

**Luca Pezzati**

(Claudia Daffara (CNR), Roberto Bellucci, Cecilia Frosinini (Opificio delle Pietre Dure)

CNR - Istituto Nazionale di Ottica Applicata (INOA)

## Introduzione

Tra le attività del progetto europeo Eu-ARTECH (I3, VI Prog. Quadro) vi è il MOLAB (Mobile Laboratory), un programma di accesso a risorse strumentali avanzate che mette a disposizione di ricercatori, conservatori e restauratori di istituzioni pubbliche e private europee un insieme di strumentazioni per indagini diagnostiche, non invasive ed *in situ*, di oggetti di interesse artistico e storico. La strumentazione diagnostica del laboratorio mobile MOLAB è prestata al progetto da quattro istituzioni italiane, tra cui l'Istituto Nazionale di Ottica Applicata, CNR INOA.

L'INOA contribuisce al MOLAB con lo scanner IR/colore, uno strumento per eseguire riflettografie IR ad alta risoluzione, e con il micro-profilometro a scansione per analisi 3D di superfici. Entrambe i prototipi realizzati dal Gruppo Beni Culturali di INOA.

Nel corso dei primi due anni di attività, sui cinque previsti dal progetto, il MOLAB ha consentito lo studio di opere d'arte di rilevanza mondiale, custodite in musei quali l'Hermitage di San Pietroburgo, il Musée des Beaux Art et Archeologie di Besançon, il Victoria and Albert Museum di Londra, la Moravian Gallery di Brno e la Basilica di San Demetrio a Salonicco.

Lo scanner IR/colore, nel marzo 2005, è stato utilizzato in una campagna di misura MOLAB, effettuata su richiesta dei ricercatori della National Gallery di Londra, sulla Vergine delle Rocce di Leonardo. I risultati di quelle misure hanno avuto risonanza internazionale, per la scoperta di un inedito disegno preparatorio che, secondo gli esperti, è autografo di Leonardo.

I risultati ottenuti sono infine un esempio eloquente dell'importanza della collaborazione interdisciplinare per sfruttare al meglio le capacità delle tecnologie diagnostiche innovative.

## La riflettografia IR

La riflettografia infrarossa (IR) è una tecnica ottica non invasiva per l'esame di superfici dipinte, e in particolare di dipinti antichi su tavola o tela, basata sulla registrazione di immagini nell'infrarosso, dette *riflettogrammi*, aventi l'aspetto di fotografie in bianco e nero, da cui è possibile interpretare il disegno sottogiacente (*underdrawing*) realizzato dall'autore sullo strato preparatorio dell'opera. Ciò avviene per via della parziale trasparenza dello strato pittorico alla radiazione nell'infrarosso vicino, a quella radiazione cioè, che ha lunghezza d'onda compresa tra 1 e 2 micron. Gli storici dell'arte fanno largo uso di questo tipo di indagine, che risulta imprescindibile per ottenere informazioni sulla tecnica dell'autore e sul mezzo grafico impiegato per il disegno. Altri importanti dati che possono essere rilevati utilizzando questo metodo di indagine sono: scritte, firme e date, sottostanti in origine allo strato pittorico, oppure coperte da operazioni di restauro precedenti alla misura riflettografica. In altre occasioni sono state registrate notevoli variazioni nella composizione dell'opera rispetto alla versione finale, oppure *pentimenti* dell'autore, e addirittura schizzi di soggetti che non avevano alcuna pertinenza con l'opera come la vediamo oggi (come nel caso in esame). Anche i restauratori fanno spesso ricorso a questa tecnica, che agevola in molti casi l'indagine sulla genesi creativa del dipinto e sui precedenti interventi conservativi.

