

IL RILIEVO 3D DEL MUSEO DELLA BATTAGLIA A VITTORIO VENETO

di Erminio Paolo Canevese, Nicola Benedet

Ogni frammento è testimone del passato in esso racchiuso. Spesso, però, il suo stato di degrado ne compromette la leggibilità. L'esigenza di conoscere, per studiare e intervenire in modo corretto su un bene, ha bisogno di un gran numero di competenze. Per questo motivo la tecnologia può aiutarci in primis a indagare le forme e lo stato di conservazione del manufatto e, successivamente, a trovare soluzioni adeguate alla sua rifunzionalizzazione. La disciplina del restauro costituisce senza dubbio un ponte fra discipline umanistiche e tecniche, che si integrano con l'obiettivo comune di perpetuare i valori storici-artistici di un bene. Nel nostro paese gli edifici storici da conservare sono numerosi e rappresentano un impegno rilevante per i proprietari (pubblici e privati), per i professionisti e per le istituzioni preposte alla loro tutela. Questo vale in particolar modo per i musei, strutture deputate alla conservazione ed esposizione di beni culturali per finalità educative e di studio, in quanto sono essi stessi beni di interesse storico-artistico, da salvaguardare con opportune azioni di tutela, conservazione e valorizzazione. In questa case history, Virtualgeo ha fornito gli strumenti che hanno permesso di analizzare, comprendere e indagare, un intero museo, a diversi livelli, scientifico-operativo e divulgativo.

A Vittorio Veneto, località inscindibilmente legata alla conclusione della prima guerra mondiale, molti edifici sono divenuti simbolo dell'identità cittadina, come nel caso del Museo della Battaglia, che rappresenta una testimonianza di grande significato per la comunità in quanto perpetua la memoria dell'evento che, ancora oggi, colloca la città tra le principali mete del turismo storico. L'edificio del museo risale al XVI secolo: è l'antico palazzo della Comunità di Ceneda e presenta affreschi di notevole pregio dipinti da Pomponio Amalteo (1505-1588) e Giovanni De Min (1786-1859). Il Museo della Battaglia è stato inaugurato nel 1938 e si è arricchito negli anni di reperti, documenti e oggetti che lo hanno reso un *unicum* sul territorio nazionale. Oggi, però, l'immobile, l'impiantistica, l'allestimento e, non ultimo, gli affreschi, necessitano di un intervento di recupero complessivo e ammodernamento. Per ovviare a questo inconveniente, consentendo la prosecuzione della vita del museo anche durante la chiusura, l'amministrazione comunale si è rivolta alla Virtualgeo, che ritorna a Vittorio Veneto portando a compimento una delle più sofisticate e avveniristiche rappresentazioni digitali di museo, coniugando la tecnica avanzata della geomatica e le più innovative tecnologie software sviluppate dal proprio settore di ricerca applicata e sviluppo. Ha infatti elaborato un modello digitale 3D, geometricamente rigoroso (LIM®, Lidar Information Model) e fotografico (PDM®, Photo 3D Model, realizzato con tecniche fotogrammetriche), della struttura e dell'allestimento: uno strumento importante per comprendere la complessità storica e costruttiva del museo, utile sia al progetto di restauro che per interventi futuri.

Per concretizzare le intenzioni del Comune, ossia "congelare" lo stato di fatto del Museo della Battaglia grazie all'impiego delle nuove tecnologie per documentare il suo essere "museo di se stesso", il lavoro di Virtualgeo è iniziato con tre giornate di lavoro per eseguire le scansioni laser (figura 3) e le prese fotografiche, necessarie a restituire un modello geometrico con accuratezza millimetrica ed elevatissima qualità fotogrammetrica. I tempi brevi e gli obiettivi da soddisfare hanno determinato la scelta della strumentazione di rilievo: una stazione totale Leica Geosystems TCRA 1201, i laser scanner Leica Geosystems - HDS 7000 e Faro - Photon 120. Per il museo sono state eseguite 162 scansioni dettagliate con

cui si sono acquisite le coordinate spaziali e cromatiche di oltre undici miliardi di punti. L'intero rilievo è stato appoggiato a poligonali topografiche plano-altimetriche collegate al sistema di riferimento locale utilizzato nel progetto di restauro. Nella figura 1 il dettaglio delle strumentazioni utilizzate per l'acquisizione.

