

## LA MISURA DELLA RUGOSITA’ E DELLA TOPOGRAFIA DELLA CARTA COME METODO PER DISTINGUERE LE ARTI GRAFICHE A TIRATURA MULTIPLA

Antonio Mirabile\*, W. (Bill) Wei\*\*

\*Conservatore – Restauratore di arte e documenti su carta, Consulente in Conservazione Preventiva, 11, rue de Bellefond, 75009, Parigi, Francia, Tel. + 33 1 45 05 98 33, [antonio.mirabile@gmail.com](mailto:antonio.mirabile@gmail.com)

\*\*Senior Conservation Scientist, Research Department, Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN), Postbus 76709 NL-1070 KA, Amsterdam, Olanda, Tel. + 31 20 305 47 41, [bill.wei@icn.nl](mailto:bill.wei@icn.nl)

### Abstract

Già nelle prime fasi del percorso, il progetto europeo FINGARTPRINT aveva dimostrato che è possibile riconoscere un’opera d’arte in maniera univoca attraverso la sua rugosità; il gruppo di lavoro si è concentrato sulla possibilità di usare questa caratteristica per creare una sorta di passaporto dell’opera d’arte e per controllarne e limitarne il traffico illecito.

In questa seconda fase del progetto, l’attenzione è portata sulla rugosità delle opere d’arte su carta a tiratura multipla. La misura della rugosità della carta su una zona di pochi millimetri rappresenta un metodo per identificare e differenziare delle stampe apparentemente identiche; le impronte ottenute e registrate come mappe topografiche in falso colore, infatti, possono essere utilizzate per identificare la stampa.

La ricerca presenta interessanti prospettive poiché apre le porte ad una sorta di marcatura, senza contatto, del patrimonio culturale, la cui identificazione è ottenuta attraverso la rugosità, i trattamenti di superficie della carta e lo spessore dell’inchiostro.

Le mappe topografiche ottenute sono state inoltre riesaminate dopo aver sottoposto le stampe ad un trattamento acquoso; i risultati hanno messo in evidenza una certa stabilità della topografia cartacea.

### Introduzione

Esiste, nel patrimonio culturale materiale, una grande quantità di stampe [1] che occupa un posto importante negli archivi, nelle biblioteche e nei musei. L’arte della stampa, grazie ad una serie di tratti e linee più o meno sottili, trascrive, su una superficie piana, la nozione di rilievo, suggerisce le forme ed i volumi. La stampa, riconosciuta rapidamente come una forma d’arte, ha permesso di copiare, di riprodurre e di disseminare modelli e opere di architettura, pittura, scultura... I canoni ufficiali dell’arte si sono costruiti su queste illustrazioni. Quando Manet si ispirò da Raffaello per il famoso “*Déjeuner sur l’herbe*”, non era mai stato in Italia, ma conosceva le stampe di Marcantonio [2].

La stampa deve la sua fortuna alla possibilità di moltiplicare [3] la stessa immagine.

Questa vasta gamma di immagini è una fonte inesauribile di informazioni. Esse sono spesso presenti, nelle istituzioni patrimoniali, in vari esemplari della stessa immagine, la loro riconoscibilità è garantita solo dal consueto numero d’inventario scritto a matita sul verso, numero che, in caso di furto o altre manipolazioni volontarie o involontarie, potrebbe essere facilmente cancellato, inoltre i vari esempi di marcatura indelebile e permanente, i cui principali criteri portano su: facilità di applicazione dei prodotti, leggibilità, aderenza, compatibilità col supporto, resistenza all’invecchiamento ed ai tentativi di falsificazione, presentano dei limiti di ordine deontologico [4] ed in ogni caso non hanno permesso, fino ad oggi, di creare un consenso tra i vari attori della conservazione del patrimonio culturale.

