

Pulizia e ricostruzione computerizzata dell'immagine corporea dell'Uomo della Sindone

G. Fanti, S. Faraon

Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Università di Padova
Via Venezia 1, 35137 Padova - Italy
tel.+39-49-8276804, fax+39-49-8276785, e-mail: <fanti@mail.dim.unipd.it>

Sommario

Mediante l'utilizzo di sistemi di visione è stata pulita dai diversi disturbi l'immagine corporea dell'Uomo della Sindone di Torino.

Le fotografie ottenute per contatto con le lastre di Enrie sono state digitalizzate ad alta risoluzione con scanner e successivamente si sono identificate le cause di disturbo quali quelle dovute agli effetti di incendi, acqua, sangue e pieghe. Ogni tipo di difetto è stato eliminato sia dall'immagine corporea frontale che da quella dorsale della Sindone di Torino.

Durante la fase di pulizia dell'immagine sono stati evidenziati due nuovi cerchi che sono sotto indagine.

L'immagine corporea pulita ha fatto risaltare varie bande longitudinali, di diversa gradazione di colore, probabilmente dovute al diverso processo di tessitura del lino.

L'immagine finale è stata ricostruita in corrispondenza delle braccia in accordo con le informazioni acquisite da uno studio basato su un manichino numerico antropomorfo e da prove sperimentali di teli appoggiati su una scultura dell'Uomo della Sindone.

Title: “Computer cleaning of the body image of the Turin Shroud“

Abstract

The highly damaged body image of the Turin Shroud was cleaned from disturbances employing vision systems.

The work starts from a high resolution digitization of the photos, directly obtained from Enrie's glass plates, and continues with the identification of the noise causes such as those due to the fire, water, blood, etc..

Each defect type is evidenced and eliminated from both the frontal and the dorsal image of the Turin Shroud.

During the cleaning phase two new circles, that are under investigation, were evidenced.

The cleaned body image evidences alternating bands of slightly different colors due to the process of weaving the cloth.

The cleaned image is finally rebuilt in correspondence of the arms taking into account for the information coming from an analysis done by means of an anthropomorphous manikin and from experimental tests done wrapping linen sheets on a sculpture.

-1) Introduzione

Sulla Sindone di Torino (ST) si può notare^[1]: -a) l'immagine corporea di un uomo avvolto nel lenzuolo dopo la flagellazione e la morte per crocifissione; -b) le tracce di sangue che corrispondono alle ferite dell'uomo che fu avvolto nel lenzuolo e fra queste si notano i segni del flagello, la ferita del costato, quelle dei chiodi e della corona di spine e gli aloni di siero (se si osservano in luce ultravioletta); -c) le bruciature causate dall'incendio di Chambéry che nel 1532 danneggiò gravemente il lenzuolo e le bruciature di altri incendi precedenti; a causa delle bruciature parte dell'immagine delle braccia e delle spalle è andata perduta -d) le macchie dell'acqua usata per spegnere l'incendio di Chambéry; -e) le toppe cucite dalle suore clarisse nel 1534 per riparare parzialmente i danni provocati dall'incendio di due anni prima; -f) altre tracce, meno facilmente osservabili ad occhio nudo, quali quelle lasciate da monete, fiori, scritte, ecc.; -g) la trama a spina di pesce del tessuto di lino.

Le fotografie della ST riportano inoltre altri disturbi connessi all'ottica ed al procedimento di sviluppo e stampa fotografica.

Tali fotografie riportano quindi l'immagine corporea frontale e dorsale dell'Uomo avvolto da essa con sovrapposti svariati disturbi che rendono difficile ogni analisi accurata dell'immagine.

Per esempio in queste condizioni, elaborazioni tridimensionali dell'immagine corporea forniscono risultati poco soddisfacenti se non si eseguono elaborazioni preventive perché compaiono segni estranei in netto rilievo quali le tracce di sangue e di acqua utilizzata per spegnere l'incendio di Chambéry.

In questo lavoro si è cercato di evidenziare i diversi disturbi che deteriorano l'immagine corporea della ST per cercare di ottenere un'immagine più realistica. In base ai risultati di altri lavori^[2,3] che hanno definito il profilo completo dell'immagine corporea tramite confronto con un manichino numerico antropomorfo, l'immagine corporea frontale e dorsale è stata completata nelle parti mancanti di braccia e spalle.

I risultati ottenuti sono stati confrontati con un lavoro parallelo svolto sull'immagine frontale^[4] e con i risultati sperimentali dell'avvolgimento di lenzuoli di lino con il corpo tridimensionale dell'Uomo della ST^[5] in grandezza naturale.

-2) Descrizione del metodo

Per ricostruire l'immagine corporea frontale e dorsale, si è eseguita la procedura di seguito discussa (figura 1).

- 2.1) Digitalizzazione ad alta risoluzione delle fotografie di Enrie

Si sono digitalizzate le fotografie ottenute per contatto dalle tre lastre di Enrie del 1931 eseguite con pellicola ortocromatica.

Sono state scelte le fotografie ottenute per contatto con le lastre in possesso di M. Moroni perché caratterizzate da ottima risoluzione in tutta la superficie della fotografia; la risoluzione è infatti migliore della trama del tessuto di lino e pertanto con queste immagini è possibile analizzare dettagli fotografici di qualche decimo di millimetro con una lunghezza del tessuto di 5,34 m; tali lastre sono danneggiate (crepe del vetro), ma il difetto può essere corretto tramite sistemi di visione.

Si sono inoltre preferite queste fotografie rispetto a quelle di A. Guerreschi^[4] perché il fotografo ha eseguito una elaborazione simile che potrà così essere oggetto di un confronto indipendente alle fine del lavoro.

Sono state digitalizzate le immagini frontale e dorsale, acquisendo l'intero lenzuolo in 24 immagini di dimensioni di 7 MB. Una successiva elaborazione ha permesso di ottenere

un'immagine dell'impronta frontale ed una dell'impronta dorsale di dimensioni di 16 e 18 MB (figura 2) mediante confronto della posizione di punti caratteristici.

- 1) Digitalizzazione ad alta risoluzione delle fotografie di Enrie
- 2) Pulizia delle immagini
- 3) Normalizzazione della luminanza
- 4) Ricostruzione delle braccia e delle spalle: profili dell'immagine e luminanza
- 5) Immagine corporea pulita e ricostruita; verifica di tridimensionalità

Figura 1: schema della procedura seguita.

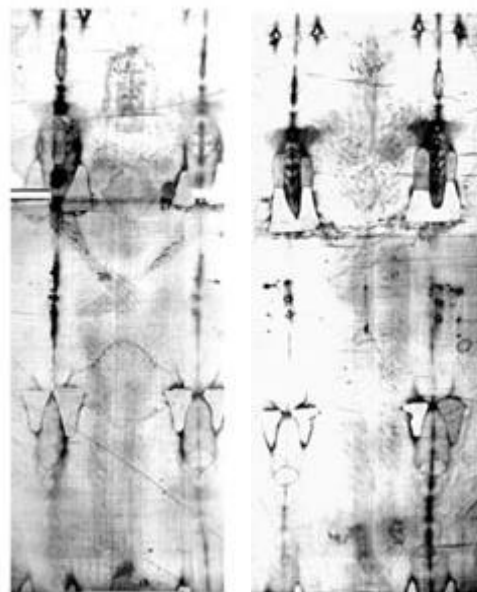


Figura 2: immagini digitalizzate durante la fase (1)

- 2.2) Pulizia delle immagini

Le immagini digitalizzate sono state dapprima corrette tenendo conto delle caratteristiche della lastra fotografica quali crepe del vetro e piccoli difetti. Per esempio in figura 3 viene riportata la correzione di una macchia bianca e di una traccia scura.