GEOMATICSCUBE RICERCA E SVILUPPO VIRTUALGEO

L'attività di documentazione del patrimonio culturale si avvale ormai di tecniche tridimensionali in grado di memorizzare morfologie complesse ed estensioni ampie sotto forma di modelli 3D dai quali è possibile ricavare rappresentazioni architettoniche (piane, sezioni, prospetti, assonometrie) e, soprattutto, indagare ogni dettaglio utile alla conoscenza e comprensione del rilevato. L'esigenza di una dettagliata descrizione geometrica e tematica è sentita soprattutto nel caso di indagini diagnostiche e monitoraggi su strutture e materiali che possono richiedere la realizzazione di un sistema informativo dell'edificio. Il modello geometrico costruito da Virtualgeo, attraverso le procedure descritte di seguito, assolve proprio a questo, configurandosi come un vero e proprio modello informativo, in cui elevata densità dei punti acquisiti e accuratezza della modellazione sono parametri strettamente correlati. La gestione informatica di questo genere di dati (miliardi di punti per rilievi architettonici come questo) risulta molto pesante senza un software che ne semplifica trattamento e fruibilità, mantenendone inalterata la qualità.

Il post-processamento dei dati acquisiti con laser scanner al Museo della Battaglia è stato condotto con EasyCUBE LIM™, software proprietario Virtualgeo. Il software è la soluzione di GeomaticsCUBE, che è la divisione ricerca applicata e sviluppo di Virtualgeo, per generare modelli tridimensionali informativi e fotografici unici nel loro genere perché hanno caratteristiche determinanti per l'ottimizzazione e l'efficienza nelle attività dei progettisti. Con EasyCUBE LIM™ si generano modelli 3D fotografici (fotogrammetria) fedeli alla realtà, leggeri e segmentati fino a 20.000 layer, che facilitano le indagini e le interrogazioni dimensionali sulle geometrie degli elementi, sugli aspetti materici e sul degrado. EasyCUBE LIM™ rivoluziona completamente il rapporto software/utente con un approccio diverso. È infatti uno strumento di lavoro efficace

STRUMENTAZIONE DI RILIEVO

STAZIONE TOTALE - TCRA 1201



- precisione angolare 1,5 cc
- precisione distanziometro ± 2 mm
- dispositivo reflector less - misura della distanza senza impiego di prismi riflettenti.

LASER SCANNER - HDS 7000



- misura distanze a "differenza di fase"
- velocità acquisizione 1 milione punti/secondo
- accuratezza acquisizione $\approx 0,6$ mm a 25 m

LASER SCANNER - PHOTON 120



- misura distanze a "differenza di fase"
- velocità acquisizione 976.000 punti/secondo
- accuratezza di acquisizione ≈ 1 mm a 25 m

FASE DI RILIEVO E RESTITUZIONE

ACQUISIZIONE

POLIGONALI PIANO ALTIMETRICHE	n	7
VERTICI DI POLIGONALE	n	26
MIRE - PUNTI DI RIFERIMENTO	n	273
SCANSIONI LASER 3D	n	162
PUNTI LASER ACQUISITI	n	MRD 11.5
IMMAGINI CON LASER SCANNER	n	1498
IMMAGINI PROFESSIONALI	n	101
DATABASE NUVOLE DI PUNTI	Gb	7

