche. In questo caso, se forse non si può parlare di innovazione, sicuramente si può parlare di applicazione nei beni culturali di materiali che vengono impiegati comunque in altri settori, come ad esempio quello medico. L'innovazione sta, quindi, nella messa a punto di una metodologia operativa e, qualora verrà raggiunto il fine, sicuramente sarà di grande aiuto ed importanza in tutte quelle operazioni di restauro su manufatti quali ad esempio i tessuti archeologici di origine tombale, sui quali per il momento non è possibile intervenire anche con piccole manipolazioni in quanto la materia è fragile ed estremamente degradata, ma soprattutto le fibre costitutive dell'armatura tessile non hanno più le caratteristiche di flessibilità ed elasticità proprie della loro

funzione. Se tutto procederà per il meglio, la dott.ssa Tosini, il laboratorio che Lei dirige, e in generale l'Opificio, potranno dire di aver definito e delineato una metodologia di intervento, impiegando consolidanti che rispondono a criteri di compatibilità, durabilità, e, dato importantissimo, ritrattabilità e flessibilità del trattamento.

Nel laboratorio di chimica 2 è, invece, in corso un progetto di ricerca inerente la definizione di protocolli di monitoraggio di opere d'arte contemporanee della collezione Gori, esposte nel parco della Fattoria di Celle (Santomato - PT). La ricerca è svolta in collaborazione con l'Istituto di Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali del CNR.

Il laboratorio partecipa, inoltre, al progetto di ricerca denominato "Smalti veneziani del Rinascimento", in collaborazione con il Museo del Louvre, Département des objets d'art, Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (C2RMF), la Fondazione Giorgio Cini, l'Istituto di Storia dell'Arte, il Laboratorio di Analisi dei Materiali Antichi LAMA dell'Università IUAV di Venezia.

"Il 4 novembre 1966 l'acqua d'Arno arrivò a quest'altezza": dopo aver visitato i laboratori di cui vi abbiamo parlato e contattato gli studiosi di cui vi abbiamo riferito le ricerche, possiamo dire che quei segni impressi sulle mura di Firenze non misurano solo il livello che raggiunse il fiume quel giorno di quasi cinquant'anni fa, ma anche il carisma e la dedizione con cui in quella città ci si dedica e ci si prodiga per l'arte delle tecnologie applicate ai beni culturali.

#### ABSTRACT

This article presents four institutions that deal with technologies applied to cultural heritage in Florence: the Department of Chemistry at the University of Florence and the Interuniversity Consortium CSGI studying nanoscience, CNR's Institute of Applied Physics carries out investigations of surfaces and applications of hyperspectral imaging systems operating in the THz region. We went to meet even the National Institute of Optics and high-resolution multispectral scanners. Finally we entered the heart of the conservation in Florence: in the Opificio delle Pietre Dure, being able to learn about the studies that these researchers are following. This study showed the enthusiasm with which the city of Florence is updating the tradition of conservation, born during the flood emergency in 1966.

#### PAROLE CHIAVE

RICERCA; CHIMICA; RESTAURO; NANOTECNOLOGIE; DIAGNOSTICA

#### AUTORI

VERONICA D'ORTENZIO

VERONICADORTENZIO@HOTMAIL.COM

LAUREATA IN STORIA DELL'ARTE PRESSO LA FACOLTÀ DI CONSERVAZIONE DEI BENI CULTURALI DELL'UNIVERSITÀ DELLA TUSCIA DI VITERBO



**XRF analyzer**  
based on large area  
Silicon Drift Detector

# ELIO

X Ray Fluorescence  
Spectrometer

**XGLAB**  
X and Gamma Ray Electronics

[www.xglab.it](http://www.xglab.it), [info@xglab.it](mailto:info@xglab.it)