

# DALLA TAVOLETTA AL TABLET

## METODI CLASSICI E NUOVE TECNOLOGIE A CONFRONTO PER L'ASSIRIOLOGIA

di Mirko Surdi

Il presente lavoro è un esempio di applicazione delle tecnologie di *visual computing* di ultima generazione all'Assiriologia, disciplina che studia le civiltà della Mesopotamia antica. Fotogrammetria, scanner a luce strutturata e *Reflectance Transformation Imaging* sono stati messi a confronto per dimostrare come queste nuove tecnologie possano migliorare la fruizione e lo studio delle tavolette cuneiformi, ovvero supporti di argilla su cui sono stati impressi dei segni "a forma di cuneo".

Il corpus documentario sul quale si è applicata la nuova metodologia riconducibile alle *computer science* è rappresentato da un piccolo lotto di tavolette cuneiformi appartenenti alla collezione della Banca d'Italia, che è la più importante e numerosa in Italia e alla quale chi scrive ha avuto la straordinaria possibilità di accedere. L'applicazione delle moderne tecnologie alle discipline umanistiche è oggi di uso comune poiché presenta un'indubbia serie di vantaggi a partire dal fatto che contribuisce a sensibilizzare un più vasto pubblico verso le civiltà del mondo antico. Mediante sistemi di realtà aumentata, con i quali si possono anche incrementare le possibilità interpretative e diagnostiche, le collezioni di musei ed istituzioni culturali sono oggi fruibili su più larga scala e anche a distanza quando siano accessibili sul web. Sul versante scientifico, poi, la digitalizzazione della documentazione archeologica ed epigrafica consente l'accesso diretto da parte della comunità scientifica ad una mole gigantesca di materiale, il cui studio è anche facilitato dalla visualizzazione tridimensionale dei manufatti.

### METODOLOGIE CLASSICHE DI PUBBLICAZIONE DEI TESTI CUNEIFORMI

L'enorme mole di testi cuneiformi prodotti dall'indagine archeologica fu da subito oggetto di pubblicazione e in progresso di tempo si affinarono sempre più le metodiche per renderla fruibile e nel migliore dei modi alla comunità scientifica.

#### *Le copie autografe*

Per leggere al meglio una tavoletta cuneiforme, vale a dire per una corretta identificazione dei segni, è necessaria la variazione della fonte luminosa e perciò, solitamente, si prende in mano la tavoletta e la si ruota in diverse direzioni e con angolazioni diverse al fine di individuare la giusta illuminazione che faccia emergere i segni im-

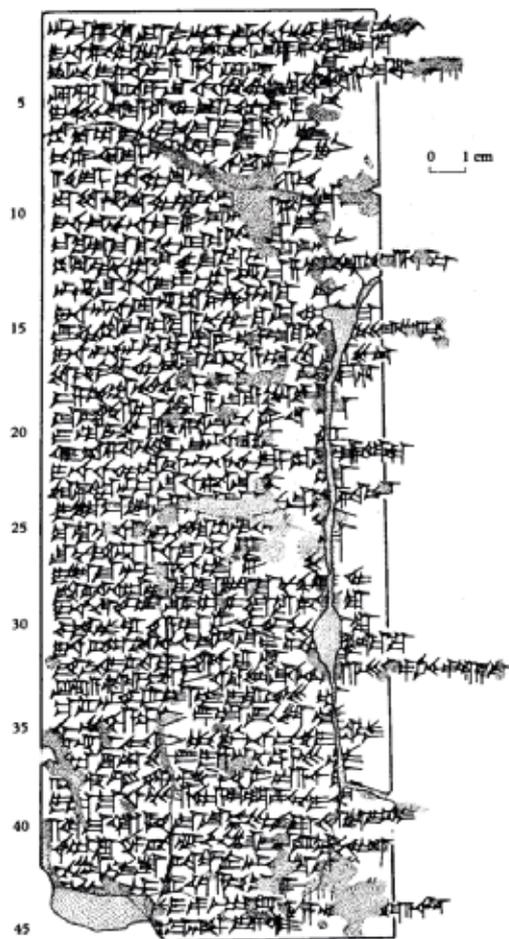


Fig. 1 - Esempio di copia autografa di un'iscrizione cuneiforme da A. R. George (2003) *The Babylonian Gilgamesh Epic* (Vol. II), New York: Oxford University Press.

pressi nell'argilla. Da ciò si comprende agevolmente che anche quando si abbia a disposizione il manufatto originale molte sono le difficoltà di lettura del testo, legate sia alla morfologia delle tavolette sia alle loro condizioni di conservazione.