ELABORAZIONE

MODELLO 3D AutoCAD	Mb	26
MODELLO EasyCUBE	Mb	273
TEXTURE MODELLO 3D - Risoluzione 30%	Gb	162
TEXTURE MODELLO 3D - Risoluzione 100%	MRD	11.5
LAYER MODELLO 3D LIM®	n	1026
POLIGONI DEL LIM®	n	1.051.387
IMMAGINI IMPIEGATE PER LE TEXTURE	n	455

COLLAUDO

ACCURATEZZA MAGLIE 3D	1,5 mm
ATTENDIBILITÀ MODELLO 3D LIM®	min 2,2 mm
	max 5,7 mm

L'**accuratezza** è lo scarto tra la maglia 3D e la nuvola di punti sulla quale è stata generata.
L'**attendibilità** è la differenza tra la distanza di due punti qualsiasi del modello 3D e la distanza tra i punti corrispondenti dell'oggetto reale.

Figura 1 - Tabella degli strumenti utilizzati.

ed efficiente ad ampio raggio: per la conservazione del patrimonio architettonico e culturale, l'attività di certificazione, la produzione industriale, la realizzazione di infrastrutture, la gestione del territorio etc., e sarà immesso sul mercato entro la prima metà del 2013.

IL NUOVO PUNTO DI VISTA PER STUDIOSI E PROGETTISTI

EasyCUBE LIM™ appartiene alla EASYCUBE FAMILY, che presto sarà presentata sul mercato, ed è solo uno dei tanti risultati della ricerca Virtualgeo, frutto di un know-how pluriventennale negli ambiti della geomatica, della realtà virtuale, del multimediale e della produzione di opere multiculturali. Negli ultimi anni la ricerca Virtualgeo si è focalizzata su metodi innovativi a supporto delle attività di reverse engineering (LIM® - PDM® -DITM®) e sulla realizzazione di tecnologie potenti ma, allo stesso tempo, semplici e alla portata di tutti. Infatti le tecnologie GeomaticsCUBE di Virtualgeo propongono un approccio nuovo che, grazie a strumenti specifici e intuitivi, moltiplica le possibilità di usare tutte le informazioni ricavabili dai modelli 3D fotografici e dai dati acquisiti con strumentazione Lidar (*Laser Imaging Detection and Ranging*). La combinazione di quattro elementi rende unici i modelli 3D generati con le tecnologie GeomaticsCUBE:

- fedeltà al reale: le maglie "intelligenti" che costituiscono il modello seguono perfettamente la morfologia delle nuvole di punti e, dunque, del manufatto;

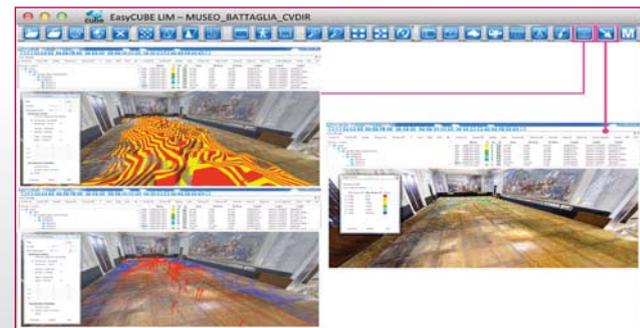


Figura 2 - Fase di elaborazione con il software PDM®, Photo 3D Model durante l'analisi delle deformazioni.

- segmentazione degli elementi che costituiscono il modello 3D, in relazione a criteri materici, temporali, termici, di degrado (fino a 20.000 layer);
- leggerezza dei file generati (dimensioni ridotte in KB);
- elaborazione di fotopiani ad alta definizione, con tecniche fotogrammetriche per punti omologhi e ortofotopiani dalle nuvole di punti.



Figura 3 - Sala della Vittoria - Nuvola di punti colorata, Lidar Information Model e Photo 3D Model.

Con un software così potente e versatile il processamento dei dati acquisiti con laser scanner al Museo della Battaglia è iniziato filtrando la nuvola di punti per eliminare l'eventuale rumore e i punti non significativi.

Il successivo passaggio si è concentrato sull'organizzazione della nuvola di punti impiegando apposite funzionalità di EasyCUBE LIM™ si è proceduto alla modellazione con maglie 3D "intelligenti", che consentono di riprodurre fedelmente il rilevato. Il modello 3D è stato quindi segmentato negli elementi costruttivi e materici caratterizzanti con tecniche semi-automatiche, grazie alla professionalità dei tecnici Virtualgeo, ottenendo il risultato mostrato in figura 3.

Con le tecniche fotogrammetriche, per punti omologhi, messe a disposizione dal software, al modello 3D sono state applicate rapidamente le immagini fotografiche ad alta risoluzione, generando così il modello fotogrammetrico (PDM®, Photo 3D Model).

Figura 8 - Vista dall'alto del modello tridimensionale dell'area 39000 con evidenziati i punti topografici per la georeferenziazione.



La fotografia digitale in alta e altissima definizione trova nel settore dei beni culturali un campo di applicazione molto fecondo. L'osservazione a distanza ravvicinata di un dipinto, di un affresco oppure di un'architettura è sempre stata riservata a un numero molto ristretto di persone: gli addetti ai lavori. Oggi, grazie a Virtualgeo, questa straordinaria esperienza è accessibile a tutti. È una conquista permessa dall'eccezionale sviluppo di tecnologie multidisciplinari, con le quali è possibile ottenere immagini con una risoluzione tale da permettere, tramite appositi software, la visione a distanza di tutti i dettagli, anche i più minuti. Quello applicato al Museo della Battaglia rappresenta, perciò, uno dei progetti più significativi di acquisizione digitale geometrica e fotogrammetrica in alta definizione di un bene storico-artistico per finalità di tipo scientifico, didattico e divulgativo.

Il modello 3D fotografico ottenuto si presta, infatti, sia a scopi scientifico-operativi (possibilità di effettuare studi specialistici a distanza, simulazione e valutazione di ipotesi di intervento di recupero etc.), sia divulgativi (accessibilità "reale" e "virtuale" per il vasto pubblico, valorizzazione e promozione del sito, etc.).

Il texture mapping di oggetti richiede la ripresa di un'adeguata sequenza di immagini, evitando situazioni di sovra e sottoposizione. Nel caso di edifici, è necessario fare attenzione a finestre e vetrate, che causano riflessioni e ombre indesiderate. Per queste ragioni al Museo della Battaglia si è preferito

operare al buio, con luce artificiale diffusa. Al fine di ridurre al minimo l'energia radiata sul soggetto, durante ogni singolo scatto è stato utilizzato un obiettivo ad alta luminosità che permette di raggiungere il livello di nitidezza voluto. È stato inoltre analizzato il rumore del sensore di ripresa in funzione della sensibilità ISO e, in considerazione dell'elevatissima qualità dello stesso, è stato possibile lavorare con livelli di sensibilità più bassi, riducendo ulteriormente di quasi quattro

volte la quantità di luce richiesta per la ripresa, senza degrado apprezzabile per la qualità delle immagini. L'uso di formati digitali 24 bit e l'elevata qualità dell'emissione spettrale della sorgente luminosa hanno garantito l'elevata accuratezza cromatica della ripresa. La scelta di operare al buio ha fatto sì che la registrazione delle immagini, in questo caso, sia stata eseguita in tempi diversi

rispetto al rilievo metrico (acquisizione off-line). Il fatto di aver potuto trascurare il vincolo geometrico tra ripresa fotografica e scansione laser lo si deve al software EasyCUBE LIM™ che provvede al raddrizzamento semplicemente associando i punti corrispondenti tra modello geometrico 3D e immagine fotografica.

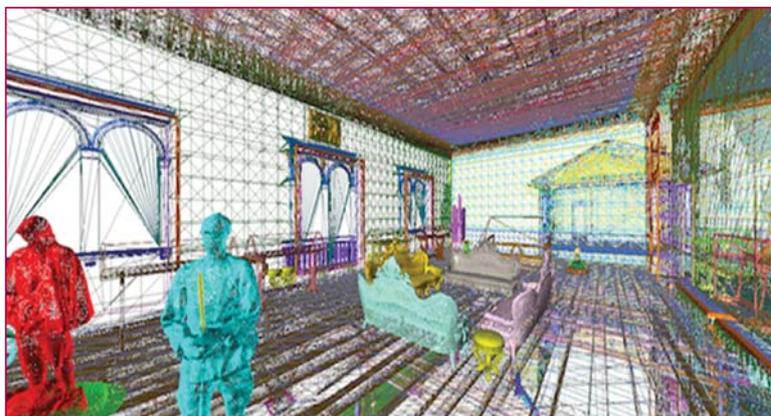
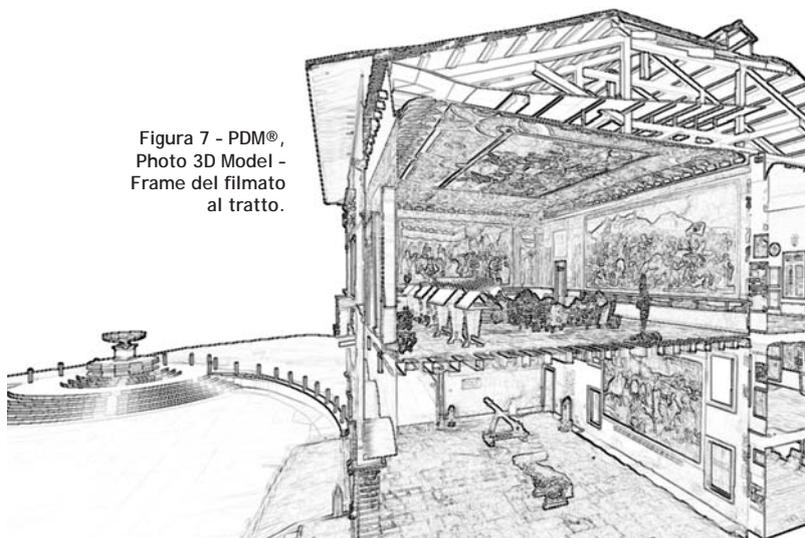


Figura 5 - LIM®, Lidar Information Model.

Figura 6 - PDM®, Photo 3D Model - sezione trasversale.



Figura 7 - PDM®, Photo 3D Model - Frame del filmato al tratto.



LA RAPPRESENTAZIONE DIGITALE

La rappresentazione digitale di un edificio obbliga a dematerializzare la realtà e ad operare in una sua traduzione digitale che consente di vivere l'esperienza di trovarsi in un luogo pur non essendoci. Tale esperienza non può sostituirsi al rapporto diretto con il reale, ma permette di instaurare relazioni diverse altrettanto coinvolgenti, che assecondano o, addirittura potenziano, attraverso sensazioni nuove, i nostri sensi. Questo approccio può offrire interessanti contributi per la divulgazione scientifico-culturale perché propone un'esperienza più intuitiva e diretta della realtà, che può essere arricchita da numerose informazioni scientifiche, differenziate su più livelli di approfondimento. Se la fisica quantistica ha descritto la realtà con un linguaggio diverso da quello della materia, la teoria del caos ci mostra che il mondo può essere studiato con altri linguaggi. Questo ci dimostra che la scoperta del nuovo dipende da un gran numero di conoscenze ed esperienze, umanistiche, scientifiche e, naturalmente, tecnologiche, in misura che molti forse nemmeno sospettano per le quali l'esperienza visiva può essere una grande opportunità evolutiva del conoscere. Per questo, da anni, Virtualgeo interseca le opportunità offerte dalla geomatica e dalla multimedialità come nuove realtà didattiche che possano indicare un nuovo approccio e metodo potenziando sia le capacità di insegnamento quanto quelle di apprendimento grazie a percorsi aperti e articolati che favoriscono l'interdisciplinarietà, l'interrelazione e i meccanismi della "semplicità".

Questo neologismo, coniato dall'ingegnere e neurofisiologo francese Alain Berthoz, indica una complessità decifrabile, ossia fondata su una combinazione di regole semplici: delle scorciatoie del pensiero e del comportamento con cui l'uomo riesce ad affrontare la complessità dei fenomeni naturali e cognitivi. Semplificare in un mondo complesso non è mai semplice, richiede in particolare la capacità di inibire, selezionare, collegare, immaginare. Se comunicare un bene è il modo migliore per valorizzarlo, l'intuizione di Virtualgeo, di utilizzare la tecnologia più avanzata come supporto, a partire dalle prime operazioni di documentazione e restauro fino a quelle di comunicazione e fruizione, opera in questa direzione. Con un software di visualizzazione di ultima generazione, facile e intuitivo, è possibile valorizzare i luoghi, dare visibilità globale a collezioni poco conosciute e soggette alle limitazioni delle sale espositive disponibili, rispondere alle esigenze dei singoli, siano questi studiosi, specialisti o professionisti, semplici appassionati o curiosi, studenti e insegnanti.

IL PASSO CHE INCIAMPA

Le potenzialità offerte dalle nuove tecnologie della geomatica per il patrimonio culturale sono spesso guardate con sospetto dagli stessi addetti ai lavori e, per questo, non riescono a diffondersi come sarebbe auspicabile. L'ultimo rapporto Aitech-Assinform, l'associazione nazionale per l'information technology non lascia dubbi: il settore dell'ICT italiano è fermo e la crescita, in generale, è molto lenta e faticosa.

Il paradosso è che nonostante nel mercato italiano le vendite di smartphone, tablet e prodotti collegati sono in continua crescita, nel mondo ICT rimaniamo sostanzialmente spettatori e lasciamo ad altri il ruolo di artefici.

Se a livello mondiale nell'ambito del restauro e della conservazione l'Italia è considerata un'eccellenza, in quello dell'innovazione tecnologica è necessario un ulteriore passo in avanti che permetta alle aziende produttrici di tecnologia e servizi per la cultura, come Virtualgeo, di affermarsi, superando la crisi epocale generata dalla globalizzazione e svincolando finalmente l'Italia dal mero ruolo di spettatore nel comparto ICT.



Figura 8 - Rappresentazione 3D anaglifca del museo della battaglia.

Virtualgeo dà la possibilità a ciascun visitatore (adulto e bambino) non solo di crearsi itinerari personalizzati, ma anche di produrre da sé e in modo semplice: immagini, video, book animati di immagini anche stereoscopiche o cartoon (figure al tratto da colorare).

L'obiettivo di tale operazione è mettere il visitatore al centro, interessando target diversi di persone e proponendo la cultura come un bene che entri a far parte del quotidiano di ciascuno, aderendo al concetto gandhiano secondo cui: "Nessuna cultura può vivere se cerca di essere esclusiva".

La familiarità con la cultura si collega alla larga diffusione della comunicazione digitale e al principio della formazione permanente. Se un tempo, infatti, la formazione era circoscritta a specifiche fasi della vita, oggi non esistono più limiti spa-

IL PASSO CHE VIAGGIA

Le tecnologie non devono essere solamente un mezzo per affascinare lo spettatore, esse infatti garantiscono ai professionisti e alle istituzioni una precisione nelle fasi di analisi e una scientificità nei processi, tali da rendersi, al giorno d'oggi, indispensabili dal punto di vista operativo. Senza contare l'importanza e il valore scientifico delle banche dati che vengono generate.

In un momento difficile come questo da più parti si sente l'eco delle parole "ricerca e innovazione" che, ad oggi, non fanno altro che alimentare quelle che De André chiamava "parole celebrative del nulla". Infatti, la ricerca in sé non serve a nulla se i suoi risultati non trovano applicazione.

Le fatiche della ricerca, che svelano un mondo accademico profondo conoscitore delle nuove tecnologie, si scontrano con il mondo professionale che è ancora lontano dall'impiego efficiente di queste tecnologie, ad esclusione naturalmente di qualche eccellenza. Se l'individuo, trascinato dagli eventi, non riesce a cogliere le potenzialità che la ricerca è in grado di offrire, è necessario che il legislatore crei una solida base normativa che imponga l'applicazione dei risultati della ricerca. Le idee per generare strumenti e soluzioni ICT innovativi certamente non mancano: noi di Virtualgeo, come altri, infatti continuiamo ad investire aspettando tempi migliori e anime lungimiranti...che pensino diverso!



Figura 9 - PDM®, Photo 3D Model - Interazione con il modello 3D... e non solo!

ziali e temporali; le possibilità di apprendimento, di crescita, anche attraverso la fruizione culturale, sono molteplici e in rapida evoluzione.

In questa direzione Virtualgeo propone un inedito strumento scientifico di "realità immateriale", non di realtà virtuale che, invece, ha semplicemente valore estetico e non geometrico. Uno strumento di grande valore a disposizione di tutti.

Il risultato di questo lavoro darà la possibilità al Comune di Vittorio Veneto di fornire, come innovativo supporto didattico tecnologico, il PDM® (Photo 3D Model) del Museo della Battaglia, abbinato alla tecnologia software per la visualizzazione, lo studio e l'entertainment, a tutte le scuole, in una prospettiva internazionale e non solo locale.

Inoltre, chi non ha la possibilità di andare personalmente al Museo della Battaglia ed è interessato alle testimonianze della Grande Guerra, da oggi ha a disposizione uno strumento rivoluzionario nel panorama mondiale che, diversamente dalle semplici visite virtuali del *Google World Wonders Project*, dà la possibilità di esplorare, studiare e interagire con un modello scientifico, rigoroso e fotogrammetrico, dell'intero museo e del palazzo che lo ospita.

Uno strumento avvincente, che combina potenza e semplicità, per conoscere, giocare e sviluppare la creatività.

Dall'esempio presentato si evince che l'informatica ha, dunque, un ruolo sempre più importante nella conoscenza, divulgazione e valorizzazione del patrimonio museale (e non solo), che costituisce una parte significativa del nostro patrimonio culturale.

Un utilizzo mirato e consapevole, come quello di Virtualgeo, degli strumenti hardware e software oggi a disposizione del conservatore, dell'architetto, dell'archeologo e dello storico dell'arte consentirà un continuo approfondimento degli studi, non soltanto tra gli specialisti, ma anche verso un pubblico più ampio.

ABSTRACT

Each fragment is evidence of the past held in it. However, the degradation of fragment often compromises its own readability. The need to know, to study and act correctly on an object, needs many skills. For that reason, technology helps, first, to investigate the shape and the preservation status of the building, second, to find suitable solutions for its new functions. In this paper, Virtualgeo provided the tools to analyze, understand and explore a whole museum, at different levels (scientific-operating and for dissemination). For several years, Virtualgeo works for the innovative use of geomatics to make it not only an interdisciplinary system for experts to "capture", represent and analyze any object or environment, but a new approach to cultural heritage.

More than a challenge, Virtualgeo proposes a revolution that applies new technologies in a smart way, making culture as something to use in everyday life, allowing an endless investigation in studies and knowledge, not only for specialists but also for a wider public.

PAROLE CHIAVE

GEOMATICA, COMUNICAZIONE, MULTIMEDIA, MUSEO, RILIEVO 3D, VITTORIO VENETO, EASYCUBE, APPRENDIMENTO

AUTORI

ERMINIO PAOLO CANEVESE,
ERMINIO.CANEVESE@VIRTUALGEO.IT

NICOLA BENEDET,
NICOLA.BENEDET@VIRTUALGEO.IT

VIRTUALGEO S.R.L.
VIALE TRENTO 105/D
SACILE (PN)