

MODELLI DIGITALI PER COMUNICARE IL PATRIMONIO E L'INTERVENTO DI RESTAURO.

PALAZZETTO BAVIERA DI SENIGALLIA

di Ramona Quattrini, Francesca Gasparetto, Renato Angeloni, Mirco D'Alessio



Fig.1 - Vista di uno dei soffitti stuccati di Palazzetto Baviera, Senigallia.

La digitalizzazione del patrimonio, cioè la traduzione in forma digitale di dati necessari alla sua definizione, oggi è diventata un punto chiave della valorizzazione. Percorrendo il sentiero del digitale, aumenta la diffusione e l'accessibilità a qualsiasi genere di bene culturale."

Il lavoro si colloca nell'ambito di un progetto finanziato dalla Regione Marche per il Sistema Museale di Senigallia e nato con l'obiettivo di rinnovare l'impianto didascalico a servizio di vari musei della città di Senigallia. Attraverso un approccio digitale è stato riprogettato l'assetto comunicativo, dalla scelta dei contenuti agli strumenti impiegati: in particolare, l'intervento si focalizza sui soffitti stuccati di Palazzo Baviera. Con l'impiego di modelli 3D aumentati, sviluppati per un'applicazione progettata per device mobili, è stato possibile sperimentare un nuovo approccio alla descrizione dei beni culturali. Il caso dell'app sviluppata per Palazzetto Baviera infatti può essere definito come un interessante risultato di integrazione tra dati di natura diversa con l'obiettivo di una fruizione sempre più ampia. Le tecnologie digitali applicate al lavoro di rilievo, validate in numerosi casi di documentazione per il patrimonio culturale (Apollonio *et al.*, 2018) (Pamart *et al.*, 2019), hanno orientato la progettazione di un output comunicativo integrato.

La possibilità di lavorare in equipe, tra professionisti dei vari settori attenti alla tutela e protezione del patrimonio, ha permesso di ottenere una condivisione dei dati a 360 gradi e costruire un'esperienza appagante per il visitatore. L'integrazione dei dati, metrici descrittivi dell'intervento conservativo, ha portato ad una documentazione completa e realmente narrativa.

L'oggetto del lavoro sono i soffitti modellati in stucco realizzati dall'artista Federico Brandani nel 1560, che rappresentano episodi dell'Antico Testamento, dell'Iliade, della storia di Roma Imperiale, Repubblicana e delle dodici fatiche di Ercole (Fig.1). I soggetti a tema epico raffigurati sono appunto molti, distribuiti in sei stanze oggi aperte al pubblico e facenti parte del Sistema Museale del Comune di Senigallia.

La necessità era quella di sviluppare un apparato descrittivo e comunicativo che permettesse di entrare in reale contatto con i soffitti, distanti dal visitatore e di difficile fruizione. Considerata la loro densità figurativa - ricca di elementi a sbalzo quali personaggi, animali, elementi floreali e decorazioni - lo strumento utilizzato per la fruizione digitale doveva riuscire ad organizzare informazioni narrative unendole a dati tecnici, certamente interessanti, data la fisicità tridimensionale dell'opera stessa. La tridimensionalità dell'oggetto in questo caso richiedeva infatti la possibilità di navigare al suo interno, di avvicinarsi virtualmente e di studiarne i dettagli volumetrici. I modelli 3D sono quindi stati sfruttati come elemento sul quale improntare la nuova esperienza di visita del Palazzetto.

Altri esempi di comunicazione su vari livelli per i beni culturali utilizzano i modelli digitali ad alta definizione come output sul quale costruire l'interazione digitale. Applicazioni digita-

li, soprattutto dedicate ad opere mobili di piccole dimensioni, permettono di investigare la superficie dipinta da vari punti di vista: da informazioni riguardanti la storia del soggetto rappresentato, alla lettura delle indagini diagnostiche (Pierdicca *et al.*, 2015) alla fruizione digitale dell'oggetto (Clini *et al.*, 2015).

IL RILIEVO 3D PER COMUNICARE IL CULTURAL HERITAGE

I processi di digitalizzazione si pongono come proposito principale la selezione di alcuni elementi della realtà, la loro documentazione e la conseguente registrazione in formato digitale (Demetrescu, 2019). Il risultato diretto di questi procedimenti sono i modelli 3D, che rivestono un ruolo culturale ormai ampiamente riconosciuto.