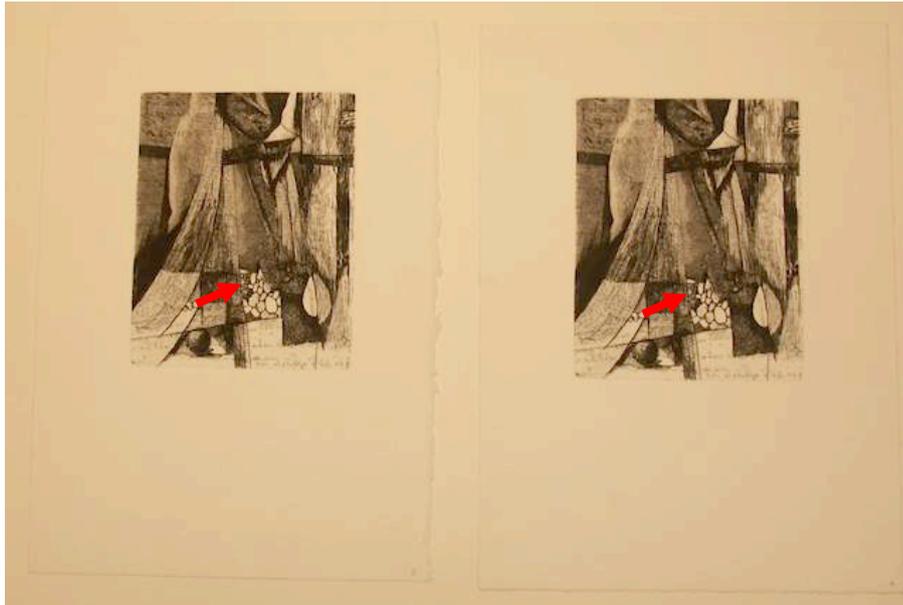
In attesa di un metodo di marcatura e d’identificazione ideale, il sistema sviluppato, nel quadro del progetto europeo FING-ART-PRINT, rappresenta un passo in avanti nella ricerca di un metodo di identificazione univoco delle opere d’arte. Il sistema permette di prendere le “impronte” di beni del patrimonio culturale. Queste impronte sono caratterizzate dalla misura, per riflettanza spettrale e senza contatto, dei colori e della rugosità di una piccola superficie dell’oggetto. La tecnologia sviluppata si basa su un profilometro confocale a luce bianca montato, in questo caso, su un braccio robotizzato [5].

L’intento di questo articolo è di misurare la rugosità delle stampe, visualmente identiche, sottoposte all’esperimento, di verificare la possibilità di differenziarle e poi di controllare la stabilità di tale impronta su un supporto idrofilo come la carta, in continua ricerca di equilibrio, dilatazione – contrazione, con l’ambiente circostante, sottoponendole ad un intervento acquoso di restauro.

## Materiali e metodo

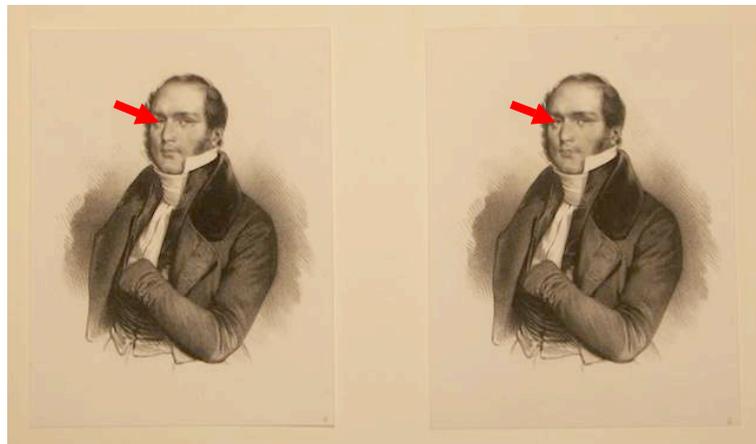
**Le stampe.** Le coppie di stampe scelte per questo esperimento sono molto diverse tra loro. Nel campo della conservazione della carta, la natura della carta può variare enormemente andando da un foglio sottile ad uno molto spesso, da una superficie liscia e calandrata ad una rugosità e porosità pronunciate. Tre tipi di carta e di stampa sono stati scelti per rappresentare la varietà delle caratteristiche di superficie e di tecniche di stampa :

- Due incisioni appositamente stampate per la ricerca, realizzate con una tecnica mista di acquaforte e maniera nera. Questo tipo di stampa presenta delle zone particolarmente cariche di inchiostro nero dall'effetto vellutato e da linee sottili. Il rilievo dell'inchiostro può essere importante e la matrice permette una tiratura limitata. La carta utilizzata, di colore avorio, non vergata, di puro cotone, è caratterizzata da una superficie particolarmente rugosa, molto usata dagli incisori contemporanei.



**Figura 1.** La misura della rugosità è stata rilevata su una superficie di 2 x 2 mm a destra della punta della freccia rossa.

- Due litografie della fine del XIX secolo comprate per la ricerca. La litografia, grazie alla porosità sottile ed alla superficie compatta della pietra litografica, permette degli effetti molto simili al disegno a matita, è caratterizzata da uno strato d'inchiostro molto sottile e consente tirature relativamente alte e non presenta l'inconveniente della consumazione delle matrici come nella xilografia e nella calcografia la matrice permette un numero illimitato di stampe. La carta è fatta a macchina, sbiancata, con fibre corte e regolari e mediamente rugosa.