## Lo scanner IR/colore

Alla fine degli anni 80 viene realizzato all'INOA il prototipo dello *scanner per riflettografia all'infrarosso (IR)* [1], per superare i problemi di scarsa qualità dei sistemi a tubo Vidicon allora, ed in parte anche adesso, impiegati per la riflettografia. Lo scanner IR (Fig. 1a) si compone di una *testa ottica*, di un *sistema di traslazioni* e dell'elettronica di controllo, gestita da un PC. La testa ottica utilizza un sensore per l'infrarosso IR (un fotodiode InGaAs) che consente una risposta spettrale tra 0.8 e 1.7 micron. Questo registra l'intensità riflessa da un singolo punto della superficie del dipinto, e l'intera immagine IR è quindi ottenuta per scansione. La scansione avviene per mezzo di una coppia di traslazioni meccaniche, montate ortogonalmente in modo da movimentare la testa ottica dello strumento su un piano di misura di un metro quadro. Una terza traslazione, in direzione normale alla superficie, assicura il mantenimento della messa a fuoco su superfici non perfettamente piane, cioè nella maggior parte dei casi pratici. La risoluzione dell'immagine è di 4 punti al mm, o 16 al mm<sup>2</sup>, corrispondenti a 16 Mpixel per metro quadro: ciò consente di rivelare dettagli e tratti sottili fino a uno spessore minimo di circa 0.3 mm. L'immagine IR, o *riflettogramma*, ha una dinamica tonale di circa 4000 livelli (12 bit). Il sistema di illuminazione, composto da due lampade ad alogeni a bassa tensione, è montato sulla testa ottica e si muove solidalmente a questa, assicurando identiche condizioni di illuminazione per ciascun punto acquisito. L'alimentazione delle lampade è inoltre stabilizzata in corrente, e questo garantisce che le immagini riprese siano assolutamente uniformi, senza aree più o meno illuminate. Data la precisione delle traslazioni meccaniche, inoltre, le immagini acquisite sono pressoché esenti da distorsioni geometriche, con un errore inferiore a 0.1mm per metro [2]. La conservazione della metrica consente quindi confronti morfologici accurati tra disegni preparatori in dipinti diversi o in serie di dipinti, ed in particolare lo studio dei cartoni.



(a)



(b)

Figura 1: Lo scanner IR/colore (a) in versione prototipale, (b) nella versione industrializzata prodotta da Falcon Instruments srl.

Lo sviluppo del prototipo originale, avvenuto negli anni in costante collaborazione con gli esperti dell'Opificio delle Pietre Dure, ha portato nel 2000 alla realizzazione di una nuova testa ottica, la *testa IR/colore* [3], che adesso consente di acquisire, alla stessa risoluzione spaziale e perfettamente sovrapponibili, sia il riflettogramma che l'immagine a colori del dipinto indagato.

Il dispositivo aggiunge un significativo contributo all'evoluzione della tecnica dal punto di vista interpretativo, consentendo la localizzazione esatta dell'*underdrawing* rispetto alla realizzazione pittorica e una prima diagnostica per aree omogenee dei pigmenti, rappresentata dal cosiddetto infrarosso falso-colore [4], che viene registrato con la stessa acquisizione. Attualmente è in fase di realizzazione prototipale un ulteriore sviluppo dello scanner IR/colore, lo *scanner multispettrale*. Si tratta di un vero e proprio spettrofotometro a scansione che consentirà la caratterizzazione spettrale e colorimetrica dell'intera superficie dipinta [5] tramite l'acquisizione di 16 milioni di spettri per metro quadro, ciascuno dei quali composto da 46 bande disposte tra 0.4 e 2.3 micron. Lo scanner IR/colore è attualmente prodotto e commercializzato dalla ditta Falcon Instruments Srl (Fig. 1b).

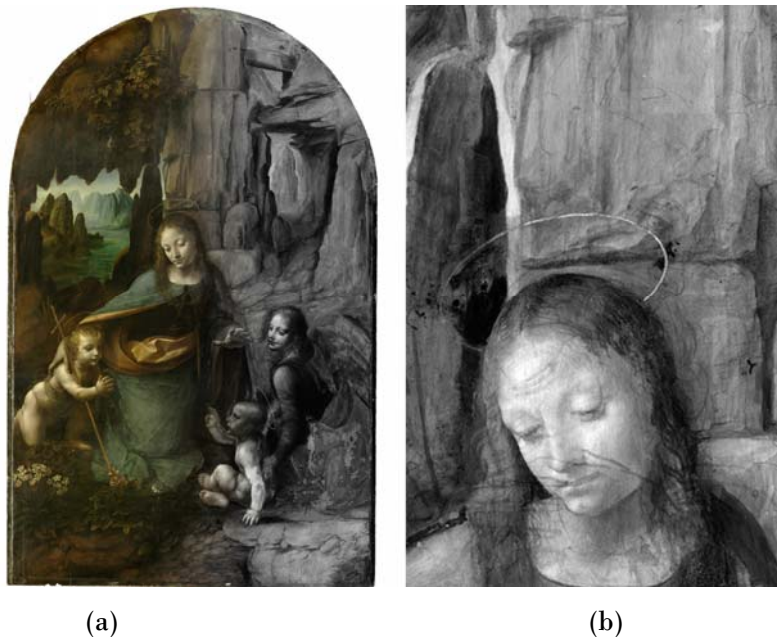


Figura 2: La “Vergine delle Rocce”: (a) veduta in dissolvenza dell’immagine a colori e del riflettogramma; (b) dettaglio del riflettogramma che mostra l’*underdrawing* di una figura in ginocchio con il volto in profilo e la mano sinistra al petto.