Nonostante queste oggettive difficoltà, un vasto numero di testi cuneiformi è stato reso fruibile alla comunità scientifica grazie all'infaticabile lavoro di copiatura da parte degli assiriologi. In tal modo sono stati messi a disposizione per essere studiati i testi conservati presso musei ed istituzioni scientifiche europee ed extra-europee o appartenenti a collezioni private. Tradizionalmente, le copie delle tavolette cuneiformi vengono realizzate con l'utilizzo di matita, calibro e carta millimetrata. È qui



Fig. 2 - Tavoleta fotografata dopo essere stata ricoperta di cloruro di ammonio (da <http://cuneiform.library.cornell.edu/photo/final-photography>).

che gli esperti assiriologi si cimentano nella misurazione meticolosa della tavoletta e nella copia su carta di ogni suo minimo dettaglio, comprese le fratture e/o le abrasioni che eventualmente abbiano portato via parti del testo (Fig. 1).

Nonostante questo metodo possa oggi apparire obsoleto, le copie autografe delle tavolette sono ancora usate nelle pubblicazioni scientifiche specialistiche. E tuttavia, nonostante la grande competenza del copista, le copie non sono immuni da errori.

#### La fotografia

Fin dalla sua invenzione, la tecnica fotografica è stata la corsia preferenziale per la documentazione di manufatti archeologici, ivi comprese le tavolette cuneiformi.

La fotografia va a colmare il limite delle copie manuali, ovvero la loro possibile non oggettività. Il problema in questo caso si sposta sulle caratteristiche morfologiche della tavoletta stessa: è impossibile catturare, con immagini bidimensionali, tavolette tridimensionali nella loro interezza. In aggiunta, si deve ricordare che le tavolette presentano una superficie irregolare e per ciò una data illuminazione può mettere in risalto alcuni segni cuneiformi ma può lasciarne altri completamente in ombra o senza contrasto.

In questo caso i segni risulterebbero illeggibili. Un fotografo esperto può limitare l'area in cui la luce non mette in risalto alcuni segni, utilizzando ad esempio una combinazione di più fonti luminose, ma comunque l'eliminazione del problema attraverso un'unica fotografia rimane molto difficile.

A partire dagli anni '70 si è diffusa la tecnica di ricoprire le tavolette cuneiformi con un sottile strato di cloruro d'ammonio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) per enfatizzare il contrasto sulle fotografie.

La Fig. 2 è un esempio di questa tecnica. Come è possibile notare, nonostante la post-produzione con Photoshop per aggiustare luminosità e contrasto, i segni sul lato destro rimangono ugualmente poco visibili.

Con questa tecnica si risolve in parte il problema della poca visibilità di alcune zone della superficie, ma il cloruro d'ammonio volatilizza in fretta e diventa altamente tossico e può quindi essere adoperato solamente da persone competenti. A partire dagli anni '90 l'introduzione della fotografia digitale ha rivoluzionato il mondo, toccando anche quello dell'assiriologia: le foto hanno la possibilità di essere post-prodotte mediante software appositi al fine di migliorarne contrasto, luminosità etc.

#### Lo scanner

L'uso dello scanner piano si è rivelato una valida alternativa alla fotografia: le immagini, come per la fotografia, offrono una visione oggettiva del manufatto ma anche in questo caso la superficie irregolare e convessa della tavoletta, che non permette la giusta illuminazione dei singoli segni, pone i medesimi problemi della fotografia.



Fig. 3 e 4 - Modello 3D della tavoletta C 21, riguardante transazioni di orzo ed argento, conservata al Museo della Moneta di Palazzo Koch.