Quando oggi si parla di comunicazione e valorizzazione del patrimonio culturale, si fa spesso riferimento a un prodotto multimediale in grado di raccogliere le informazioni necessarie alla divulgazione della sua conoscenza (Guidazzoli, 2018). Il rilievo digitale è l'operazione che permette di registrare i dati riguardanti il bene e di tradurli in un modello digitale ispezionabile e navigabile. Secondo l'agenda digitale europea, la digitalizzazione del patrimonio è sinonimo di conservazione e per questo va promossa come buona pratica. Le operazioni che portano ricercatori e operatori culturali a raccogliere informazioni digitali - e a condividerle - sono sostenute ed incentivate dalle direttive UE al fine di aumentare l'accessibilità on line del patrimonio culturale europeo e stimolare la crescita delle industrie culturali europee.

Il risultato di questa digitalizzazione diffusa non ha come unico scopo la comunicazione. I modelli digitali, come risultato di un procedimento analitico, sintetizzano le informazioni necessarie alla valorizzazione e alla conservazione del bene e rispondono a tutte le necessità rappresentative del processo di studio di un oggetto artistico. Le informazioni che contengono sono di varia natura: da quelle geometriche, a quelle conservative. Molti recenti progetti di ricerca nell'ambito del programma quadro Horizon2020 partono infatti dalla modellazione del bene oggetto di studio e su quella strutturano i processi di analisi e di organizzazione dei dati (Maietti *et al.*, 2018).

La potenza di un modello digitale per la comunicazione è sicuramente la sua alta performatività. Con questo si intende la possibilità di manipolare, indagare, approfondire l'oggetto rappresentato in maniera del tutto soggettiva da parte del fruitore. L'immersività che permette questo genere di esperienza cambia la prospettiva dell'osservatore, che si trova all'interno del processo comunicativo (Centofanti, 2018). Anche per questo le applicazioni digitali negli anni hanno guadagnato uno spazio sempre più centrale all'interno degli allestimenti museali. Le nuove tecnologie rappresentano per molti musei un metodo per incentivare le visite e coinvolgere i propri visitatori (Barrile *et al.*, 2019). Infatti, il panorama culturale contemporaneo riconosce alla comunicazione tramite strumenti digitali un ruolo

importante, poiché aumenta l'accessibilità al patrimonio. Al modello digitale va sempre associato un apparato comunicativo strutturato, che viene definito a partire da una documentazione multistrato e che tiene in considerazione i molti aspetti che riguardano la conservazione¹, la valorizzazione e la fruizione di un bene culturale.

IL RILIEVO DIGITALE DEI SOFFITTI E L'ELABORAZIONE DATI

L'acquisizione del dato, finalizzata alla successiva modellazione digitale dei soffitti, è stata realizzata integrando scansioni laser (*terrestrial laser scanner*, TLS) e fotogrammetria digitale (Clini *et al.*, 2019).

Per garantire un adeguato livello di precisione e accuratezza, vista l'elevata complessità geometrica dell'apparato decorativo, sono state eseguite 20 stazioni di presa utilizzando una *ScanStation Leica Geosystem P40*, un TLS a tempo di volo in grado di rilevare fino ad 1.000.000 di p.ti/sec. Considerando le caratteristiche dello strumento e la distanza di presa massima prevista, la risoluzione delle scansioni è stata impostata a 3.1 mm a 10 m con conseguenti tempi per singola acquisizione inferiori ai 3 minuti. Le nuvole di punti ottenute sono state quindi elaborate utilizzando il software *Leica Cyclone*, ottenendone una singola descrivente l'intera geometria dei diversi ambienti (Fig.2). Estrapolate le porzioni relative a ciascun soffitto, utilizzando *3DReshaper*, software per la modellazione di forme complesse da nuvole di punti, sono state quindi elaborate le singole *mesh*.