### L’indagine riflettografica

L’indagine IR della *Vergine delle Rocce* ha rivelato l’esistenza di due distinti *underdrawing* sotto la superficie del dipinto [6,7]. Uno di essi corrisponde all’incirca alla versione finale dell’opera, ritenuta essere una copia d’autore del dipinto omonimo conservato al Louvre; l’altro svela invece nel disegno la presenza di un’immagine diversa e inattesa, una figura inginocchiata con il volto di profilo e la mano sinistra incrociata al petto, raffigurante presumibilmente la Vergine Maria in adorazione.

Utilizzando una delle caratteristiche fondamentali dello scanner INOA, e precisamente la capacità di acquisire immagini prive di deformazioni geometriche, è stato possibile confrontare il disegno con figure simili presenti in altre opere di Leonardo, dimostrandone la vicinanza in particolare con il *San Gerolamo* dei Musei Vaticani e la figura di San Giacomo nell’*Ultima Cena*.

L’esperienza acquisita con l’indagine condotta sulla *Vergine delle Rocce* ha dimostrato una volta di più quanto una collaborazione interdisciplinare a livello internazionale possa contribuire all’avanzamento della conoscenza nell’arte e nella scienza. E’ questo, in sostanza, il

principio ispiratore del progetto Eu-ARTECH, che nei prossimi tre anni continuerà a promuovere l'uso delle tecniche diagnostiche al fine di preservare l'eredità culturale europea attraverso la disseminazione di metodologie e strumenti innovativi rappresentati dall'infrastruttura MOLAB. Altrettanto importante si è dimostrata la possibilità di sfruttamento commerciale da parte di imprese europee dei risultati scientifici ottenuti: nel caso della tecnologia scanner IR/colore si tratta di una prospettiva inaugurata di recente, con l'acquisizione del know-how dell'INOA da parte di una piccola impresa toscana, la Falcon Instruments srl, che produce e commercializza lo scanner IR/colore.

### Ringraziamenti

Per la loro collaborazione e per il loro aiuto prezioso grazie a Luke Syson e a Rachel Billinge, della National Gallery di Londra.

### Bibliografia

- [1] D. Bertani, M. Cetica, E. Buzzegoli, S.Cecchi, D. Kunzelman, P. Poggi, G.P. Piccioni, "A scanning device for infrared reflectography", *Studies in Conservation*, **35**, 1990, pp.113-116.
- [2] M. Materazzi, L. Pezzati, P. Poggi, "La riflettografia infrarossa/Infrared reflectography", catalogo della mostra *Venere e Amore/Venus and Love* a cura di F. Falletti e J. K. Nelson, ed. Giunti, 2002, p. 244 e ss.
- [3] Marras, L., Materazzi, M., Pezzati, L. and Poggi, P., "A new high resolution IR-color scanner for non-destructive evaluation of works of art", *Insight*, **45**, 2003, pp. 276-279.
- [4] A. Aldrovandi et al., "La ripresa in infrarosso falso colore: nuove tecniche di utilizzo", *OPD Restauro*, **5**, 1993, p. 89.
- [5] <http://arte.ino.it/multispettrale.php>
- [6] L. Syson, R. Billinge, "Leonardo da Vinci's use of underdrawing in the 'Virgin of the Rocks' in the National Gallery and 'St. Jerome' in the Vatican", *The Burlington Magazine*, **CXLVII**, 2005, pp. 450- 463.
- [7] R. Bellucci, C. Frosinini, B. G. Brunetti, L. Pezzati, P. Poggi, "La Vergine delle Rocce di Leonardo: sorprese nell'underdrawing", *Kermes*, **60**, 2005, pp. 45-59.

### Eu-ARTEC

Progetto "EU-Artech, *Access Research and Technology for the conservation of the European Cultural Heritage*", Contratto N. RII3-CT-2004-506171, Coordinatore Prof. B. Brunetti, Università di Perugia.

Luca Pezzati

[Luca.pezzati@inoa.it](mailto:Luca.pezzati@inoa.it)

CNR - Istituto Nazionale di Ottica Applicata (INOA)

<http://www.ino.it>