

TRA INNOVAZIONE E CONSERVAZIONE: I GIGAPIXEL IN GALLERIA NAZIONALE DELL'UMBRIA

di Eleonora Ligas, Luca Ponzio, Anna Umattino



Fig. 1 - Digitalizzazione FlyBy-O, Polittico di San Francesco al prato, Taddeo di Bartolo. Galleria Nazionale dell'Umbria.

Gigapixel, 3D e indagini diagnostiche: parole chiave per narrare l'ambizioso progetto di digitalizzazione messo in campo dalla Galleria Nazionale dell'Umbria, con la collaborazione di Haltadefinizione, in occasione del riallestimento del museo perugino.

Conservare, valorizzare, divulgare, tutelare la memoria del passato per trasmetterla in una nuova forma, sono solo alcune delle opportunità che oggi l'evoluzione tecnologica applicata ai beni culturali offre ai musei e agli enti preposti alla conservazione. Copie digitali di opere d'arte, cloni fisici ottenuti attraverso la mappatura e la stampa 3D sono i nuovi strumenti su cui possono contare le realtà museali per valorizzare le loro collezioni. Le nuove modalità di fruizione permettono infatti di proporre l'opera attraverso strumenti in grado non solo di accrescere l'esperienza dal vivo all'interno di un percorso museale, ma anche di essere utili per la comunicazione e la divulgazione online, per supportare le attività di restauro o per dare vita a esperienze immersive. Il riallestimento della Galleria Nazionale dell'Umbria è un eccellente 'caso' per indagare la relazione tra arte e tecnologia. Accanto ai lavori, la Direzione ha scelto di condurre una ambiziosa campagna di digitalizzazione su cento opere d'arte tra dipinti, statue, sculture, pale d'altare e arredi, affidata ad Haltadefinizione, tech company della casa editrice Franco Cosimo Panini S.p.a., specializzata nell'acquisizione di beni culturali con tecnologie in-

novative.

Tra i capolavori selezionati vi sono importanti opere del Medioevo e del Rinascimento di artisti quali Arnolfo di Cambio, Nicola e Giovanni Pisano, Duccio, Gentile da Fabriano, Beato Angelico, Benozzo Gozzoli, Giovanni Boccati e Piero della Francesca e artisti umbri tra cui Benedetto Bonfigli, Bartolomeo Caporali, Fiorenzo di Lorenzo, Perugino, Pinturicchio e ai loro allievi e seguaci.

UN NUOVO MODO DI VEDERE L'ARTE CON LA TECNOLOGIA DI HALTADDEFINIZIONE

Dal 2017 tech company della casa editrice Franco Cosimo Panini, Haltadefinizione nasce nel 2004 come azienda indipendente concentrando le proprie attività sulle immagini d'arte in altissima definizione e sulle tecnologie di acquisizione in gigapixel. Sin dall'inizio, infatti, si è dedicata esclusivamente al mondo dei beni culturali e alla loro conservazione e valorizzazione attraverso le tecnologie digitali, al cui sviluppo ha contribuito grazie alla collaborazione con il partner tecnologico Memooria.

Già nel 2007, infatti, Haltadefinizione aveva pubblicato la più grande immagine in gigapixel disponibile all'epoca, l'Ultima Cena di Leonardo da Vinci (un'immagine da 16.1 gigapixel) - per alcuni anni la più grande foto panoramica in gigapixel mai pubblicata. In seguito, ha continuato a sviluppare software e tecnologie per l'acquisizione di immagini in gigapixel, collaborando al contempo con le più importanti istituzioni culturali italiane e straniere, mettendo al loro servizio il know-how via via sviluppato. Se da un lato è stato ideato un nuovo modo di vedere le opere d'arte, allo stesso tempo Haltadefinizione ha garantito alle istituzioni una collaborazione costante basata sulla fornitura delle più aggiornate tecnologie per la conservazione, la tutela e lo studio di capolavori quali il già citato Cenacolo di Leonardo, la Cappella degli Scrovegni a Padova o numerose opere della Pinacoteca di Brera, degli Uffizi o delle Gallerie Nazionali di Arte Antica di Roma. Sono oltre 700 le opere digitalizzate e fruibili gratuitamente nell'immagine bank, la galleria virtuale disponibile sul sito, tra cui lo *Sposalizio della Vergine* o la *Fornarina* di Raffaello, il *Bacio* di Hayez, la *Nascita di Venere* o la *Primavera* di Botticelli, il *Bacco* o la *Vocazione di San Matteo* di Caravaggio, il *Tondo Doni* di Michelangelo o l'*Annunciazione e l'Adorazione dei Magi* di Leonardo, solo per citarne alcuni.

Da sempre impegnata nell'attività di promozione di un approccio innovativo alla valorizzazione delle opere d'arte e dei beni culturali attraverso la gestione di un percorso creativo che parte dall'acquisizione digitale di immagini in altissima definizione (gigapixel) e 3D, per arrivare alla diffusione di contenuti di eccezionale qualità tramite una piattaforma software appositamente sviluppata che permette di gestire l'incredibile risoluzione delle immagini digitali.

IL PROGETTO DI DIGITALIZZAZIONE DELLA GALLERIA NAZIONALE DELL'UMBRIA

Dal mese di marzo presso la Galleria Nazionale dell'Umbria è in corso una intensa campagna di digitalizzazione. L'obiettivo finale è fornire al museo un archivio digitale di im-



Fig.2 - Allestimento scanner FlyBy-O presso la Galleria Nazionale dell'Umbria.

magini in altissima definizione per soddisfare tutte le esigenze di valorizzazione digitale online e offline, di catalogazione, di riproduzione, di documentazione dello stato di conservazione e di studio. L'acquisizione digitale delle opere viene effettuata con diversi sistemi hardware e restituita con metodi software di elaborazione sviluppati da Haltadefinizione, i quali consentono di raggiungere risoluzioni molto elevate, mantenendo un ottimo livello di nitidezza, bassissimi valori di distorsione e colori fedeli, grazie anche all'utilizzo di target cromatici specifici. In passato queste tecnologie sono state utilizzate per i progetti portati avanti, tra i tanti, con la Galleria degli Uffizi e la Galleria dell'Accademia di Firenze, la Pinacoteca di Brera, il Cenacolo Vinciano e la Pinacoteca Ambrosiana di Milano. La stessa tecnologia è stata utilizzata per realizzare l'immagine più grande e dettagliata esistente in altissima definizione del Telo della Sindone, per la cui realizzazione nel 2008 la Santa Sede ha autorizzato una apertura straordinaria del sistema di conservazione della Reliquia.

Per pianificare ad hoc la campagna è stato fondamentale effettuare un sopralluogo per studiare gli spazi e l'allestimento,



Fig.3 - Ripresa 3D, Arnolfo di Cambio, Figura maschile, frammento della Fontana degli assetati, Galleria Nazionale dell'Umbria.

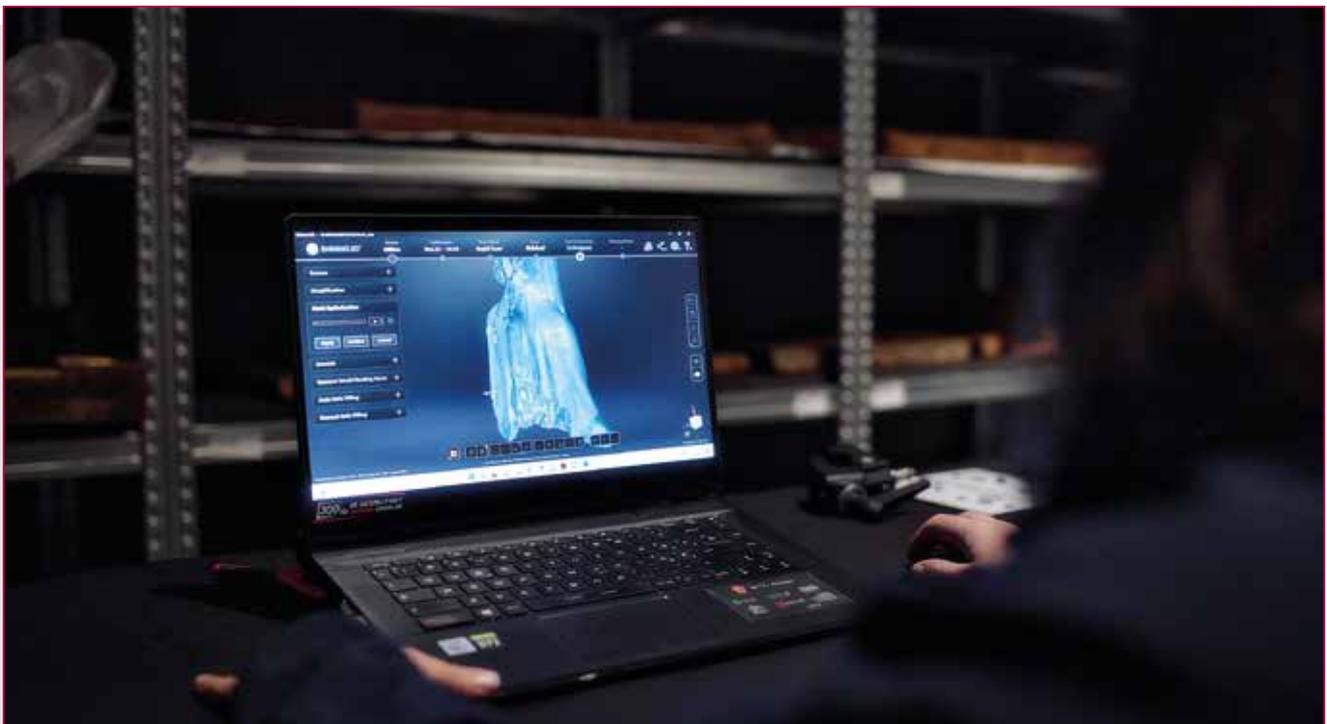


Fig. 4 - Modello 3D, Agostino di Duccio, Madonna con Bambino in terracotta, Galleria Nazionale dell'Umbria.

tenendo in considerazione non solo le caratteristiche delle opere, in particolar modo le dimensioni, la presenza di vetri conservativi, la possibilità, o talvolta l'impossibilità, di movimentare un'opera dalla sua collocazione, ma anche gli spazi a disposizione, le fonti di luce presenti e la necessità di operare in modo assolutamente sicuro per le opere e per i tecnici preposti. Un attento studio preliminare delle condizioni di lavoro ha permesso al team di Haltadefinizione di progettare le attività da svolgere fin nel più piccolo dettaglio, consentendo così

un'esecuzione del lavoro veloce, sicura per le opere e scarsamente invasiva anche per la Galleria.

TECNICHE DI ACQUISIZIONE

Digitalizzazione con macchina di ripresa nodale

La tecnica nodale permette l'acquisizione di formati grandi e piccoli da un unico punto di ripresa con risoluzioni che possono superare i 1000 ppi a seconda del formato e prevede la



Fig. 5 e 6 - Acquisizione gigapixel, Maestro del Crocifisso di Roncione, Crocifisso di Roncione, Galleria Nazionale dell'Umbria.

realizzazione di scatti multipli successivamente montati per ottenere un'immagine in gigapixel. La ripresa viene effettuata con l'utilizzo di illuminanti privati della radiazione ultravioletta, dannosa per le opere. Questa tecnica consente di ottenere immagini ad alta risoluzione con grande fedeltà nella riproduzione del colore. Nel caso delle opere della Galleria la risoluzione di acquisizione sarà di circa 600 ppi sulla misura reale degli oggetti.

Digitalizzazione con macchina Fly By-O

La macchina Fly By-O utilizza una tecnica di ripresa automatica a matrice, lavora in modalità orizzontale ed è utile per riprendere dipinti, arazzi e documenti di grande dimensione come mappe e carte di grandissimi formati che necessitano di un appoggio orizzontale. Il carrello mobile del macchinario orizzontale può essere esteso fino a consentire la scansione di formati alti 150 cm e con lunghezze notevoli, come ad esempio rotoli manoscritti o stampati su supporti eterogenei. Anche in questo caso la zona illuminata è circoscritta all'area fotografata, limitando al minimo l'esposizione alla luce ed eliminando la possibilità che vi siano radiazioni termiche causate dalle lampade. Gli illuminanti sono filtrati in maniera da eliminare la radiazione UV. L'applicazione di questa tecnologia viene eseguita attraverso molteplici scatti di dettaglio successivamente ricomposti digitalmente a formare un'unica immagine in altissima definizione del singolo oggetto. Vengono così realizzate immagini con risoluzioni ottiche compresa tra i 400 e i 2000 ppi calcolati sulla misura reale dei documenti, con livelli di accuratezza e di dettaglio molto elevati, nel rispetto dei parametri A della ISO/TS19264-1, che consentono di fruire in maniera semplice e rapida di immagini digitali di qualità, che permettono un'analisi estremamente approfondita dell'oggetto ripreso. Inoltre, il Fly By-O dispone di un modulo aggiuntivo robotizzato per realizzare acquisizioni 3D, utile per eseguire la fotogrammetria rapida dei dipinti.

Digitalizzazione Pano 360

Nelle due sale della Galleria in cui sono presenti affreschi sono state utilizzate tecniche di ripresa su testa nodale in grado di acquisire l'intera stanza a 360°, che successivamente potrà essere fruita con visori appositi. Attraverso i visori sarà possibile ammirare gli affreschi nella loro collocazione originaria con un visore multimediale a 360° che consentirà di ingrandire l'immagine decine di volte senza mai perdere definizione.

Digitalizzazione 3D

Nel caso di statue e arredi sono state utilizzate tecniche di ripresa fotogrammetriche manuali macro per l'acquisizione 3D. I risultati saranno modelli tridimensionali sotto forma di mesh colorate .obj con risoluzione fino a 0,5mm. L'acquisizione fotogrammetrica prevede la realizzazione di una rete di fotografie del soggetto, acquisite da più punti di vista, che permettono così di effettuare una triangolazione spaziale degli elementi ripresi. Tale triangolazione permette di rappresentare una nuvola di punti aventi coordinate spaziali (X, Y, Z) e cromatiche (L, A, B) accurate, metriche e confrontabili nel tempo.

La scansione fotogrammetrica, pertanto, è particolarmente efficace nella riproduzione affidabile del colore per ogni punto nello spazio e permette di ottenere una immagine metrica ortorettificata (senza distorsioni prospettiche) dell'opera.

Tali dati saranno particolarmente utili per indagini di tipo conservativo e monitoraggio periodico dello stato di conservazione del bene, e consentiranno la definizione di politiche

di conservazione preventiva e alerting (semi) automatico in situazioni di criticità.

Per l'acquisizione 3D il sistema manuale è stato affiancato, nei casi in cui si è ritenuto più efficace, da un sistema combinato di laser scanner e scansione a luce strutturata, la nuova frontiera degli scanner 3D ibridi portatili a luce strutturata che combinano le migliori tecnologie di scansione 3D e diverse sorgenti luminose.

DOCUMENTAZIONE PER FINALITÀ DIAGNOSTICHE

Il Fly By-O e il sistema nodale dispongono di un modulo aggiuntivo per realizzare acquisizioni diagnostiche con UV e IR.

La ripresa con fluorescenza visibile indotta da radiazione UV (365 nm) con illuminazione led con spettro di emissione 365-370 nm, fornisce la possibilità di osservare il comportamento degli strati più superficiali dell'opera (vernici, strati filmogeni protettivi) e il riconoscimento di alcuni pigmenti, leganti, adesivi e prodotti di restauro. Nel caso di opere di tipo cartaceo può aiutare a distinguere eventuali pattern di deterioramento e per la migliore lettura delle aree in cui l'inchiostro risulta sbiadito, prezioso aiuto in fase di restauri digitali dei documenti.

Attraverso la riflettografia del vicino infrarosso (780 - 950 nm) è possibile descrivere contestualmente elementi della pellicola pittorica e appartenenti a porzioni stratigraficamente inferiori come, ad esempio, il disegno preparatorio realizzato con materiali carboniosi sulla preparazione.

Nel caso della campagna di digitalizzazione presso la Galleria



Nazionale dell'Umbria sono stati valutati i singoli scenari e per alcune opere si è proceduto con l'esecuzione di analisi diagnostiche focalizzate solo su alcune zone e non sull'intera opera. Tra le opere oggetto di indagine possono essere citati il Polittico dei Domenicani di Beato Angelico, la Pala della Sapienza Nuova di Benozzo Gozzoli.

LA RESTITUZIONE DEI CAPOLAVORI IN DIGITALE

I capolavori digitalizzati saranno restituiti alla Galleria Nazionale dell'Umbria attraverso la piattaforma evoluta per la gestione delle immagini (Coosmo) di Haltadefinizione.

Dal momento che le immagini gigapixel sono costituite da file di grandissime dimensioni, misurabili nell'ordine di decine di Gigabyte, la piattaforma online appositamente sviluppata agevola la gestione e la fruizione dei file stessi.

La piattaforma includerà l'accesso riservato per l'Ente alle proprie opere in gigapixel con visualizzazione in tempo reale dell'immagine, un'infrastruttura in grado di erogare le immagini gigapixel e 360 verso terzi (ad esempio il sito della Gallerie Nazionale dell'Umbria) in modo facile e veloce, senza che sia necessario disporre di server particolari o di una banda particolarmente potente per la trasmissione dei dati.

Le immagini inoltre possono essere protette con filigrana visibile, personalizzabile e multilivello per garantire la massima protezione del contenuto, o con filigrana invisibile attraverso un algoritmo che inserisce nell'immagine un codice invisibile e rintracciabile successivamente sui file digitali.

CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Durante questi mesi tre set up hanno lavorato contemporaneamente per portare avanti nel più breve tempo possibile la campagna di acquisizione che ha interessato cento opere della Galleria Nazionale dell'Umbria, un progetto che sintetizza perfettamente come le tecnologie sviluppate da Haltadefini-

zione possono essere applicate agilmente a qualsiasi tipologia di opera d'arte ottenendo la massima qualità possibile. Le tecniche di acquisizione fotografica adottate sono state validate dall'*Istituto Centrale per il Restauro*, il quale ha constatato la completa non invasività e dannosità per gli oggetti fotografati, una garanzia molto importante per i musei e gli enti che decidano di intraprendere un percorso di digitalizzazione di singole opere o di intere collezioni. Il ramo ricerca e sviluppo di Haltadefinizione è costantemente impegnato nella studio e nella progettazione di nuove tecnologie custom applicabili all'acquisizione e alla fruizione di immagini di altissima qualità, sia con tecnologia gigapixel che 3D, per garantire risultati eccellenti in ogni condizione di ripresa.

Per quanto riguarda l'archiviazione dei fotogrammi i metadati associati alle immagini sono compatibili con le specifiche ICCD OA/O3.

ABSTRACT

The renovation of the National Gallery of Umbria is an excellent case study of the relationship between art and technology. Beside the construction work, Haltadefinizione conducted an ambitious digitization project involving more than one hundred works of art, including paintings, statues, altarpieces and furnishings. Ultra-high definition 3D digitization delivers a digital archive to the museum, which supports enhanced uses online and offline, including cataloging, reproductions, documentation of conservation status and scholarship.

PAROLE CHIAVE

MUSEI; DIGITALE; TECNOLOGIE BENI CULTURALI; TUTELA; GIGAPIXEL

AUTORE

ELEONORA LIGAS, STORICA DELL'ARTE
ELEONORA.LIGAS@HALTADEFINIZIONE.COM

LUCA PONZIO, FONDATORE DI HALTADEFINIZIONE
LUCA.PONZIO@HALTADEFINIZIONE.COM

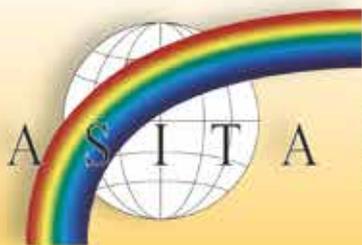
ANNA UMATTINO, CONSERVATION SCIENTIST



ArcGIS Platform

Il potere delle mappe
e dei servizi di localizzazione
nei sistemi operativi





FEDERAZIONE ITALIANA DELLE ASSOCIAZIONI
SCIENTIFICHE PER LE INFORMAZIONI
TERRITORIALI E AMBIENTALI

Conferenza
Nazionale
di Geomatica e Informazione
Geografica ed EXPO 2022

#ASITA2022

20-24 giugno, Genova

GEOMATICA PER LA TRANSIZIONE VERDE E DIGITALE



www.asita.it