Fig. 5 - Modello 3D della tavoletta A 3, riguardante la vendita di una schiava e dei suoi figli, conservata al Museo della Moneta di Palazzo Koch.

#### LE NUOVE TECNOLOGIE

L'avvento delle nuove tecnologie ha visto negli ultimi anni una concentrazione degli sforzi tesi a risolvere le problematiche appena descritte da parte di molte importanti istituzioni operanti nell'ambito dell'Assiriologia e delle discipline sorelle.

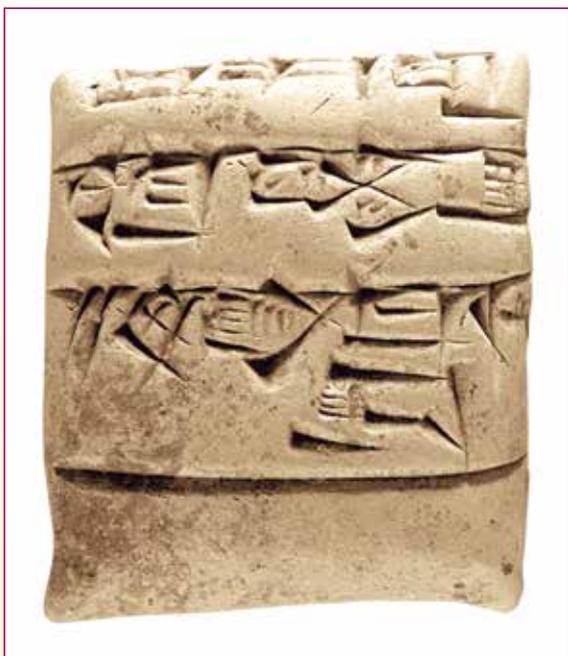
#### LA DIGITALIZZAZIONE DELLE TAVOLETTE CUNEIFORMI DELLA BANCA D'ITALIA ESPOSTE PRESSO IL MUSEO DELLA MONETA DI PALAZZO KOCH

La Banca d'Italia ha acquistato tra il 2000 e il 2002 due lotti di tavolette cuneiformi sul mercato antiquario londinese, mettendo insieme la più vasta collezione italiana di

testi della Mesopotamia antica. La collezione comprende 435 testi economico-amministrativi distribuiti in un arco cronologico che va dalla metà del III alla prima metà II millennio a.C., grosso modo dal 2500 al 1500 a. C. Il lavoro di applicazione delle tecnologie citate si è svolto presso i locali del Museo della Moneta nel corso di due giornate consecutive, lunedì 1 e martedì 2 febbraio 2016, con la cooperazione del prof. Francesco Fassi e dell'arch. Alessandro Mandelli del Politecnico di Milano, e del dott. Paolo Triolo, docente di fotografia computazionale per la diagnostica presso l'Università di Urbino e consulente diagnostica multispettrale per CCR Venaria Reale. Il prof. Fassi e l'arch. Mandelli si sono occupati della creazione dei modelli 3D mediante la tecnica fotogrammetrica<sup>1</sup> e lo scanner a luce strutturata con *Scan in a box*. I modelli 2D+ in RTI sono stati acquisiti e realizzati dal dott. Triolo<sup>2</sup>.

#### FOTOGRAMMETRIA

La fotogrammetria presenta vantaggi e svantaggi: per quanto riguarda i vantaggi, intanto, il costo relativamente basso dell'attrezzatura e la possibilità di ottenere modelli 3D con texture di qualità radiometrica e metrica. Gli svantaggi sono i tempi di elaborazioni lunghi, il pre-processamento, la numerosità delle immagini necessarie per modellare oggetti piccoli e le difficoltà fotografiche (macro e profondità di campo) nel fotografare oggetti come le tavolette cuneiformi. Il modello 3D texturizzato ad alta definizione può essere utilizzato non solo per ragioni di studio ma anche per esposizione museale. Per finalità di studio il modello 3D è molto utile nel caso di manufatti integri o in buono stato di conservazione e consente allo studioso una fruizione oggettiva del manufatto perché non filtrata attraverso la copia. Inoltre consente di visualizzare la tavoletta in tutte le sue parti: recto, verso e margini. Circa gli usi museali il modello 3D texturizzato ad alta definizione, caricato su una apposita applicazione su dispositivo mobile oppure online, fornisce un servizio di "realtà aumentata" esercitando una maggiore attrattiva sul visitatore del museo. Con specifici software è possibile realizzare una post elaborazione per far risaltare meglio i dettagli morfologici sul modello 3D stesso, anche se in caso di studio di manufatti in discreto o pessimo stato di conservazione è preferibile il modello 2D+ in RTI.