Le acquisizioni fotografiche sono state invece realizzate per l'integrazione al dato geometrico di quello colorimetrico. Al fine di ottimizzare tale fase, le immagini sono state scattate seguendo un approccio multi-risoluzione, con un'acquisizione più dettagliata degli elementi di maggior rilievo. Utilizzando una fotocamera Sony Alpha9, obiettivo con focale 24 mm e risoluzione 6000 x 4000 px, sono state scattate da terra oltre 600 immagini per ottenere una copertura completa di tutti i soffitti. Per i dettagli, utilizzando la medesima strumentazione, le acquisizioni sono state effettuate in quota con circa 30 foto per ciascun elemento. Le immagini sono state quindi editate utilizzando il software *CameraRaw* e allineate con *Agisoft PhotoScan* elaborandole suddivise per singoli soffitti o dettagli.

Posizionando manualmente nelle foto alcuni punti di controllo con coordinate note ricavate da nuvola di punti, immagini e dati laser sono stati integrati nel medesimo sistema di riferimento in modo da poter texturizzare le singole *mesh* e rendere possibile una visualizzazione fotorealistica.

Come ultimo step, essendo il lavoro finalizzato alla fruizione in realtà aumentata, ciascun modello è stato ottimizzato a tale scopo riducendone il numero di poligoni ma mantenendo la medesima resa visiva (Clini *et al.*, 2018). Le *mesh* sono state quindi decimate in *3DReshaper* con priorità di curvatura, ossia



Fig. 2 - Nuvola di punti dei sei soffitti, risultato dell'acquisizione fotogrammetrica.

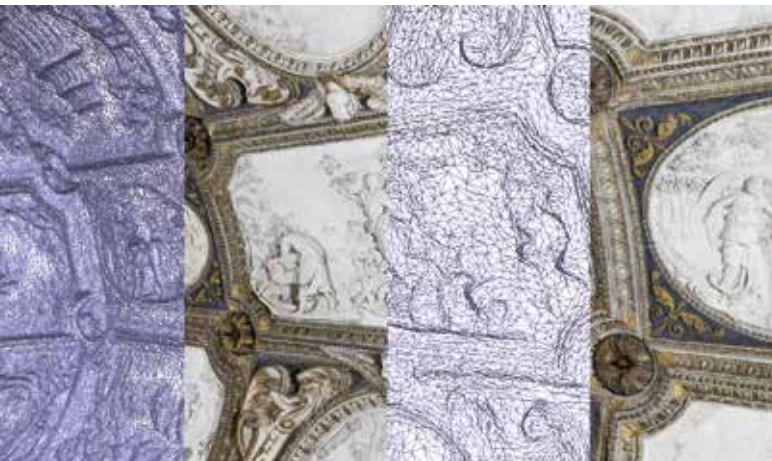


Fig. 3 - Confronto tra i due modelli mesh lowpoly e highpoly.

preservando le parti dalla geometria più complessa; sovrapponendo ai modelli semplificati quelli originali, grazie al software *3DS Max*, è stato quindi possibile proiettarne le caratteristiche visuali raggiungendo il risultato ricercato di rendere impercettibile all'occhio umano la differenza tra i due (Fig.3).

LA PROGETTAZIONE DI UN NUOVO OUTPUT: COMUNICARE IL RESTAURO COME STRUMENTO DI FRUIZIONE DIGITALE

L'applicazione progettata in questo contesto prevede due output diversi: una libreria digitale in AR - che raccoglie i modelli sei soffitti del Palazzetto e le informazioni riguardanti gli aspetti storico-artistici e dell'intervento di restauro - e una repository web, ospitata da Sketchfab², grazie al quale poter esplorare i soffitti stuccati anche al di fuori del Palazzetto Baviera.

Si è visto necessario l'impiego di una libreria in AR poiché le varie parti dei soffitti, fittamente riempite dallo scultore con molti personaggi, risultavano di difficile comprensione ad occhio nudo. Già in precedenza, la narrazione storico-artistica necessitava di un supporto informativo cartaceo che aiutasse ad individuare le scene. Si è pensato quindi alla possibilità di avvicinarsi agli elementi scolpiti virtualmente, in modo da poterli esaminare più approfonditamente.