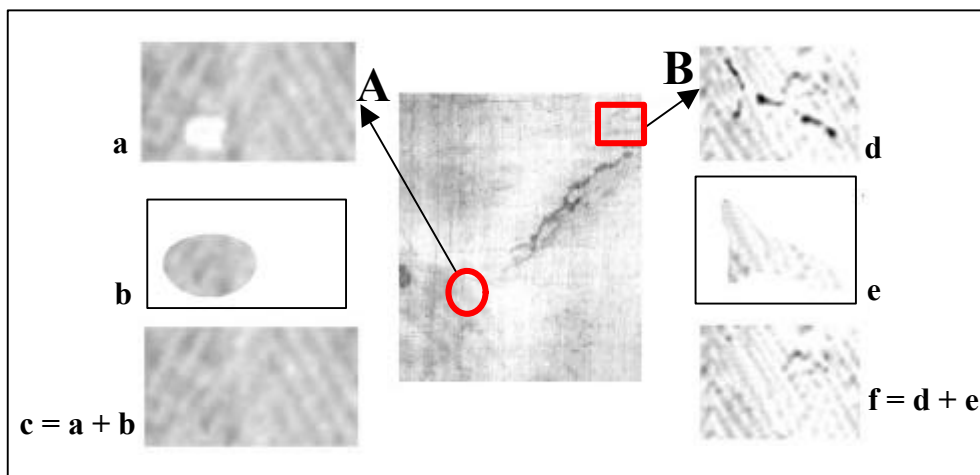


Figura 3: esempi di correzione dei difetti della lastra fotografica in corrispondenza dell'immagine frontale all'altezza delle mani: il particolare A (falange della mano sinistra) contiene una macchia bianca (immagine *a*), mentre il particolare B (avambraccio destro) contiene segni scuri (immagine *d*). Le immagini *b* ed *e* vengono sovrapposte alle corrispondenti *a* ed *d* per ottenere le immagini corrette *c* ed *f*.

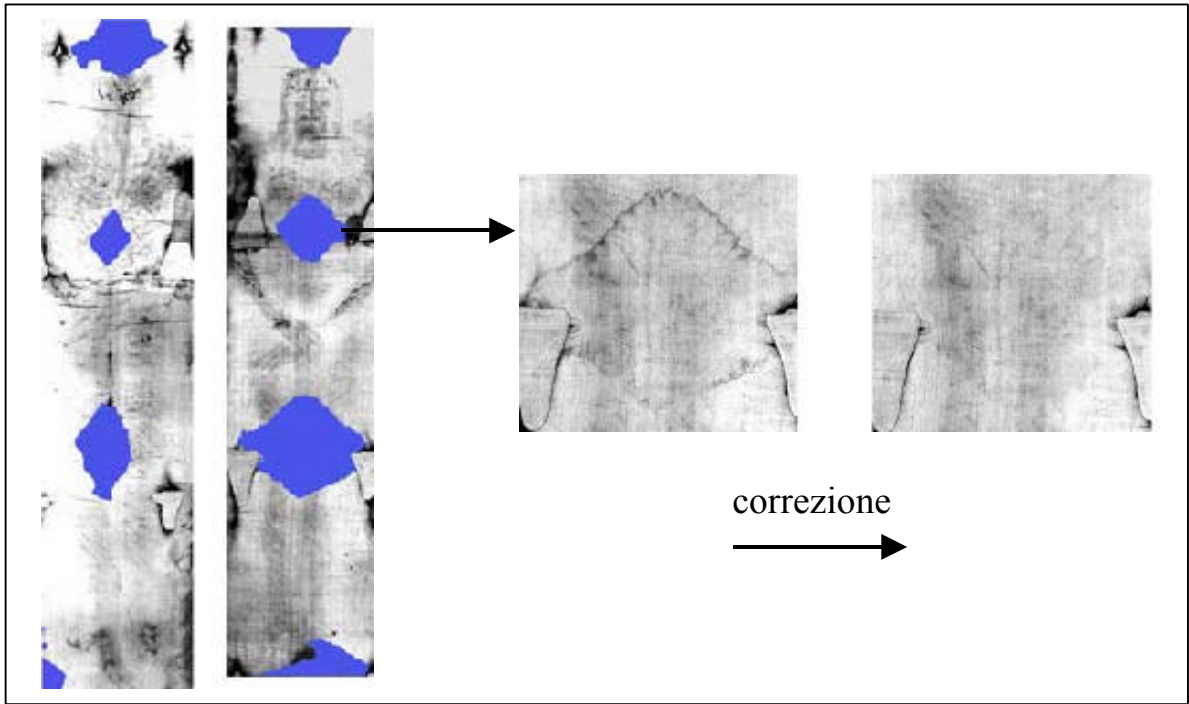


Figura 4: esempio di correzione dei disturbi: macchie di acqua dovute allo spegnimento dell'incendio di Chambéry: a sinistra immagine frontale e dorsale con evidenziate alcune macchie d'acqua; a destra particolare della correzione di una macchia.

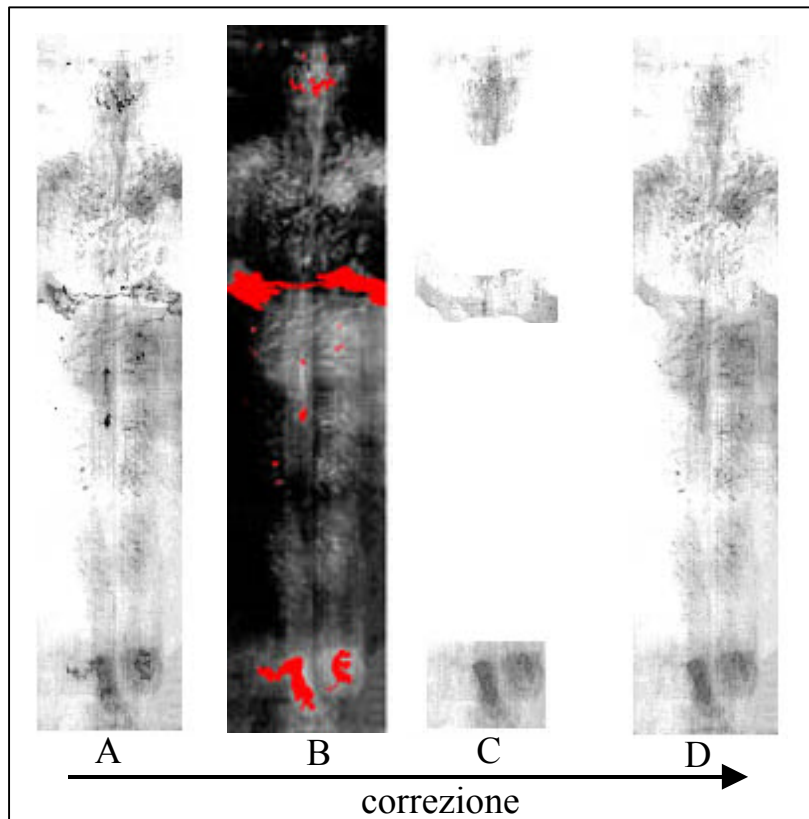


Figura 5: Esempio di correzione delle macchie di sangue dell'immagine dorsale dovute alla colatura di sangue dalla ferita del costato, dalle ferite del casco di spine e dalla chiodatura dei piedi. A: immagine dorsale iniziale; B: evidenziazione di alcune macchie di sangue; C correzione dell'immagine; D: immagine corretta.

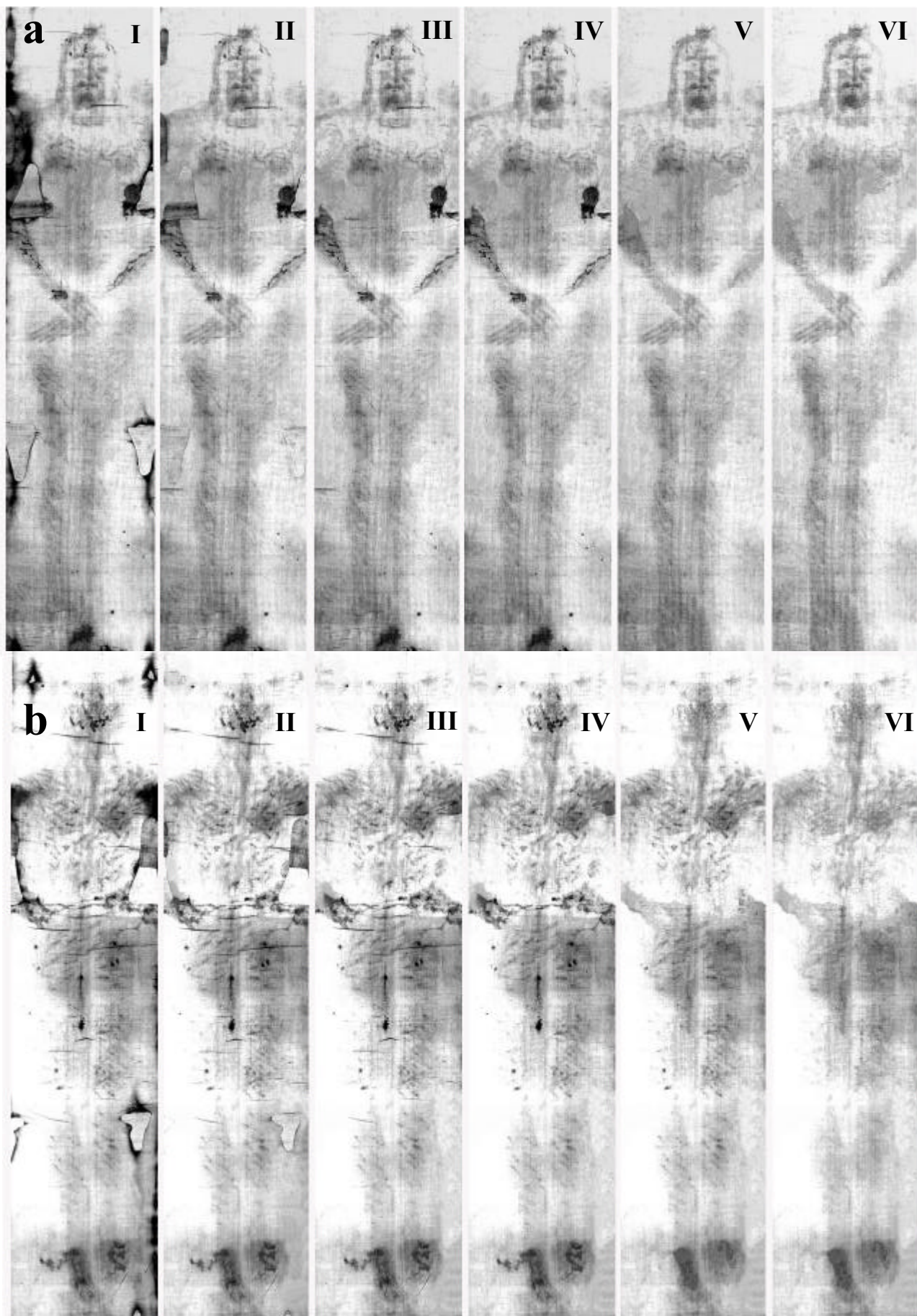


Figura 6 a, b: fasi di correzione dei disturbi dell'immagine frontale (a) e dorsale (b): I) immagine iniziale; II) pulizia delle tracce di acqua; III) pulizia delle bruciature ed eliminazione delle toppe; IV) pulizia delle pieghe; V) eliminazione delle macchie di sangue; VI) eliminazione delle ferite.

Poi si sono eliminati, in fasi successive, nell'ordine seguente, i difetti relativi a:

1. tracce di acqua usata per spegnere l'incendio del 1532 (figura 4);
2. bruciature causate da incendi;
3. toppe di lino cucite durante il restauro successivo all'incendio del 1532;
4. segni del lino causati dall'avvolgimento su sé stesso del lenzuolo: ad esempio un segno è evidente in corrispondenza della barba;
5. tracce di sangue dovute sia alle ferite quali quelle provocate dal flagello, dai chiodi, dalle spine e dalla lancia, sia quelle dovute a colature di sangue (figura 5) quali quelle delle braccia e del volto, sia di altre tracce non ancora chiaramente identificate in bibliografia come quella in corrispondenza ai glutei; in questa fase si sono ottenute immagini ad alta risoluzione della Sndone associate alla rimozione di ogni singolo difetto (figura 6 a, b).
6. Per quanto riguarda l'eliminazione della trama del tessuto e l'effetto delle bande longitudinali probabilmente dovuto alla diversa qualità di lino utilizzato per la tessitura^[7], si è reso necessario un filtraggio delle immagini (figura 7) con una conseguente riduzione della risoluzione.

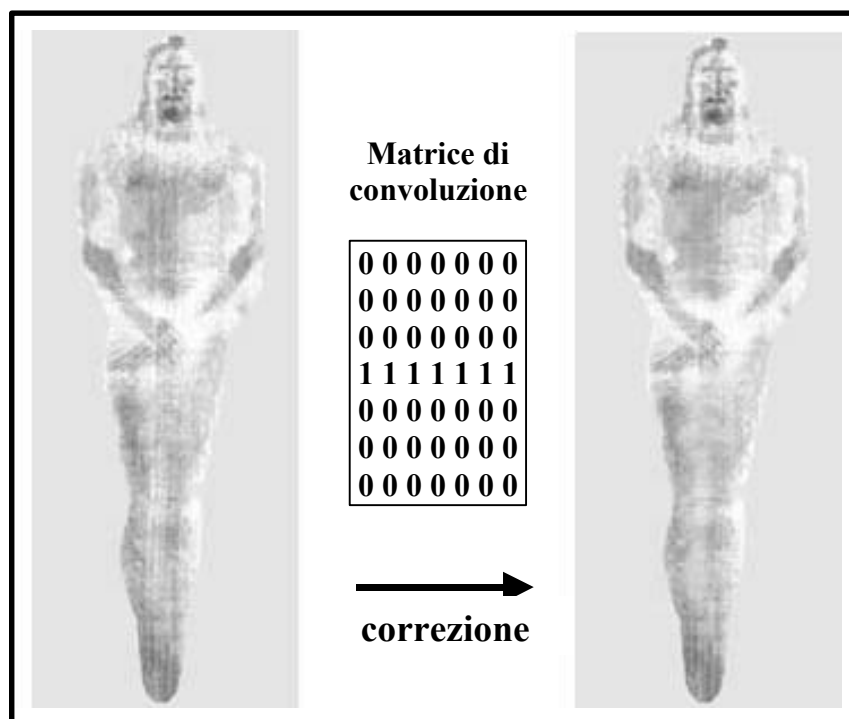


Figura 7: eliminazione delle bande longitudinali dell'immagine frontale pulita (e ricostruita al punto 2.4) mediante convoluzione con una matrice 7x7.