A sinistra:  
fig. 6 - Riproduzione fotografica del verso della tavoletta C 21, riguardante transazioni di orzo ed argento, conservata al Museo della Moneta di Palazzo Koch, in POMPONIO F., ET AL. (2006)

A destra:  
fig. 7 - Riproduzione fotografica del verso della tavoletta A 3, riguardante la vendita di una schiava e dei suoi figli, conservata al Museo della Moneta di Palazzo Koch, in POMPONIO F., ET AL. (2006)

### SCANNER A LUCE STRUTTURATA (SCAN IN A BOX)

L'elaborazione del modello 3D con scanner a luce strutturata richiede tempi minori rispetto alla tecnica fotogrammetrica, infatti esso è prodotto in *real time* durante l'acquisizione stessa. Il modello 3D dal punto di vista qualitativo è simile, quando non migliore, al modello fotogrammetrico ma non è texturizzato e quindi risulta poco attrattivo per una esposizione museale. Inoltre può essere elaborato solo mediante l'utilizzo di specifici e costosi scanner se si vogliono precisioni e risoluzioni elevate.

### REFLECTANCE TRANSFORMATION IMAGING (RTI)

I vantaggi della tecnica RTI sono molteplici: si possono ottenere buoni risultati anche con attrezzature tecniche adatte alla fotografia digitale convenzionale. La postproduzione e l'elaborazione dei dati hanno tempi compatibili anche con lo studio di manufatti archeologici sul campo; il modello 2D+ prodotto è soprattutto ottimo per uno studio di dettaglio di manufatti in pessimo stato di conservazione. Inoltre, grazie alle dimensioni del modello, i file possono essere facilmente caricati e scaricati, nonché visionati con relativa semplicità da parte di un utente medio. Il *mapping* RTI non produce tuttavia un modello tridimensionale integrabile, pertanto per ogni lato va eseguita una acquisizione. La fase di elaborazione può produrre modelli a gradi di definizione qualitative diversi a seconda delle necessità. Il prodotto, se sottoposto a colorcorrezione, conserva le qualità colorimetriche, ma è possibile sacrificare questo aspetto con lo scopo di accentuare l'aspetto morfologico.

Alcune tavolette sono state elaborate sia con la tecnica fotogrammetrica sia con lo scanner a luce strutturata al fine di comparare la qualità dei modelli 3D generati dalle due tecniche e individuare quale delle due potesse risultare più opportuna applicata all'Assiriologia. Ad esempio, i modelli tridimensionali delle tavolette C 21 (Fig. 3 e 4) e A 3 (Fig. 5), realizzati sia con la fotogrammetria che con lo scanner a luce strutturata, rappresentano un campione significativo perché in ottimo stato di conservazione ma diverse per forma, datazione e contenuto. I modelli realizzati hanno il vantaggio di offrire una visione a 360° delle tavolette perché mostrano anche quelle parti del testo, come i margini, che non sempre o non chiaramente sono visibili nelle riproduzioni fotografiche (Fig. 6 e 7) e che, come è ben noto agli studiosi dei testi cuneiformi, gli scribi della Mesopotamia antica erano soliti utilizzare per continuare la scrittura del testo. Va anche ricordato che i margini erano lo spazio riservato all'impressione dei sigilli e pertanto i modelli 3D offrono informazioni complete di tutte le componenti del testo.

Per quanto riguarda la tecnologia RTI, i modelli 2D+ sono particolarmente adeguati per lo studio epigrafico perché differenti modalità di reilluminazione, in termini di intensità e di direzione, e incidenza, dalla radenza alla luce dallo zenit, associate a plug-in e filtri digitali, possono rivelare dettagli non visibili ad occhio nudo.

Un esempio significativo in tal senso è la tavoletta A 3: si tratta del contratto di compravendita di una schiava e dei suoi figli ancora contenuto nella sua busta, allo stato attuale molto frammentaria. Secondo la prassi che richiedeva che i contratti fossero sigillati dalle parti coinvolte nella transazione economica, anche il nostro testo è sigillato con un sigillo aniconico contenente i nomi dei due contraenti non perfettamente conservati. Grazie all'uso della tecnologia RTI è stato possibile rilevare che il sigillo è stato impresso sul recto, sul verso e ripetutamente



Fig. 8 - Tracce di impronta di sigillo nel particolare del verso della tavoletta A 3 con visualizzazione in "Dynamic Multi Light" in RTIviewer.

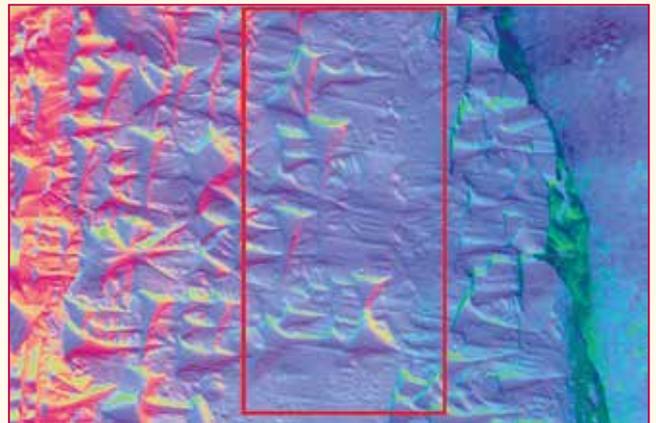


Fig. 9 - Tracce di impronta di sigillo nel particolare del verso della tavoletta A 3 con visualizzazione in "Normal Visualization" in RTIviewer.



Fig. 10 - Particolare del verso della tavoletta A 3 nella riproduzione fotografica in Pomponio F., et Al. (2006).

sui margini superiore, inferiore, destro e sinistro, nonché sulla busta che contiene la tavoletta (Fig. 8 e 9). Questi particolari non sono facilmente visibili in una normale riproduzione fotografica della tavoletta (Fig. 10).

Il sigillo era stato già individuato e in parte letto dagli editori del testo. Grazie agli speciali filtri di cui è dotato il software *RTIviewer* è stato però possibile leggere tutti i segni e, inoltre, mediante la post-produzione con *Photoshop*, è stato possibile ricostruire l'impronta di sigillo nella sua interezza assemblando i diversi frammenti presenti sulla tavoletta (Fig. 11).

**Oxford X-MET8000**  
Il nuovo  
Spettrometro  
ED XRF portatile



Nuovo rivelatore RX  
SDD large Area  
Tubo RX 50 kV Tgt Rh, 4 W

Elaborazione Spettri su  
monitor integrato o su PC  
Collegamento via cavo  
USB o WiFi  
Fotocamera integrata

Operatività batterie  
fino a 10 ore  
Impermeabile antispruzzo  
antipolvere

Pre-calibrato con  
metodi Alloy e Minerals  
Software di calibrazione  
ed elaborazione spettri  
integrato



**TQ Technologies for Quality S.r.l**

Via Marsilio da Padova, 2 R 16146 Genova (GE)

Tel: 010 4070991 - Fax: 010 42091199

e-mail: info@tqsrl.com web: www.tqsrl.com

Impronta di sigillo aniconico sulla tavoletta A 3



Fig. 11 - Processo di ricostruzione dell'impronta di sigillo aniconico sulla tavoletta A 3.

**NOTE**

- 1 Canon 5D Mark III con obiettivo 35mm white box e pannello illuminazione LED.
- 2 L'indagine è stata effettuata con una fotocamera Nikon D800, Nikon AF-S Micro Nikkor 60mm f/2.8G ED IF, n° 1 Flash SB610 ed utilizzando come riferimento un Color Checker Macbeth e gli RTI references. Sessioni RTI: 50 set. Acquisizioni per set: 60, in modalità RAW. Diaframma 16, ISO200, Tempo di otturazione 1/200, Flash 1/16.

**BIBLIOGRAFIA**

- Annunziata M. (2013), La fotografia per i beni culturali. *Archeomatica* (2), 16-18.
- Di Gennaro et Al. (2015), *Itinerario di visita al Museo della Moneta di Palazzo Koch*, Roma.
- Hameeuw H & Willems G. (2011), "New Visualization Techniques for Cuneiform Texts and Sealings". *Akkadica* (132/2), 163-178.
- Liverani M. (2011), *Antico Oriente. Storia società economia*, Roma-Bari: Laterza.
- Palma G., et Al. (2012), Telling the Story of Ancient Coins by means of Interactive RTI Images Visualization. *CAA 2012 Conference Proceeding*, Southampton.
- Pomponio F., et Al. (2006), *Le tavolette cuneiformi di Adab delle Collezioni della Banca d'Italia*, (Vol. I); *Tavolette cuneiformi di varia provenienza delle collezioni della Banca d'Italia*, (Vol. II), Roma: Centro Stampa della Banca d'Italia.
- Radner K., Robson E. (2011), *The Oxford Handbook of Cuneiform Culture*, New York: Oxford University Press.
- Scopingo R., Montani C. (2015), Visual Computing Lab 30 anni di Grafica 3d in Italia. *Archeomatica* (3), 18-22.

**ABSTRACT**

Computer sciences are applied more frequently in Humanities and the present research is an example of the application of new technologies to Assyriology, i.e. the discipline studying the civilizations of ancient Mesopotamia. Photogrammetry, structured-light scanner and Reflectance Transformation Imaging were employed together in order to demonstrate how they can improve the fruition and the study of cuneiform tablets, or clay supports where "cuneiform signs" were impressed. The corpus of texts used for this research is represented by the collection of the Bank of Italy, at present the largest and most numerous collection of cuneiform tablets in Italy.

**PAROLE CHIAVE**

RTI; ASSIRIOLOGIA; SIGILLI; 3D; TEXTURE; SCANNER A LUCE STRUTTURATA

**AUTORE**

MIRKO SURDI  
SURDIMIRKO@GMAIL.COM  
Via MAZARA, 175, SALEMI (TP)  
DOTT. IN CIVILTÀ ANTICHE E ARCHEOLOGIA: CURRICULUM ORIENTE  
PRESSO L'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI "L'ORIENTALE"

Cosa c'è di più **emozionante** dell'esplorare l'antica tomba di un **faraone egizio**?



La presenza della riproduzione in scala 1:1 della **tomba di Tutankhamon a Tourisma 2017, Firenze**, ha suscitato grande interesse ed entusiasmo, e il coinvolgimento del pubblico è stato incredibile. Nel corso delle tre giornate della terza edizione del Salone dell'archeologia, persone di ogni età e provenienza hanno atteso pazientemente in coda per visitare la tomba e ammirare i dipinti al suo interno, accompagnati dall'egittologa Donatella Avanzo e dalle sue parole intrise di storia e di fascino.

Ma la ricostruzione presentata da **Cultour Active a TourismA** è stata solo un piccolo assaggio: l'**8 Dicembre 2017 a Jesolo (VE)** aprirà i battenti la **grande mostra sull'Antico Egitto**. Reperti originali, ricostruzioni, tra cui la **tomba di Tutankhamon** presentata a **Firenze**, ma anche **scenografie, ambienti immersivi e tecnologia d'avanguardia**, per coinvolgere i visitatori e trasportarli in un **viaggio sensazionale**:

**PHARAONICAL**  
VIAGGIO NEL MISTERIOSO EGITTO

COMING SOON  
**JESOLO (VE)**  
8 DICEMBRE 2017  
15 SETTEMBRE 2018

 **CULTOUR<sup>®</sup>**  
**ACTIVE**  
cultura in movimento

Seguici su   [www.cultouractive.com](http://www.cultouractive.com)