I rilievi sono stati svolti contemporaneamente ad un cantiere di restauro, che aveva come scopo finale la restituzione della cromia originale delle superfici danneggiate dal passare del tempo e segnate da interventi precedenti ormai invecchiati. Da qui la decisione di integrare le informazioni tecniche delle operazioni conservative con i modelli digitali. Riconoscendo alle operazioni di restauro un possibile ruolo divulgativo, che aiuta a meglio comprendere la fisicità della materia artistica, si è pensato di impiegare le informazioni provenienti dalla relazione tecnica di intervento come strumento di valorizzazione attraverso il digitale. Il lavoro si è posto quindi l'obiettivo di integrare di-

verse tipologie di fonti e sviluppare così una documentazione interattiva. Questo è stato possibile grazie ad un'applicazione *targeted based* per device mobili, che associa ai modelli 3D informazioni inerenti all'intervento di restauro e testi descrittivi delle vicende rappresentate.

LO SVILUPPO DELL'APP

L'applicazione sviluppata nasce dalla volontà di sperimentare nuovi modi per fruire del dato artistico, al fine di renderlo più facilmente consultabile. Per il raggiungimento di questo scopo è stata creata una libreria digitale caratterizzata dal funzionamento tipico delle applicazioni di realtà aumentata, ossia il riconoscimento d'immagine. Al fine di rispondere a questa necessità, si è sviluppata una applicazione *targeted based*. L'impiego di *markerless tracking algorithms* - ossia di algoritmi in grado di estrapolare dei punti notevoli o *features* dalle immagini - ha costituito la caratteristica fondamentale sulla quale è stato improntato il lavoro. In particolare, l'applicazione è stata pensata per riconoscere l'immagine attraverso la ricerca di *features* e, una volta individuati i punti, posizionare come progettato in corrispondenza del *target*, l'interfaccia dell'informazione che si voleva comunicare.

L'applicazione è stata sviluppata interamente in *Unity*, (una delle principali *Game Engine* per lo sviluppo di videogiochi ed applicazioni per smartphone) e *Vuforia* (un'estensione di *Unity* per lo sviluppo di applicazioni AR), programmata per sistema operativo *Android* in accordo con la tipologia di *device* designato per la fruizione delle sale.

L'utilizzo dell'app parte quindi da un'immagine bidimensionale che grazie all'app di realtà aumentata si collega al suo modello. Per fare questo sono stati realizzati due totem di accesso: uno dedicato al lavoro di restauro, con immagini relative ad un unico soffitto (quello già restaurato), e l'altro dedicato alle descrizioni storico-epiche dei soffitti stuccati descrittivo dell'intero Palazzetto. In questo caso, si può parlare di libreria digitale in realtà aumentata poiché l'applicazione aggiunge contenuti digitali e virtuali al tavolo illustrato bidimensionale. Una volta avviata l'applicazione, la pianta riportata sul totem d'accesso viene usata da navigatore per indagare i soffitti a stucco, selezionabili tramite icone con il nome della sala e del ciclo rappresentato (fig.4). Le icone sono vincolate all'immagine 2D presente sul tavolo in modo da non perdere il contatto con la stanza inquadrata. Cliccando su una delle icone, compare il modello digitale 3D, manipolabile a piacimento dall'utente: può essere scalato, traslato e ruotato, oppure usato come punto fisso intorno al quale l'utente può spostarsi fisicamente. La scelta di lasciare abilitate più funzioni di interazione ha come obiettivo il migliorare l'usabilità e intuitività dell'app, inducendo il fruitore a scoprire più liberamente i modelli che si trova a disposizione. Agli angoli della schermata sono inol-

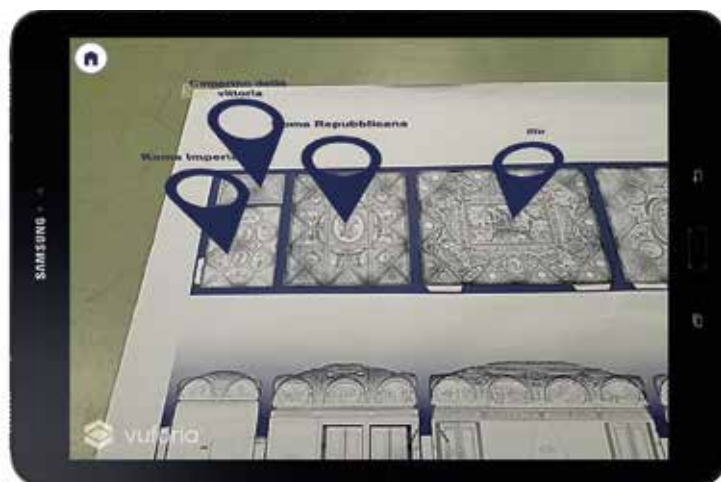


Fig. 4 - Collegamento in AR tra l'app installata nel tablet e il totem grafico.