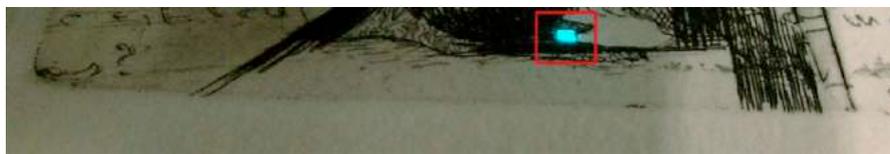
**Figura 2.** La misura della rugosità è stata rilevata su una superficie di 2 x 2 mm al centro dell'occhio destro del personaggio rappresentato.

- Due francobolli autoadesivi nuovi emessi dalle poste francesi, della serie « *Chefs d'œuvre de la peinture* », stampati in offset, il cui principio è simile a quello della litografia ma permette una più alta risoluzione, un numero più importante di copie, fino a diversi milioni di esemplari, ed uno strato di inchiostro particolarmente sottile. La carta è patinata e riduce la penetrazione dell'inchiostro nel supporto, inoltre i trattamenti di superficie delle carte patinate e la calandra finale conferiscono al supporto una superficie liscia, satinata e poco rugosa.

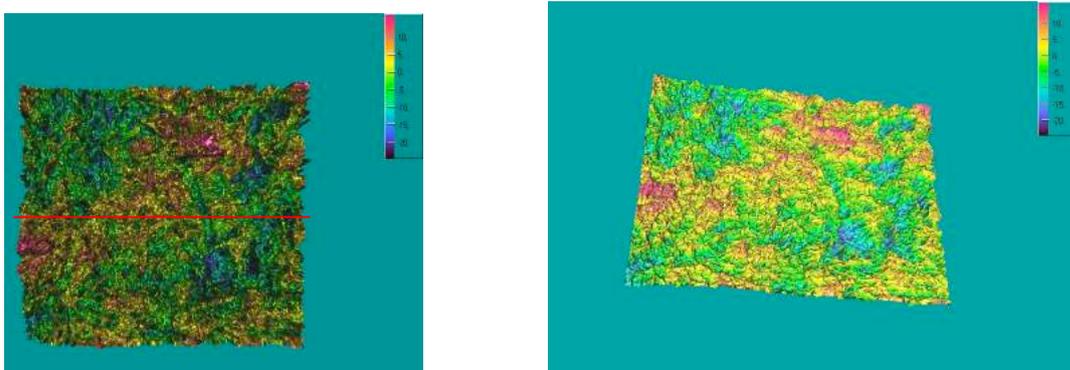


**Figura 3.** La rugosità è stata misurata su una superficie di 2 x 2 mm a sinistra della punta della freccia rossa.

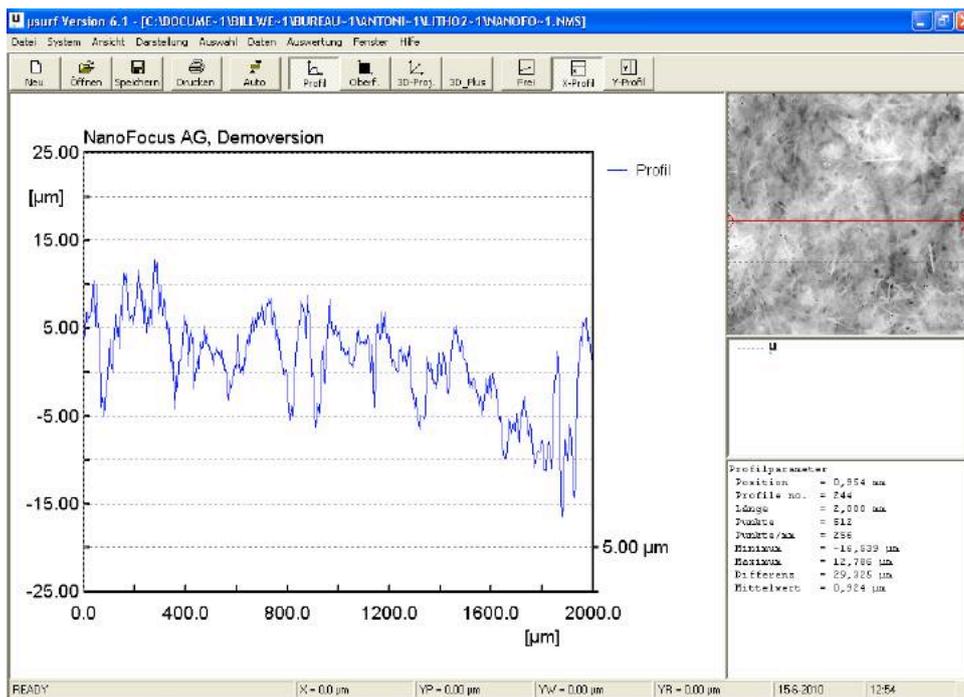
**La tecnologia.** Lo strumento di misura è composto da una fotocamera digitale e da un microscopio confocale a luce bianca. Il microscopio confocale [6] consente di misurare, distinguere e affiggere la micro topografia della superficie di pochi millimetri scelti su un'opera d'arte. I dati, registrati sotto forma di mappe topografiche, sono visualizzabili in vari modi: falso colore piano, falso colore a tre dimensioni (3D), rilievo e profilo di una sezione esatta dell'impronta. Le dimensioni dell'impronta sono date in  $\mu\text{m}$  e le lenti hanno un ingrandimento variabile. La localizzazione della superficie scelta è memorizzata dalla fotocamera digitale ed è usata per ritornare sull'impronta nel caso di una seconda serie di misure. L'acquisizione dell'immagine può ricadere in un singolo scatto o in una sequenza ordinata di scatti in grado di coprire un'area di interesse ed un ingrandimento maggiori.



**Figura 4.** La superficie scelta può essere facilmente localizzata grazie all'uso del fascio di luce proveniente dal microscopio confocale a luce bianca.



**Figure 5 e 6.** Maniera tipica per visualizzare ed analizzare la rugosità. Le Figure 5 e 6 mostrano due immagini in falso colore basate sull'altezza e sulla profondità del rilievo. In questo caso i colori vanno dal rosso-giallo al verde-blu e rappresentano rispettivamente i picchi e le valli della topografia. La linea rossa, Figura 5, rappresenta una zona in cui è stato rilevato il profilo della rugosità, il diagramma ottenuto è visibile nella Figura 7.



**Figura 7.** Profilo della rugosità lungo la linea rossa (visibile anche sulla Figura 5).

**Metodo.** Una mappatura grafica di ogni coppia di documenti ha permesso di scegliere un punto esatto e di misurarne la rugosità. La topografia può essere rilevata in qualsiasi punto della stampa, anche in una zona completamente bianca e senza tecnica ma in questo caso le zone scelte presentano un giusto equilibrio tra carta e tecnica.

I risultati sono stati registrati e catalogati per facilitarne l'uso e l'identificazione.

Per verificare la stabilità dell'impronta, i documenti che lo permettevano sono stati allora sottoposti ad un trattamento di restauro tipico delle arti grafiche (possibile nel caso delle incisioni e delle litografie ma non per i francobolli la cui carta patinata avrebbe perso il suo trattamento di superficie dopo il trattamento acquoso):

- lavaggio in acqua tiepida per 30 minuti, asciugatura naturale tra due carte assorbenti durante una settimana.
- incollaggio [7] a base di metilcellulosa in soluzione acquosa allo 0,3%, messe ad asciugare su una membrana di poliestere durante una settimana.
- spianatura sotto peso tra: due fogli di una membrana di poliestere, carta assorbente, cartone, assi di legno e peso, questo per favorire un asciugatura totale per un periodo di 7 giorni. Questa operazione di spianatura è una pratica comune nel campo della conservazione della carta e permette di evitare eventuali distorsioni del supporto ed un asciugatura regolare ed uniforme.

Poi le superfici precedentemente scelte sono state sottoposte di nuovo alla misura della rugosità, le immagini ottenute sono state allora comparate ed interpretate.

## Risultati

Gli esempi di mappe topografiche della rugosità della carta prese durante la ricerca sono visibili nelle Figure 8 a 19. Le zone rosse e gialle rappresentano i rilievi più importanti delle fibre cartacee e dell'inchiostro mentre le zone blu e verdi quelle più basse e sottili. Queste Figure mostrano chiaramente la disposizione delle fibre cartacee ed il loro rilievo.