- 2.3) Normalizzazione della luminanza

Dato che, a causa delle diverse caratteristiche intrinseche della fotografia, i valori di luminanza delle diverse zone dell'immagine non sono definite univocamente (in dipendenza dall'ottica, dal diaframma, dal tempo di esposizione, dall'illuminazione, etc.) si è proceduto a normalizzare i valori di luminanza dell'immagine corporea pulita secondo la procedura descritta in ^[8].

In entrambe le immagini corporee frontale e dorsale si è ottenuto lo stesso valore di differenza fra il valore massimo e minimo di luminanza (pari a 186) e si è posto che il valore più scuro fosse pari a 0, mentre il valore più chiaro fosse 250. L'immagine risultante è riportata in figura 8.

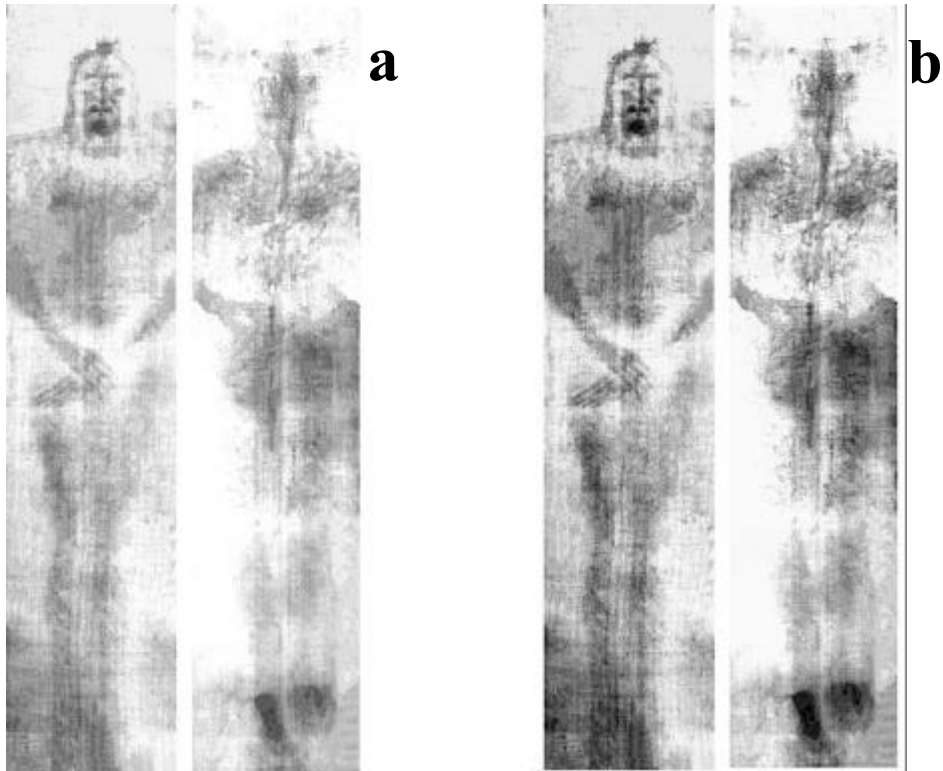


Figura 8 a, b: normalizzazione della luminanza: a) immagine corporea frontale e dorsale pulita prima della normalizzazione (cfr. fig.6 a, b VI); b) corrispondente immagine corporea frontale e dorsale dopo la normalizzazione.

- 2.4) Ricostruzione delle braccia e delle spalle: profili dell'immagine e luminanza

In un altro lavoro ^[3] è stato costruito un manichino numerico antropomorfo simile all'Uomo raffigurato nella ST sulla base di un confronto al computer fra la ST digitalizzata e l'effettiva dimensione e posizione del manichino coperto dal telo numerico (figura 9).

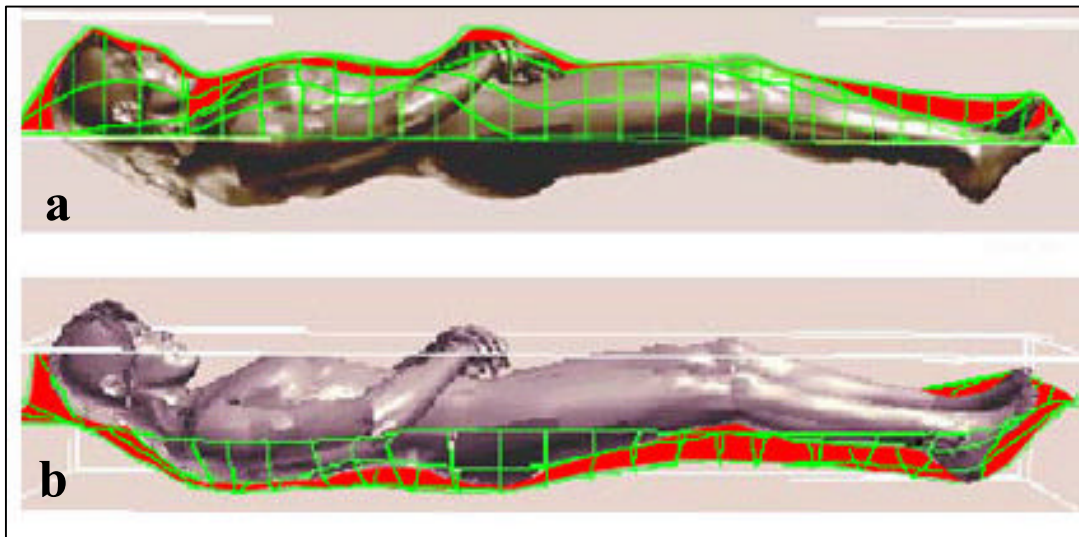


Figura 9: simulazione tramite manichino numerico dell'avvolgimento della ST; (a) immagine frontale, (b) immagine dorsale. In rosso sono indicate le zone in cui verosimilmente non c'è contatto fra lenzuolo e corpo avvolto. Dallo studio eseguito è evidente un avvolgimento del lenzuolo anche in corrispondenza dell'immagine dorsale (b).

è evidente un avvolgimento del lenzuolo anche in corrispondenza dell'immagine dorsale (b).

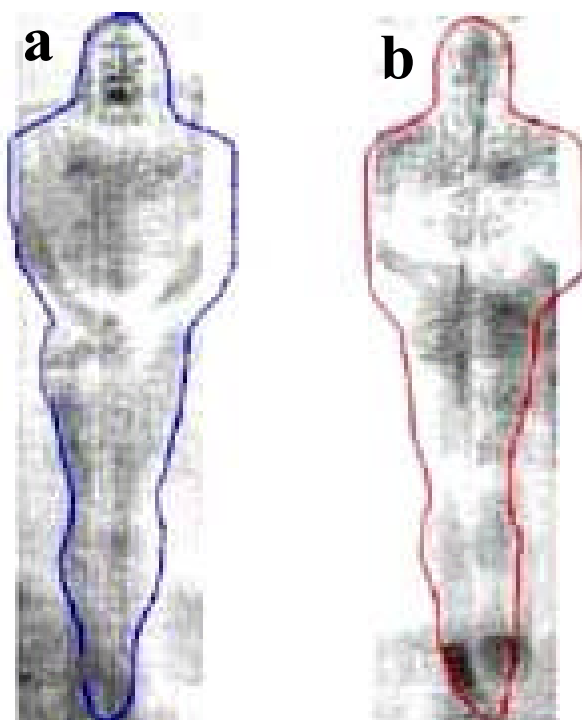


Figura 10: profili frontale (a) e dorsale (b) sovrapposti alle corrispondenti immagini corporee.

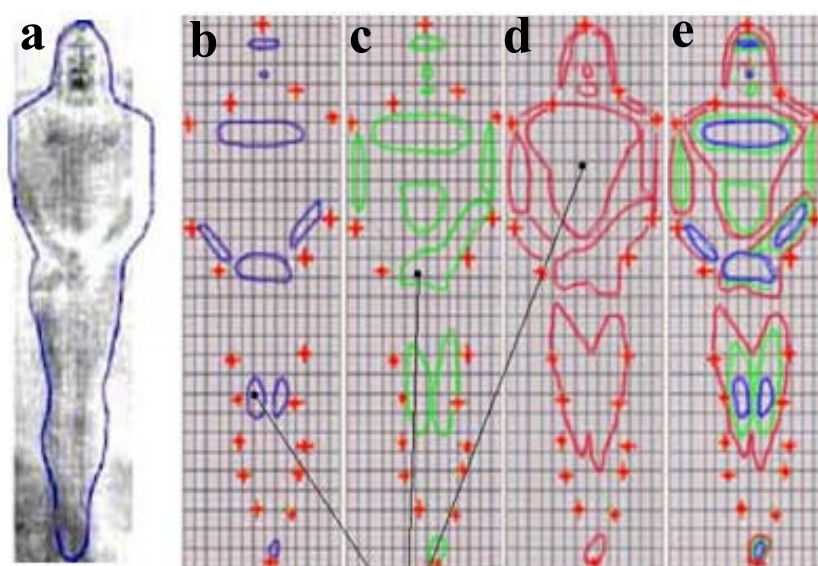


Figura 11: procedura per la determinazione della luminanza delle zone ricostruite (immagine frontale): a) il profilo è stato sovrapposto all'immagine corporea; b) il telo numerico plastico è stato abbassato in direzione del manichino di 2 cm per determinarne le zone di contatto fra corpo e telo; c) abbassamento di 4 cm; d) abbassamento di 6 cm; e) sovrapposizione delle impronte b), c) e d).

Si è quindi definito il profilo più probabile dell'immagine frontale e dorsale che sarà utilizzato per la ricostruzione delle braccia nell'immagine corporea pulita (figura 10).

Per ricostruire le regioni dell'immagine corporea corrispondenti a spalle e braccia, dopo avere individuato il profilo frontale e dorsale è stata elaborata una procedura per la determinazione della corrispondente luminanza.

Si è sovrapposto al manichino numerico (su entrambi i lati frontale e dorsale) un telo plastico corrispondente all'immagine della ST.

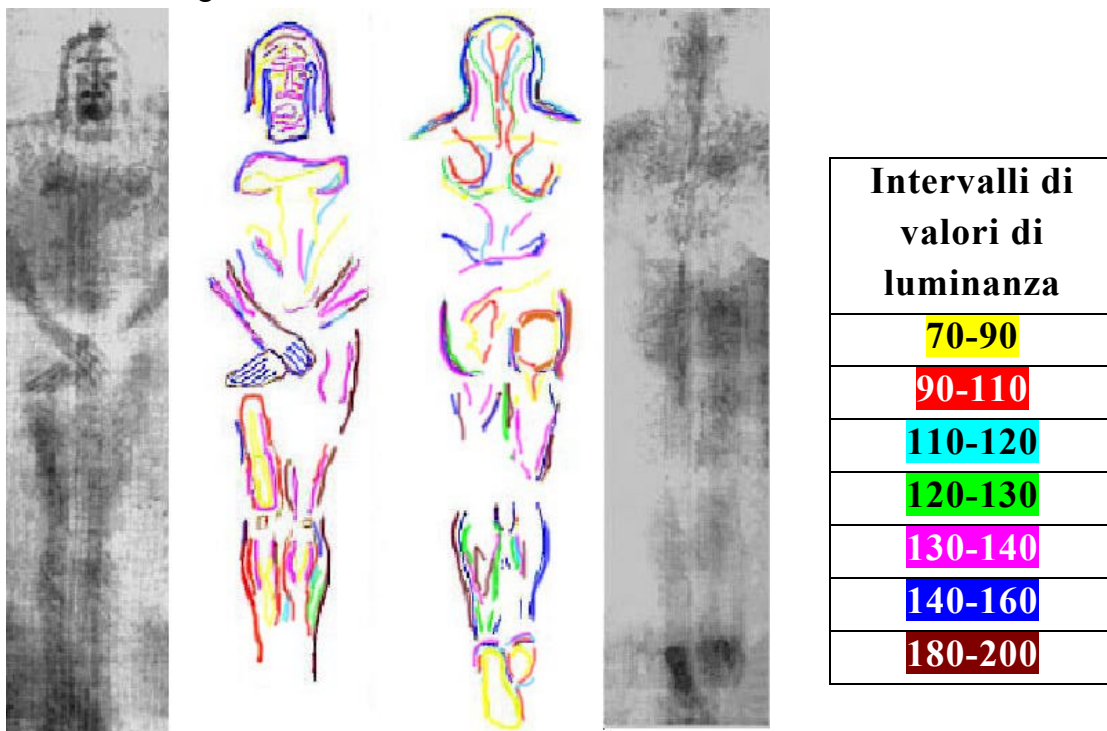


Figura 12: per associare i corrispondenti valori di luminanza ad una certa distanza ipotizzata fra lenzuolo e corpo avvolto, si sono determinate le diverse aree delle immagini corporee frontale e dorsale associate a particolari intervalli di luminanza.

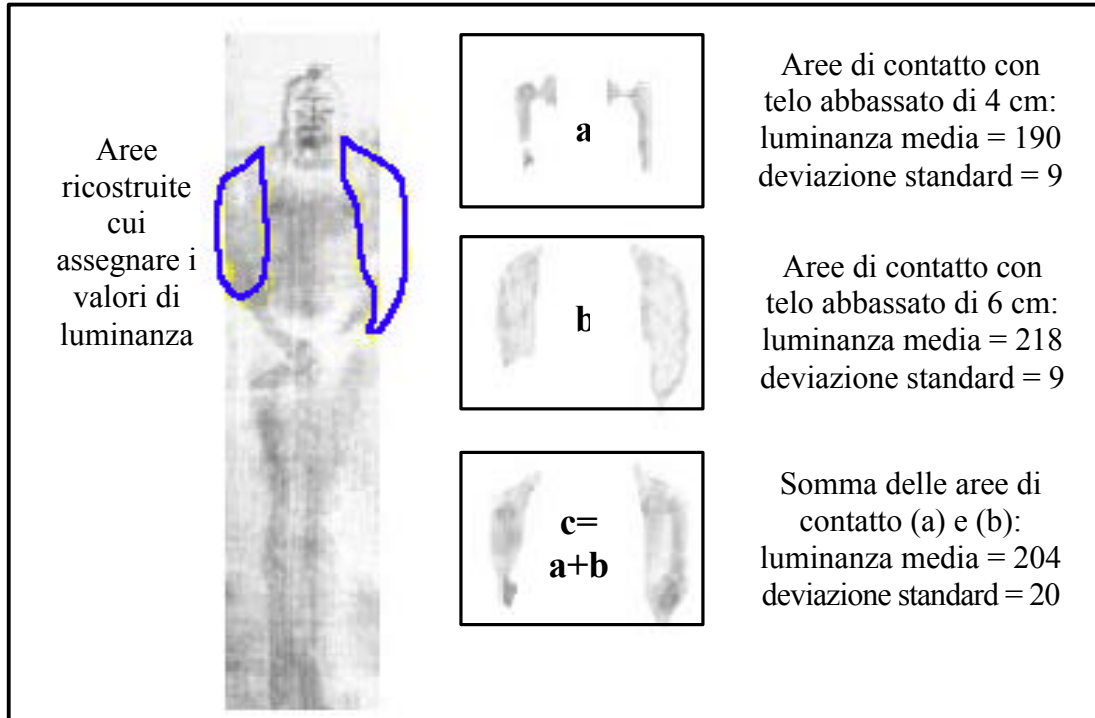


Figura 13: l'immagine (c), sovrapposizione delle immagini (a) e (b) è il risultato della ricostruzione dell'immagine delle braccia e delle spalle.

Manichino numerico e telo virtuale hanno consentito di simulare le zone di contatto fra corpo dell'Uomo della ST e lenzuolo in funzione della loro distanza reciproca. Al telo si sono imposti diversi avvicinamenti alla superficie del manichino in modo da determinare le corrispondenti

aree di contatto fra lenzuolo e corpo avvolto (figura 11). Sulla base della conoscenza della relazione fra distanza ipotizzata e corrispondente valore di luminanza dell'immagine corporea della ST (figura 12), è stato quindi possibile assegnare i corrispondenti valori di luminanza alle zone delle braccia ricostruite (figura 13).

L'immagine finale ottenuta dalle operazioni di pulizia e ricostruzione è riportata in figura 14.



Figura 14: l'immagine frontale e dorsale dell'Uomo della ST, pulita e ricostruita in corrispondenza delle braccia, è stata sovrapposta alla fotografia della ST con tutti i disturbi quali bruciature, toppe, etc.

- 2.5) Immagine corporea ricostruita e pulita: analisi di dettagli e verifica di tridimensionalità

a) Segni circolari

L'alto livello di dettaglio delle fotografie a disposizione ha consentito di effettuare un'analisi dettagliata dei segni presenti nella ST. Tra i vari segni, si sono individuati corpi di forma circolare (figura 15 b), mai catalogati prima in letteratura, in corrispondenza della zona dei piedi dell'immagine frontale e dell'immagine dorsale dell'Uomo della ST.

Si tratta di 2 tracce circolari dal diametro di 12 e 13 ± 2 mm, dal bordo piuttosto regolare, sovrapponibili per forma e corrispondenza di rilievi, poste l'una in corrispondenza dei piedi della vista frontale, l'altra di quella dorsale (figura 15 a), ma situate in corrispondenza dei lati opposti rispetto all'impronta corporea.

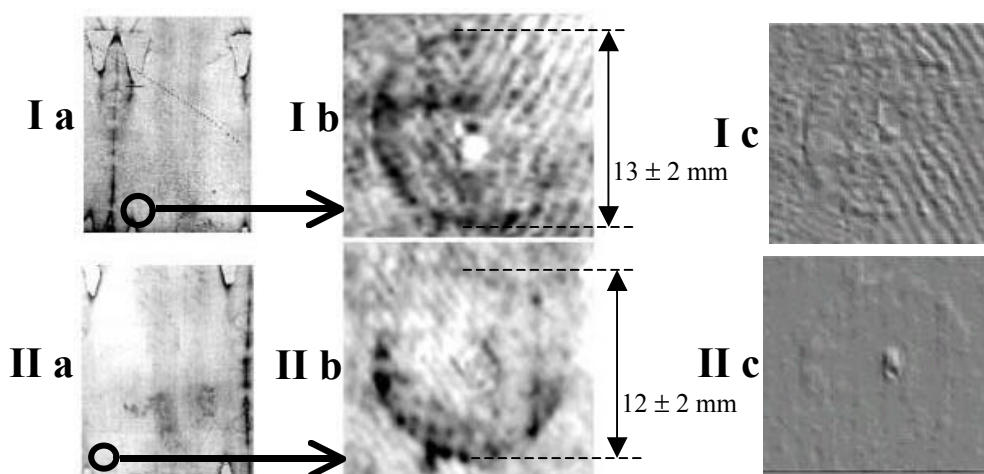


Figura 15: I) e II) oggetti circolari rinvenuti rispettivamente nell'immagine frontale e dorsale; a) posizione in cui è stato rinvenuto; b) ingrandimento dell'oggetto circolare; c) elaborazione tridimensionale.

Non sono presenti iscrizioni interne o segni caratteristici sufficienti per il riconoscimento anche se forma e dimensioni sono compatibili con quelle di sigilli o monete romane; non è escluso che

possano essere puntine da disegno utilizzate durante qualche ostensione per appendere la ST, ma il loro diametro è alquanto più grande delle tradizionali puntine attualmente in uso. Per cercare di capire meglio la natura degli oggetti ne è stata anche effettuata un'analisi tridimensionale (figura 15 c).

I due segni circolari non sono causa di un difetto di sviluppo fotografico, ma sono caratteristici della ST perché essi compaiono anche in fotografie più recenti ottenute da K. Moran e da B. Schwartz.

Sarebbe pertanto consigliabile eseguire fotografie della ST a più alta risoluzione per potere identificare meglio tali oggetti circolari.

b) elaborazioni tridimensionali

L'immagine corporea frontale e dorsale ricostruita e pulita della ST è stata utilizzata per verificare le caratteristiche di tridimensionalità in essa codificate. E' noto infatti che l'immagine normale della ST risente dei diversi disturbi tra cui le macchie di sangue e di acqua che nelle elaborazioni tridimensionali innalzano localmente la superficie corporea in modo eccessivo.

Nella figura 16 a) è riportato il risultato dell'elaborazione tridimensionale dell'immagine frontale. Si noti che le bande longitudinali, verosimilmente causate dal tipo di lino utilizzato, non sono state eliminate completamente e risultano più evidenti nell'immagine ripulita dagli altri disturbi.

Il volto ripulito dalle macchie di sangue e dagli altri difetti è stato elaborato con la stessa tecnica: si noti che l'immagine tridimensionale (figura 16 b)) evidenzia un rigonfiamento in mezzo alla fronte (verosimilmente dovuto ad una contusione) che normalmente non viene evidenziato a causa della presenza della nota macchia di sangue a forma di 3 .

Mediante la pulizia dell'immagine si è potuto ottenere anche un'elaborazione tridimensionale dell'immagine corporea dorsale (figura 16 c)) che normalmente non viene presentata in bibliografia perché troppo appiattita in quanto è influenzata dai vari disturbi.

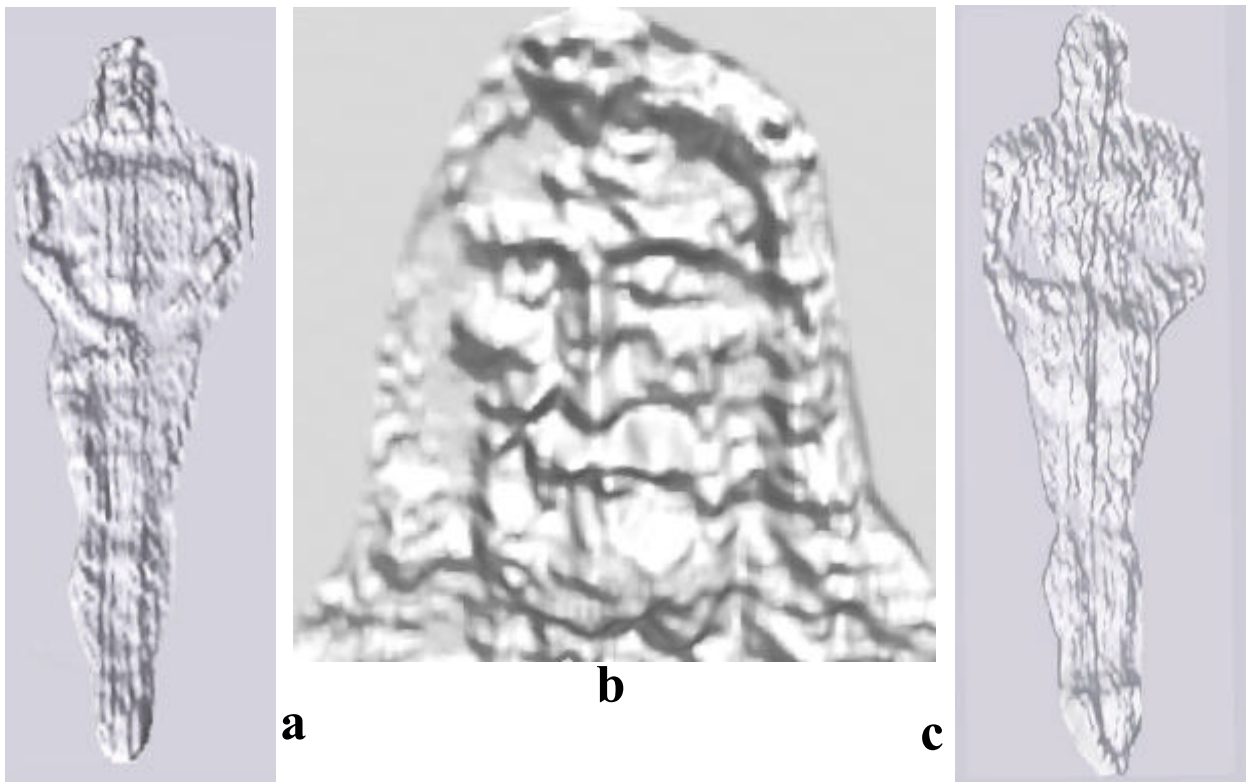


Figura 16: a) elaborazione tridimensionale dell'immagine corporea frontale ricostruita e pulita; b) idem dell'immagine del volto; c) idem dell'immagine dorsale.

-4) Confronto con prove sperimentali per la posizione delle spalle e delle braccia

La posizione delle braccia dell'Uomo della ST, determinata al § 2.4, sovrapponendo ad un manichino antropomorfo un telo numerico corrispondente alla ST, è stata anche verificata con prove sperimentali.

Per fare questo è stata utilizzata la scultura in terra creta eseguita da L. Mattei^[5], in scala naturale. Si è preferito utilizzare una statua piuttosto di un corpo umano per potere simulare meglio l'evidente rigidità cadaverica assunta dall'Uomo della ST.

La statua è stata dapprima cosparsa di ocre in polvere e poi è stata ricoperta da un lenzuolo di lino. Perché l'ocra aderisse al lenzuolo, si è utilizzato un grosso pennello che ha esercitato duplice effetto: -a) ha generato una pressione sufficiente perché l'ocra aderisse al lenzuolo e b) ha abbassato localmente il lenzuolo in riferimento alla superficie della statua in modo tale che la superficie di contatto fosse sufficientemente ampia da fornire un'impronta interpretabile.

La prova è stata ripetuta due volte con differenti pressioni del pennello e quantità di ocre cosparsa sulla statua. L'ocra infine è stata fissata sul lino con uno spray apposito.

Come si può osservare in figura 17, in conformità con i risultati ottenuti dal manichino antropomorfo, l'impronta delle braccia risulta quasi parallela all'asse longitudinale del corpo.



Figura 17: -a) il corpo dell'Uomo della ST, scultura di L. Mattei; -b, c) impronte ottenute dalla sovrapposizione di teli di lino sulla statua cosparsa di ocre in differenti condizioni di pressione esercitata sulla superficie del lenzuolo.

-5) Confronto con altre elaborazioni.

I risultati dell'elaborazione di pulizia e di ricostruzione dell'immagine corporea dell'Uomo della ST vengono messi a confronto con un lavoro eseguito da A. Guerreschi^[4].

Come è stato accennato nel §2.1, è stata scelta una diversa immagine di partenza da elaborare per potere eseguire un confronto indipendente dei diversi risultati ottenuti; in figura 18 sono riportate le diverse immagini utilizzate: tutte queste sono state acquisite da Enrie nel 1931 e sono ancora oggi fra le migliori disponibili perché la pellicola ortocromatica, ha evidenziato meglio il contrasto fra l'immagine corporea, con dominante sul rosso, rispetto allo sfondo.

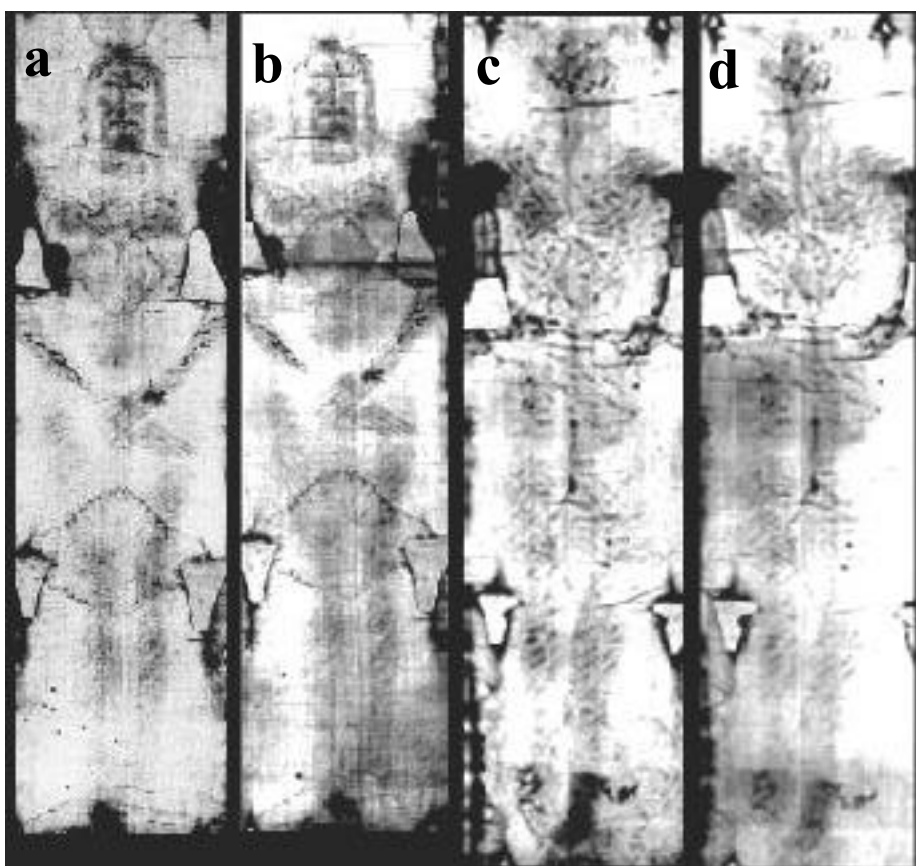


Figura 18: confronto fra le fotografie dell'immagine corporea dell'Uomo della ST acquisite da Enrie nel 1931: -a) immagine frontale di A. Guerreschi; -b) immagine frontale di M. Moroni; -c) immagine dorsale di A. Guerreschi; -d) immagine dorsale di M. Moroni.

I due negativi, probabilmente acquisiti con diversa illuminazione, tempi di esposizione o aperture del diaframma, evidenziano un diverso contrasto soprattutto in corrispondenza della zona delle gambe (soprattutto le tibie) e dei capelli: ovviamente le elaborazioni saranno dipendenti da queste caratteristiche.

I risultati della elaborazioni sono messi a confronto in figura 19; possono essere evidenziati i seguenti aspetti:

- 1) in funzione di quanto è stato appena evidenziato, la zona delle gambe sembra meglio riuscita nella elaborazione di figura 19 c piuttosto che in quella di figura 19 a;
- 2) la ricostruzione delle spalle di figura 19 a e b, confermata anche da prove sperimentali, sembra preferibile alla ricostruzione di figura 19 c e d. In particolare si evidenzia che la figura 19 d presuppone l'assenza di contatto fra spalle e lenzuolo, verosimile se il letto fosse piano. In base ai risultati di un altro lavoro^[3], sembra invece che il piano di appoggio fosse curvo, forse a causa della presenza di un letto di fiori o comunque di materiale relativamente soffice. In questo caso quindi la figura 19 b sarebbe più realistica perché ipotizza un certo contatto della parte inferiore del lenzuolo con le braccia.

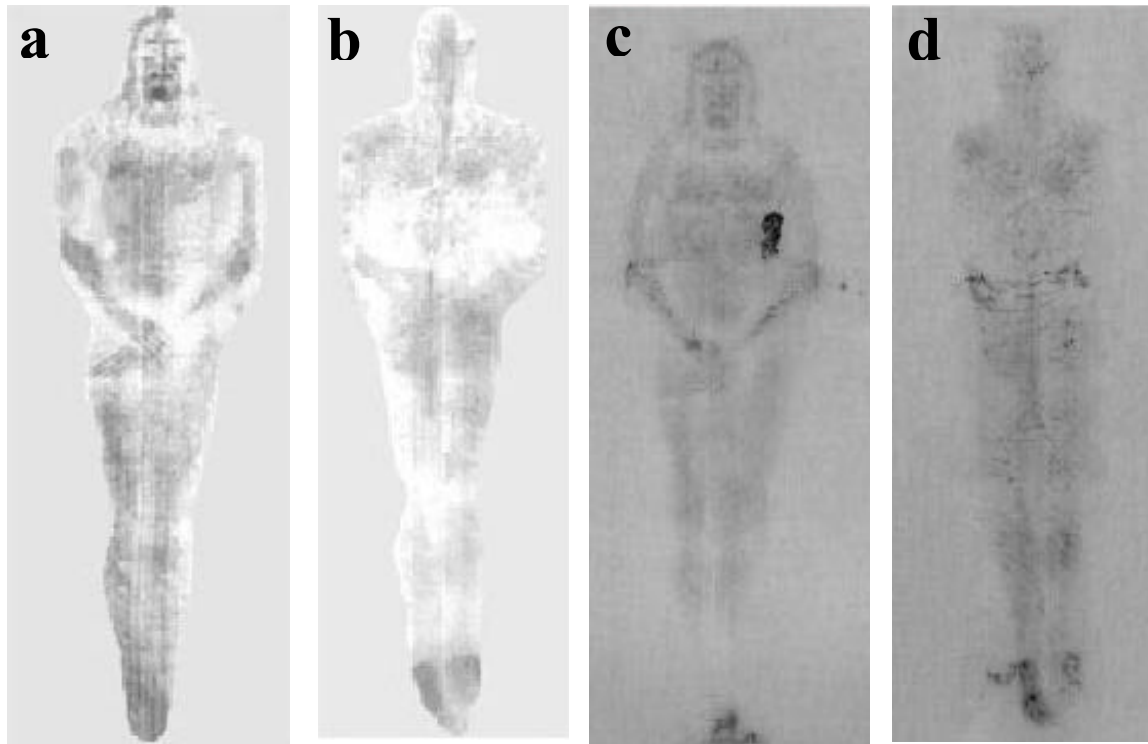


Figura 19: confronto fra diverse le immagini corporee dell'Uomo della ST elaborate: -a), -b) immagini rispettivamente frontale e dorsale, risultato del presente lavoro; -c), -d) immagini rispettivamente frontale e dorsale, risultato di A. Guerreschi dove sono state lasciate le macchie di sangue.

-6) Conclusioni

L'immagine corporea dell'Uomo della ST, ottenuta dalle fotografie di Enrie del 1931 è stata digitalizzata ad alta risoluzione con scanner e successivamente pulita dai diversi disturbi e ricostruita nelle parti mancanti mediante l'utilizzo di sistemi di visione.

La pulizia è consistita nell'eliminare sia dall'immagine corporea frontale che da quella dorsale diverse cause di disturbo quali quelle dovute agli effetti di incendi, acqua, sangue e pieghe.

Durante e la fase di pulizia dell'immagine, sono stati evidenziati due nuovi cerchi che sono sotto indagine e sono state messe in risalto diverse bande longitudinali probabilmente dovute al processo di tessitura del lino.

L'immagine finale è stata ricostruita in corrispondenza delle braccia in accordo con le informazioni acquisite da uno studio basato su un manichino numerico antropomorfo e da prove

sperimentali di teli appoggiati sulla scultura dell'Uomo della ST di L. Mattei, opportunamente cosparsa di ocra in polvere.

I risultati dell'elaborazione di immagine sono stati confrontati con uno studio eseguito da A. Guerreschi che ha ricostruito le immagini partendo da diverse lastre fotografiche sempre acquisite da Enrie nel 1931: sono stati evidenziati alcuni aspetti diversi dei risultati delle due elaborazioni per quanto riguarda la zona delle gambe e delle braccia. Future elaborazioni comparate o basate su nuove immagini ad alta risoluzione potranno migliorare gli attuali risultati ottenuti.

Ringraziamenti

Si ringrazia Mario Moroni per aver messo a disposizione le fotografie ottenute per contatto dalle lastre di Enrie, Aldo Guerreschi per avere concesso la riproduzione delle fotografie ottenute da altre lastre di Enrie e la riproduzione delle sue elaborazioni di pulizia e ricostruzione dell'immagine corporea, Kevin Moran e Barrie Schwartz per avere confermato la presenza dei nuovi oggetti circolari mediante analisi comparata con fotografie in loro possesso e Alan Adler per gli utili consigli forniti durante l'elaborazione.

Bibliografia

- [1] G. Fanti, E. Marinelli: Cento prove sulla Sindone: un giudizio probabilistico sull'autenticità. Ed. Messaggero di S. Antonio, II edizione aprile 2000, ISBN 88-250-0900-3.
- [2] G. Fanti, E. Marinelli A. Cagnazzo: Computerized anthropometric analysis of the Man of the Turin Shroud, Int. Research Conference "Multi disciplinary Investigation of an Enigma, Richmond, Virginia, U.S.A., 18-20 June 1999, internet: <http://www.shroud.com/pdfs/marineli.pdf>
- [3] R. Basso, G. Bianchini, G. Fanti: Compatibilità fra immagine corporea della Sindone ed un manichino numerico computerizzato. Congresso Mondiale "Sindone 2000", Orvieto, Agosto 2000.
- [4] A. Guerreschi: La Sindone e la fotografia, ed. San Paolo, 2000, ISBN 88-215-4232-7
- [5] L. Coppini, F. Cavazzuti, L. Mattei, et al.: Le icone di Cristo e la Sindone, cap. XIX "L'icona diventa scultura" ed. S. Paolo, Milano, settembre 2000.
- [6] A. Adler, comunicazione privata di gennaio 2000.
- [7] G. Fanti, M. Moroni: Confronto di luminanza fra il volto dell'Uomo della Sindone e i risultati di esperimenti. Congresso Mondiale "Sindone 2000", Orvieto, Agosto 2000.
- [8] Faraon S.: "Correlazione distanze telo-Uomo della Sindone di Torino per la ricostruzione tridimensionale dell'immagine corporea contenuta nella Sindone di Torino", tesi di laurea, relatore Fanti G., Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Università di Padova, A.A. 98/99.
- [9] Simionato A.: "Caratteristiche tridimensionali dell'Uomo della Sindone: analisi cinematica con manichino numerico e confronti sperimentali", tesi di laurea, relatore Fanti G., Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Università di Padova, A.A. 98/99.