Fig. 5 - Schermata dell'app con modello 3D di un soffitto e informazioni relative all'intervento di restauro.

tre posizionate tre icone diverse, utili a navigare all'interno dell'app. Una di queste è totalmente dedicata ad informazioni testuali. In essa sono inseriti dati aggiuntivi, relativi in un caso alla mitologia degli stucchi, nell'altro alle diverse tecniche di restauro adottate (fig.5).

Per quanto riguarda lo schema software progettato sono state create, all'interno di *Unity*, undici scene differenti, nove per i modelli, una per la schermata di selezione ed in fine una di *credits*. Tutta l'applicazione ruota attorno ad un sistema di collegamenti tra le diverse scene, navigabili attraverso un sistema di *buttons*, ossia oggetti interattivi, programmati in *C sharp*. Ogni scena si caratterizza per la presenza di due oggetti fondamentali, *image target* e *canvas*. L'*imageTarget* gestisce tutto ciò che riguarda l'AR, in particolare specifica quale immagine deve funzionare da *target* e quale oggetto virtuale deve essere caricato per essere visualizzato a schermo. Il *canvas* invece gestisce l'interfaccia, quindi contiene tutte le informazioni relative ai vari *buttons* utilizzati nella scena. La principale differenza che insiste tra la scena di selezione e le altre consiste nel posizionamento di questi due oggetti, ossia il *canvas* viene inserito all'interno dell'*imageTarget*, in modo tale da far comparire i *buttons* in seguito al riconoscimento immagine. Al fine di far sovrapporre i *buttons* al disopra dei *target*, è stato utilizzato il *render mode* in "*world Space*", ciò lo svincola dalla schermata del *device* e lo vincola al *target*, conferendo così la possibilità di gestire l'interfaccia in AR. Nelle altre schermate il *canvas* e l'*imageTarget* sono due entità separate e il *render mode* relativo al *canvas* è stato impostato su "*screen space-overlay*" affinché i *buttons* rimangano vincolati alla schermata dello *smartphone*.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

L'esperienza sviluppata a Palazzetto Baviera³ è un esempio di come l'innovazione digitale possa aumentare la comprensione di un manufatto, valorizzandone ogni aspetto correlato. L'obiettivo prefissato era quello di sviluppare un sistema interattivo e innovativo di facile utilizzo per i visitatori. Grazie all'applicazione di metodi di rilevamento consolidati, uniti all'impiego di *device* di uso comune, è stato possibile riprogettare la comunicazione all'interno dell'importante palazzo storico della città di Senigallia rinnovandone contenuti e approccio documentativo.

Secondo le nuove direttive europee in materia di digitalizzazione dei beni culturali, sarà dedicato sempre più spazio al tema della documentazione digitale del patrimonio. Questo impegno richiede una reale interdisciplinarietà, con l'impiego di soluzioni che permettano di mettere a sistema le informazioni raccolte durante i processi di conservazione e valorizzazione di ogni tipo di oggetto artistico. Per questo motivo è necessario individuare strategie comunicative che sappiano far dialogare i vari campi producendo un risultato fruibile e di facile accesso.

Sistemi come quello sperimentato in questa occasione, muovono verso il tentativo di mettere a disposizione i dati tecnici raccolti da strumenti ed applicazioni digitali per applicazioni esperienziali e immersive, in grado di comunicare il patrimonio da vari punti di vista.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il responsabile scientifico della convenzione "Modelli 3D e contenuti VR per il Sistema Museale di Senigallia. I soffitti stuccati di Palazzo Baviera" prof. Paolo Clini, il Comune di Senigallia, Sistema Museale e Ufficio Cultura: Assessore Simonetta Bucari, dott. Stefano Verri, dott. Eros Gregorini. Il lavoro si inserisce nelle sperimentazioni collegate al PSA Civitas, PI Prof. Paolo Clini