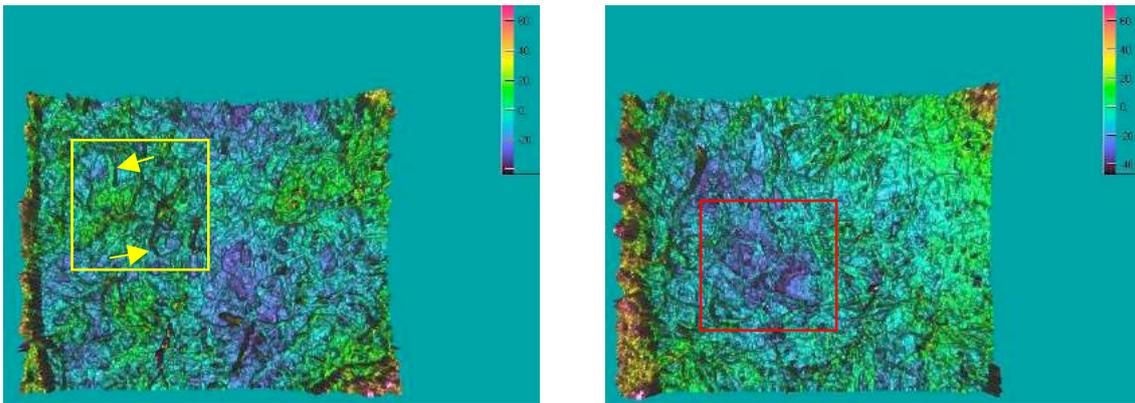
Le Figure 8 e 9, corrispondenti alle due incisioni, mostrano chiaramente che le due stampe, osservate sulla stessa superficie, presentano una mappa topografica completamente differente e la differenza massima tra i picchi e le valli è di circa 100 µm, misura visibile sulla scala colorata in alto a destra dell'immagine. L'impronta mette in evidenza una superficie particolarmente rugosa.

Le Figure 12 e 13, corrispondenti alle due litografie mostrano, anch'esse, delle differenze topografiche e se la litografia 1 ha, nel rilievo, un differenziale di circa 60 µm, la litografia 2 presenta un rilievo meno pronunciato, dell'ordine di 40 µm. L'impronta mostra una superficie mediamente rugosa, caratterizzata da una struttura fine e regolare della carta, lo spessore dell'inchiostro è molto sottile poiché l'occhio del personaggio, zona scelta per la misura, è difficile da distinguere.

Le Figure 16 e 17, corrispondenti ai due francobolli, sono molto esplicite, soprattutto nei due ingrandimenti (Figure 18 e 19), ed indicano la fine tessitura e le differenze di rilievo che presenta anche una carta particolarmente liscia, patinata e di fabbricazione industriale. E' interessante notare alcune punti neri che somigliano a delle bollicine (Figure 18 e 19), probabilmente dovute all'incollaggio finale della carta patinata, che possono essere considerate delle vere e proprie *minuzie* [8] d'identificazione delle stampe.

Questa prima serie di misure è stata seguita dal trattamento di restauro, realizzato durante il mese di gennaio 2009.

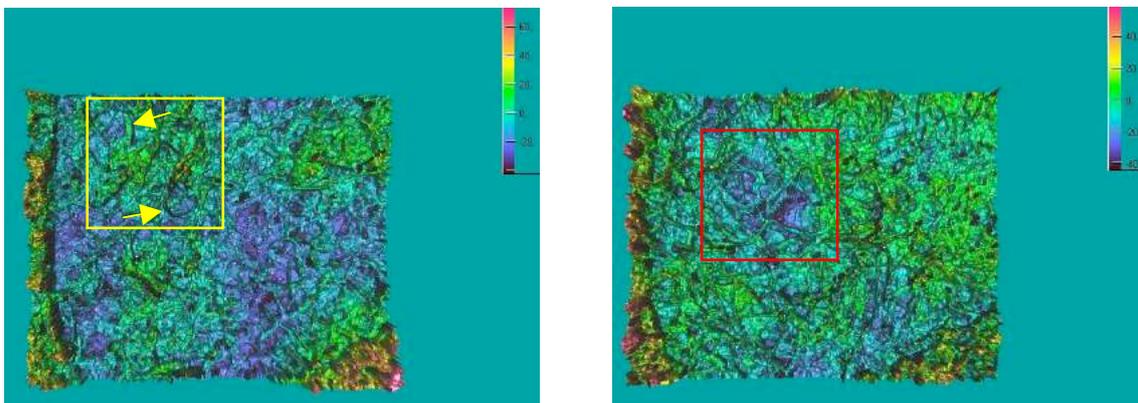
Il confronto tra le Figure 8 e 10 o 9 e 11, rispettivamente per le incisioni 1 e 2, mostra che è possibile far corrispondere le impronte prima e dopo il trattamento attraverso punti precisi e rilievi particolari. L'immagine in falso colore mostra però una leggera modificazione dei rilievi; le zone blu scuro si sono attenuate per lasciare il posto a delle più grandi zone verde-grigio indicando una perdita di profondità del bassorilievo probabilmente colmato dall'operazione di incollaggio. La scarsa presenza di zone rosse non consente di dire se le vette si sono attenuate.



**Figure 8 e 9.** Incisione 1 (a sinistra) ed incisione 2 (a destra) prima del trattamento.

La differenza tra le due topografie è evidente. La zona misurata è di 2 x 2 mm.

I quadrati giallo e rosso sono da mettere, rispettivamente, in relazione con le Figure 10 e 11.

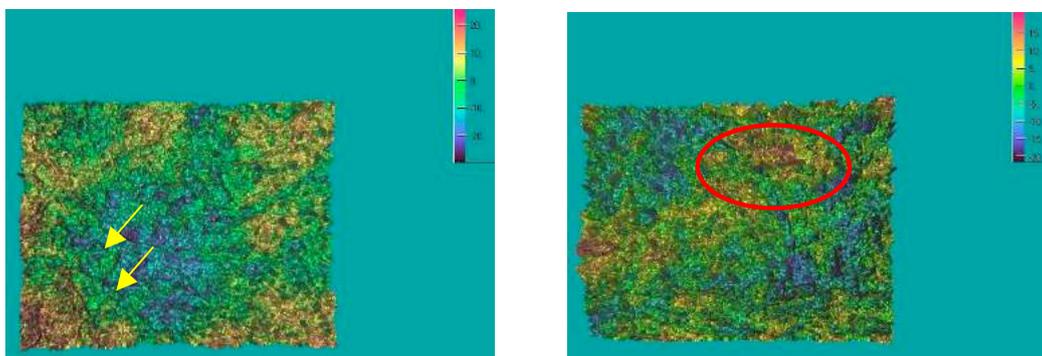


**Figure 10 e 11.** Incisione 1 ed incisione 2 dopo il trattamento acquoso, l'incollaggio e la spianatura.

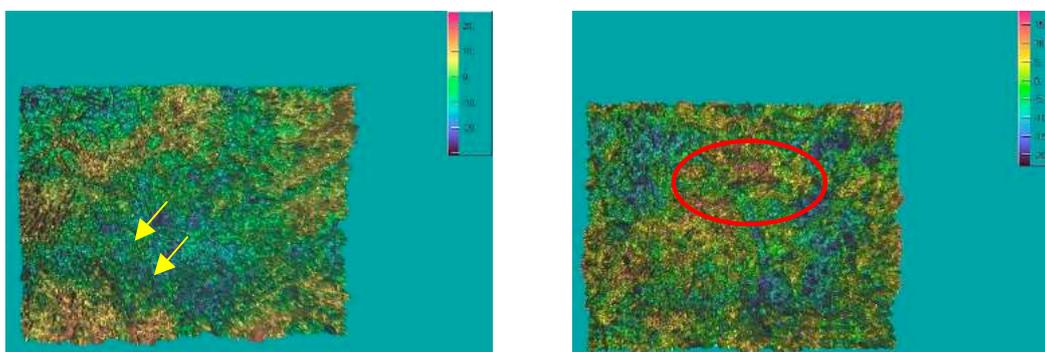
I quadrati gialli e rossi mostrano le zone il cui rilievo corrisponde. Le frecce gialle delle Figure 8 e 10, per esempio, indicano due forme che sono presenti sulle due immagini, il "cratere" blu scuro delle Figure 9 e 11 non lascia dubbi quanto alla corrispondenza tra le due immagini.

Il confronto tra le Figure 12 e 13 o 14 e 15, rispettivamente per le litografie 1 e 2, sono, anch'esse, chiare e consentono di ritrovare dei punti corrispondenti utili all'identificazione; anche in questo caso, però, il bassorilievo generale si è modificato lasciando apparire delle più ampie zone verde-grigio (mediamente profonde) al detrimento delle zone blu (molto profonde). Da notare che le zone rosso-giallo (corrispondenti ai picchi della topografia) hanno subito poche modificazioni, denotando una tecnica di spianatura senza effetti particolari sul rilievo.

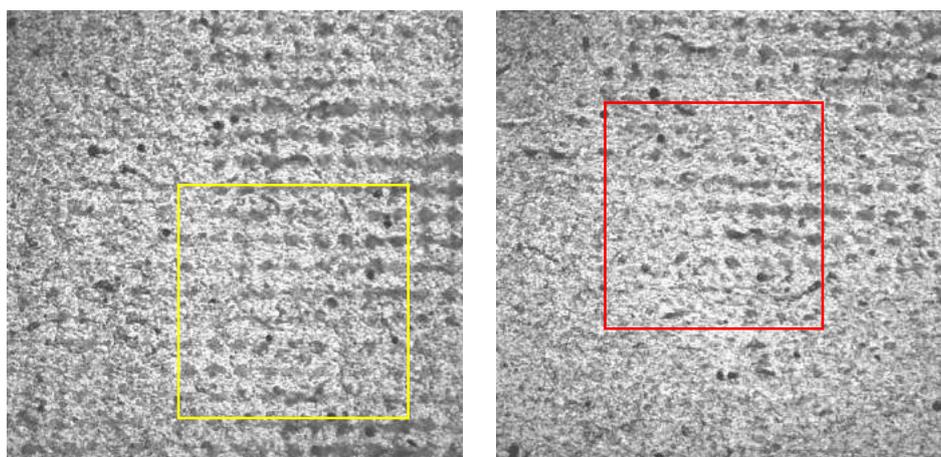
Una tecnica di confronto potrebbe essere realizzata con un software di revisione di immagini digitali; basterebbe, in questo caso, rendere le immagini traslucide e sovrapporle per verificarne la corrispondenza totale o parziale.



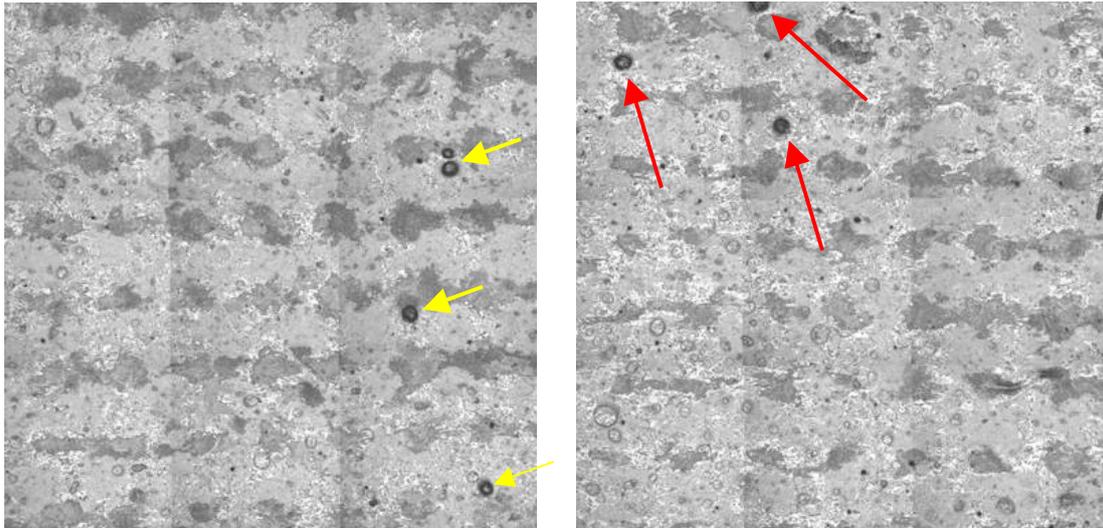
**Figure 12 e 13.** Litografia 1 (a sinistra) e litografia 2 (a destra) prima del trattamento. La zona misurata è di 2 x 2 mm. Le frecce e l'ovale sono da mettere in relazione con le Figure 14 e 15.



**Figure 14 e 15.** Litografia 1 e litografia 2 dopo il trattamento di lavaggio, incollaggio e spianatura. Le zone indicate nelle Figure 14 e 15 combaciano quasi perfettamente con quelle indicate nelle Figure 12 e 13. Le frecce gialle puntualizzano due “buchi” presenti anche sulla Figura 12. L'ovale rosso delle Figure 13 e 15 rinchiude un rilievo rossastro particolarmente pronunciato, identico nelle due topografie.



**Figure 16 e 17.** Francobollo 1 (a sinistra) e 2 (a destra). La zona misurata è di 2 x 2 mm. I quadrati giallo e rosso rappresentano gli ingrandimenti delle Figure 18 e 19.



**Figure 18 e 19.** Ingrandimento delle topografie dei francobolli 1 (a sinistra) e 2 (a destra).  
Le frecce mostrano dei punti neri presenti anche nelle Figure 16 e 17. La zona misurata è di 0,85 x 0,85 mm.

## Conclusioni

La facilità di utilizzazione del microscopio e la rapida comprensibilità ed interpretazione delle immagini ottenute sottolineano le prime conclusioni della ricerca.

I risultati dei casi studiati mostrano che l'impronta, la rugosità o la topografia di una stampa è unica anche quando quest'ultima si trova su una stampa a tiratura multipla manuale od industriale. L'impronta registrata sotto forma di mappa topografica digitale consente, grazie alla disposizione delle fibre ed alla misura delle irregolarità superficiali, d'identificare e di distinguere il documento scelto. Alcuni dubbi sussistono sulla durabilità a lungo termine dell'impronta, sulla stabilità e sull'obsolescenza, per ragioni materiali o commerciali, delle immagini digitali e della tecnologia anche se poi, questo argomento riguarda in maniera molto più ampia l'universo digitale.

Una seconda serie di misure, realizzate dopo un trattamento di restauro a base acquosa seguito da incollaggio e spianatura, ha messo in evidenza l'attenuazione o la scomparsa di alcuni rilievi, probabilmente colmati dall'adesivo di incollaggio.

Ancora una volta è stato possibile mettere in relazione stampa e mappa topografica della rugosità anche dopo il trattamento di restauro ma la constatazione della perdita di alcuni rilievi, emersa dopo il trattamento, sposta l'attenzione su un'importantissima discussione, che il mondo della conservazione del patrimonio culturale dovrà prendere in considerazione prima o poi: come misurare esattamente i cambiamenti di un'opera d'arte dopo un intervento di restauro? Quanti e quali i loro accettabili limiti? Quali gli indicatori di messa in guardia di questi cambiamenti: le misure scientifiche o la percezione?

## NOTE

[1] La stampa è l'arte e la tecnica di imprimere e riprodurre, in vari esemplari, scritti e disegni, mediante opportuni procedimenti, da una matrice in rilievo, in cavo o in piano.

[2] Marcantonio Raimondi (1480 – 1534), incisore italiano, pioniere nell'uso della stampa per riprodurre il lavoro di altri artisti. Le sue incisioni aiutarono a diffondere lo stile di Raffaello.

[3] Le stampe, frutto di un processo di moltiplicazione, sono tirate in vari esemplari identici, numerate e firmate dall'artista a partire dall'inizio del XX secolo, la cui totalità si chiama un'edizione.

[4] Il criterio di leggibilità della marcatura, per esempio, potrebbe disturbare la lettura dell'immagine o, al contrario, essere di una dimensione così ridotta da renderlo facilmente dissimulabile. Il carattere indelebile potrebbe contraddire il principio di reversibilità degli interventi. Una collezione di francobolli potrebbe ritrovarsi coperta da varie marche dopo essere passata tra le mani di varie istituzioni.

[5] Il sistema è stato descritto nell'articolo "Legal issues in conservation" (ICOM CC, 2008, VOL. I pp. 1011 a 1016).

[6] Lo strumento è schematicamente costituito da un normale microscopio al quale viene sovrapposto un apparato che si occupa di illuminare e rilevare l'immagine di un campione illuminato con una scansione punto a punto.

[7] Prodotto aggiunto alla carta per dare resistenza alla bagnatura e per regolare l'assorbimento dell'inchiostro ed impedirne il trapasso e la sbavatura.

[8] Discontinuità dello schema alternato di creste e valli che possono essere facilmente rilevate sulla superficie delle dita e sulle impronte digitali.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bersier Jean-E., *La gravure, les procédés, l'histoire*, Arts, Berger-Lervault, 1963.
2. Cameron Fiona, Kenderdine Sarah, *"Theorizing Digital Cultural Heritage"*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2007.
3. Catling Dotothy, Grayson John, *"Identification of Vegetal Fibres"*, Archetype Publications, Gran Bretagna, 2004.
4. Dawson Sophie, Turner Silvie, *"A Hand Papermaker's Sourcebook"*, Estamp, Londra, 1995.
5. Lange D.A., Jennings H.M., Shah S.P., *"Analysis of surface roughness using confocal microscopy"*, in *"Journal of Materials Science"* 28, 1993, 3879-3884.
6. Riegel Aloïs, *"Le culte moderne des monuments"*, Editions du Seuil, Paris, 1984.
7. Sandoz P. e al, *"Roughness measurement by confocal microscopy for brightness characterization and surface waviness visibility evaluation"*, in *"Wear"* 201, 1996, 186-192.
8. Wei W., Frohn J., Sotiropolou S., and Weber M., *"Experience with a New Non-Contact Fingerprinting Method for the Identification and Protection of Objects of Cultural Heritage Against Theft and Illegal Trafficking"*, in *"Argyropoulos, V., et al (eds.) Proceedings of the International Conference on Strategies for Saving Indoor Metallic Collections"*. Cairo, Egypt, 25 February - 1 March 2007.
9. Wei W., Frohn J., Weber M., *"Characterisation of the varnish-object interface using white light confocal profilometry"*, in *"Proceedings of SPIE Volume 6618: SPIE European Symposium on Optical Metrology, O3A: Optics for Arts, Architecture, and Archaeology"*. Fotakis C., Pezzati L., Salimbeni R., (eds.). Bellingham.
10. Wei W., Stangier S., De Tagle A., *"In situ characterisation of the surface of paintings before and after cleaning using white light confocal profilometry"*, in: *"Proceedings of Art '05 - 8th International Conference on Non-Destructive Investigations and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage"*. Lecce, Italy, 15-19 May 2005.