BIBLIOGRAFIA

- Apollonio, F. I. et al. (2018) "A 3D-centered information system for the documentation of a complex restoration intervention," *Journal of Cultural Heritage*, 29, pp. 89-99. doi: 10.1016/j.culher.2017.07.010.
- Barrile, V. et al. (2019) "A combined study of art works preserved in the archaeological museums: 3d survey, spectroscopic approach and augmented reality," in *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-201-2019.
- Clini, P. et al. (2015) "A New Cloud Library for Integrated Surveys: The Ancient Via Flaminia and the Nextone Project," in *Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*. IGI Global, pp. 579-606. doi: 10.4018/978-1-4666-8379-2.ch020.
- Centofanti, M. (2018), "Le dimensioni scientifiche del modello digitale", in *Disegno*, pp. 57-66. <https://doi.org/10.26375/disegno.2.2018.8> ISSN 2533-2899.
- Clini, P. et al. (2018) "Interactive immersive virtual museum: Digital documentation for virtual interaction," in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-251-2018.
- Clini, P. et al. (2019) "The integrated survey of narrow spaces and underground architecture: the case study of campana caves bas-reliefs," in *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-277-2019.
- Maietti, F. et al. (2018) "Enhancing Heritage fruition through 3D semantic modelling and digital tools: The INCEPTION project," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. doi: 10.1088/1757-899X/364/1/012089.
- Demetrescu, E. et al. (2019) "Digital replica of cultural landscapes: An experimental reality-based workflow to create realistic, interactive open world experiences", in *The Journal of Cultural Heritage*, Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.07.018>.
- Guidazzoli, A. et al. (2018), "Open Virtual Heritage Applications: from Research Tools to Emotional and Participatory Virtual Spaces. The Visit Lab experience", in (a cura di) Cappucci&Cipolletta, *The New and History art'science 2017/Leonardo 50 Proceedings*, 2018 Noema, Ravenna, pp. 141-153, ISBN 978-88-909189-7-1.
- Pamart, A. et al. (2019) "A complete framework operating spatially-oriented rti in a 3d/2d cultural heritage documentation and analysis tool," in *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-573-2019.
- Pierdicca, R. et al. (2015) "Advanced interaction with paintings by augmented reality and high resolution visualization: A real case exhibition," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. doi: 10.1007/978-3-319-22888-4_4.

NOTE

1 Si fa riferimento all'app AR sviluppata dal GRABAR Art Conservation Center di Mosca, premiata durante la Cerimonia di premiazione del International Committee for Audio-visual and New Image and Sound Technologies (AVICOM) 2019. L'applicazione è stata progettata per trasmettere informazioni riguardo il progetto di restauro di oggetti danneggiati e di difficile lettura complessiva.

2 https://sketchfab.com/circuitomuseale_senigallia

3 per un approfondimento riguardo le modalità di utilizzo dell'app all'interno di Palazzetto Baviera <https://youtu.be/1E2fbakl86s>

ABSTRACT

The most convincing experiments currently carried out in the field of Digital Cultural Heritage consist in integrating more different information in order to contribute to the aim of enhancing the communicability of the heritage and its values. This is facilitated by widely tested technologies, including on cultural heritage. High-definition 3D models, which can be obtained from digital surveys, even if they are expeditious, are a powerful tool for visual dissemination, but they also pave the way for communicating the subject. A new type of storytelling, which organizes data operating around and for an artistic object, allows to create models enriched by increasingly stimulating information.

The example of the Palazzetto Baviera 3D app, developed with the Municipality of Senigallia (AN), shows how a correct integration between 3D technology, historical-critical insights and technical documentation leads to interactive tools that can satisfy more curiosity, both scientific and tourist.

PAROLE CHIAVE

3D REALITY-BASED; REALTÀ AUMENTATA; DIGITALIZZAZIONE; RESTAURO; APP

AUTORE

RAMONA QUATTRINI

R.QUATTRINI@UNIVPM.IT

FRANCESCA GASPARETTO

F.GASPARETTO@PM.UNIVPM.IT

RENATO ANGELONI

R.ANGELONI@PM.UNIVPM.IT

MIRCO D'ALESSIO

DALESSIOMIRCO@YAHOO.IT

DICEA UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE