

## **Un'applicazione multimediale per l'analisi e la conservazione dei Beni Culturali**

Daniela Peloso, Laura Baratin

Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", Facoltà di Scienze e Tecnologie, Campus Scientifico Sogesta  
Località Crocicchia 29, 61029 Urbino, tel: 0722.304302, fax: 0722.304240, laura.baratin@uniurb.it

**KEY WORDS:** 3D, Laser Scanner, Multimediale, Database, Virtual Reality, GIS

### **Riassunto**

L'attività di rilievo e documentazione svolta sui siti megalitici di Malta, nata dalla collaborazione tra l'Università di Urbino, e l'Heritage Malta, ha avuto come scopo quello di verificare una metodologia per l'archiviazione e la restituzione di dati tridimensionali in forma digitale quale strumento complementare nei processi di analisi, restauro e valorizzazione e come sistema informativo di semplice utilizzo per la divulgazione e fruibilità del singolo bene.

La caratteristica principale di questo approccio è quella di generare un database tridimensionale capace di essere al tempo stesso oggetto della rappresentazione mediante i modelli digitali realizzati dalle scansioni laser ed interfaccia di un GIS che permetta l'integrazione di una grande varietà di dati eterogenei (immagini, fotografie, testi, documenti,....).

La realizzazione di un GIS dei templi megalitici ha riguardato, in generale, la loro corretta ubicazione e descrizione ed in particolare, una documentazione dettagliata di tutti gli elementi architettonici che li caratterizzano, del loro degrado, e di tutte le informazioni storico-archeologiche raccolte. I modelli digitali 3D sono stati sviluppati nel linguaggio standard VRML, per favorire la descrizione degli oggetti con i quali interagire direttamente e per garantire l'organizzazione e la restituzione di tutti i dati richiesti e/o interrogati.

### **Abstract**

The survey and documentation performed on the megalithic sites of Malta, a collaboration between the University of Urbino, and Heritage Malta, was aimed to test a methodology for backup and feedback of 3D digital data as a complementary tool in the analysis, restoration and valorization and easy to use as an information system for the dissemination and usability of the individual cultural heritage. The main feature of this approach is to generate a three-dimensional database that can be both object representation using digital models produced by laser scanning and a GIS interface that allows the integration of a variety of heterogeneous data (images, photographs, texts, documents, ....).

The implementation of a GIS of megalithic temples covered in general, their correct location and description and in particular, detailed documentation of all the architectural elements that characterize them, their degradation, and all historical and archaeological information gathered. The 3D digital models have been developed in VRML standard language, to facilitate the description of the objects with which to interact directly and to ensure the organization and return of all required data and / or questioned.

### **Introduzione**

Lo sviluppo di una applicazione multimediale è nato in occasione dell'analisi e del restauro dei siti megalitici di Malta condotta da alcuni anni dall'Heritage Malta in collaborazione con l'Università di Urbino. In particolare lo studio ha interessato il tempio di Ggantjia nell'isola di Gozo ed i templi

di Mnajdra, Hagar Qim, Ta Hagraat e Skorba nell'isola di Malta. Lo scopo era quello di creare una metodologia per l'archiviazione e la restituzione di dati in formato digitale in grado di costituirsi come strumento di un sistema informativo utile a scopi scientifici e per necessità di tipo divulgativo. La scelta è stata quella di costruire un sistema multimediale ipertestuale in grado di garantire l'integrazione di una grande varietà di dati eterogenei (modelli 3D, immagini, grafici, fotografie, disegni, testi, ecc.), difficili da gestire ed organizzare, non tanto per la loro quantità, ma per la loro forte differenziazione tipologica.

Il rilievo tridimensionale di tutte le superfici visibili garantisce una registrazione accurata di tutte le evidenze architettoniche e strutturali, permettendo l'acquisizione, con facilità e rapidità, di un elevato numero di dati; tali informazioni risultano fondamentali a scopo descrittivo e conoscitivo, ma anche perché offrono nuove opportunità agli ambiti del restauro e della valorizzazione dei beni culturali. La possibilità di utilizzare soluzioni GIS, in grado di relazionare le informazioni raccolte e collegarle alle restituzioni tridimensionali dei contesti indagati può incrementare la correttezza delle analisi e delle interpretazioni. Ordinati database di informazioni spaziali, infatti, arricchibili ed aggiornabili, garantiscono un'interfaccia tra i GIS ed i modelli digitali 3D.

La problematica della rappresentazione attraverso modelli dell'architettura e del territorio per questa tipologia di siti archeologici, rimane, però, ancora ampiamente da esplorare; infatti, il trasferimento visivo dei dati spaziali si basa su rappresentazioni grafiche, articolate secondo criteri di selezione, di sintesi, di elaborazione e di modellazione, il cui scopo non deve certo essere quello di fornire un surrogato della realtà, ma di agevolarne la conoscenza.

### **Dal rilievo architettonico all'elaborazione multimediale**

Le differenti problematiche che si sono incontrate nei vari interventi di rilievo realizzati a Malta hanno spesso richiesto l'impiego di differenti tipologie di strumentazione topografica la cui implementazione impone di comprendere le finalità del rilievo per influenzare la scelta di procedure e lo sviluppo di metodologie di intervento.

Gli aspetti che possono incidere maggiormente nelle fasi di acquisizione sono determinati dalla complessità degli elementi da rappresentare ed interpretare, dalle loro dimensioni e dalla loro accessibilità, proprio come conseguenza del fatto che le varie tecniche hanno in questo il loro limite. Nell'ambito dei progetti svolti sul territorio maltese, l'utilizzo di strumentazione topografica tradizionale (Leica TPS 700) ha garantito la creazione di una rete di inquadramento topografico per il rilievo generale, creata presso tutti i siti archeologici in cui si è lavorato, e finalizzata alla costruzione di una poligonale topografica di riferimento e di legame per il sistema di riferimento locale ed alla costruzione di riferimenti per le scansioni.

Le acquisizioni Laser Scanner Tridimensionale<sup>1</sup>, invece, realizzate presso i templi megalitici sono state fortemente influenzate da molteplici aspetti organizzativi; trattandosi di strutture architettoniche molto complesse, spesso difficilmente accessibili per la presenza di crolli o ponteggi, è stato necessario realizzare delle prese anche da posizioni sopraelevate.

L'acquisizione del dato costituisce soltanto una prima fase del rilievo eseguito con il laser scanner; vi è una seconda parte del lavoro, molto lunga e complessa, la cosiddetta fase di elaborazione, o post processing. In questa operazione si possono riassumere tutti quei processi informatici, automatici e manuali, che consentono di passare dalla nuvola di punti "grezza", che costituisce l'output dello strumento, al prodotto grafico finale che si vuole ottenere.

I dati acquisiti durante la fase di rilievo, vengono portati all'interno del computer tramite il software di elaborazione dati dove vengono eseguite le principali operazioni di trattamento della nuvola di punti. Considerevole è il problema delle dimensioni dei file nella fase di passaggio dal modello di punti a quello superficiale, soprattutto nel caso dei siti megalitici di Malta, che si caratterizzano per una superficie di rilievo molto estesa ed un'elevata complessità morfologica.

---

<sup>1</sup> I rilievi dei siti di ggantjia, Mnajdra e Hagar Qim sono stati eseguiti con lo scanner Leica HDS 2550; i rilievi dei siti di ta Hagraat e Skorba sono stati eseguiti con lo scanner Leica HDS 300



Figura 1 – Alcuni particolari del tempio di Mnajdra a sinistra e del portale di ingresso del tempio di Ta Hagra a destra.

Le prime fasi di elaborazione dei dati riguardano il processo di discretizzazione dei punti acquisiti e possibili operazioni di pulizia degli elementi indesiderati presenti nella nuvola grezza, così come la si riceve dallo scanner nell'ambiente di trattamento. Con tale definizione, si intende la capacità di operare un ridimensionamento dei punti per ciò che riguarda la densità ed in relazione alle necessità specifiche<sup>2</sup>.

La creazione di un modello totale e gestibile di un sito è, comunque, molto difficile. Nella necessità di conservare inalterata la qualità dei dati acquisiti è stato fondamentale suddividere il lavoro in piccolissime porzioni. La presenza a Malta di strutture architettoniche complesse, inoltre, ha imposto interventi manuali sui modelli per cercare di limitarle possibili zone d'ombra, eseguendo una procedura di "chiusura dei buchi" (*holes filling*).

I modelli creati con il metodo laser scanner, e successivamente integrati mediante modellazione fotografica, sono a tutti gli effetti dei modelli geometrici tridimensionali dai quali è possibile estrarre informazioni di tipo metrico. Tali modelli possono essere considerati come dei veri e propri archivi su cui poter intervenire in ogni momento come documento di sintesi capace di supportare successive elaborazioni relative ai vari tematismi, alla stesura del progetto di conservazione, a misurazioni oppure confronti, come nel nostro caso di studio, tra elementi strutturali simili ed in differenti condizioni conservative (Bonora, Tucci, 2007).

Altro obiettivo della ricerca era quello di poter sfruttare le ricostruzioni tridimensionali per una fruizione remota di opere attraverso un' esplorazione in realtà virtuale con strumenti multimediali; lo standard adottato è stato il VRML '97, uno strumento ideato per la descrizione di scene ed oggetti tridimensionali coi quali interagire direttamente e in tempo reale, anche visualizzabile sul World Wide Web.

Interessante può essere l'utilizzo di tecnologie "immersive" per studiare o promuovere un soggetto attraverso una vista virtuale. Infatti, in ogni modello 3D, le caratteristiche reali piccole e visibili solo a una distanza ravvicinata possono essere esaminate interattivamente, permettendo lo studio di dettagli interessanti come segni di lavorazione o particolari di superfici.

Ovviamente, questi differenti risultati possono influenzare anche il grado di accuratezza con cui si deve operare. Nel primo caso, infatti, si richiedono requisiti molto stringenti in termini di risoluzione, che può essere meno elevata quando l'obiettivo sia l'efficacia nella presentazione e visualizzazione di un oggetto.

---

<sup>2</sup> L'unione delle nuvole di punti, in tutti i casi di studio, è stata portata a termine con il software Leyca "Cyra Cyclone" senza ricorrere ad una decimazione dei dati, mantenendo cioè tutti i punti rilevati; mentre per le fasi di modellazione tridimensionale si è fatto ricorso ad una decimazione dei poligoni generati.

L'interesse principale è quello di poter raggiungere una ricaduta di tipo scientifico attraverso modelli descrittivi da interpretare ed utilizzare come veri e propri archivi digitali, non solo come rappresentazione del patrimonio, ma come strumento per estrapolare una serie di dati sulla geometria dell'oggetto.

Dai modelli virtuali possono, infine, essere ricavati modelli fisici in scala reale o ridotta con tecniche di riproduzioni materiche in diversi materiali (materiali plastici, resine, materiali lapidei, gesso, ecc.). Queste tecnologie sono assolutamente non distruttive, non invasive e permettono di ottenere un'elevata precisione di riproduzione (circa 0,2 mm); la possibilità di poter riprodurre rapidamente un'opera qualsiasi è destinata a favorire notevolmente la produzione di copie da sostituire all'originale.

### L'archiviazione dei dati e la comunicazione

La realizzazione di un GIS dei templi megalitici ha riguardato, in generale, la loro corretta ubicazione e descrizione ed in particolare, una documentazione dettagliata di tutti gli elementi architettonici che li caratterizzano, del loro degrado, e di tutte le informazioni storico-archeologiche raccolte.

Nello specifico, lo studio realizzato sui templi megalitici maltesi può dimostrare una stretta relazione tra la posizione dei siti e la conformazione geologica del territorio. Infatti, i siti sorgono in aree con presenza di rocce di natura *corallina* o *globigerina*, da cui venivano ricavati i massi delle costruzioni preistoriche.

A causa della complessità e varietà dei dati relativi ai beni storico-culturali di Malta e per un'ottimale rappresentazione e gestione di un sistema GIS, si è rilevato necessario l'utilizzo di informazioni di diversa natura e livello di dettaglio. Ognuna di esse è stata ricostruita in una fitta rete di relazioni, al fine di rendere più efficace e sicura l'acquisizione dei dati e la loro rielaborazione, ma, soprattutto, per migliorare la loro fruibilità al di là dei più angusti limiti delle carte tematiche tradizionali, ovvero permettendo associazioni e interrogazioni di carattere tipologico, cronologico, logico e topologico (Sasso D'Elia, 1993).

La prima parte del lavoro ha riguardato l'inserimento e l'elaborazione dei dati in un sistema GIS attraverso una banca dati formulata in modalità relazionale, una base cartografica in formato vettoriale e raster, un repertorio di files di documentazione grafica e fotografica, destinati a confluire in una base comune dall'architettura aperta<sup>3</sup>.

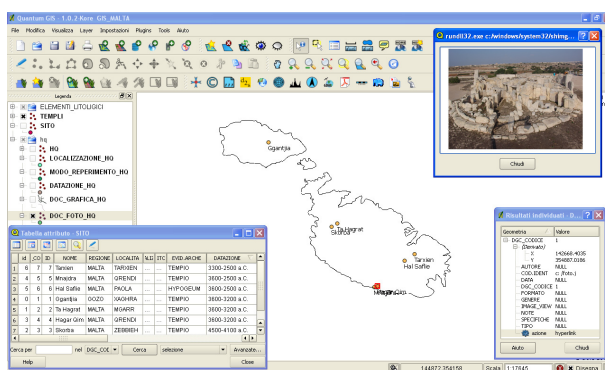


Figura 2 – GIS realizzato con la visualizzazione ed il collegamento tra tabelle ed immagini.

<sup>3</sup> Come ambiente di lavoro, per il supporto dei file vettoriali, è stato usato quello di QGIS nel formato \*.shp; un software user friendly Open Source Geographic Information System (GIS) licenziato da GNU General Public License ed è un progetto ufficiale di Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).

Al fine di conoscere e studiare in maniera approfondita i templi megalitici di Malta, sono state sviluppate delle relazioni specifiche in grado di descriverne gli interventi che possano aver determinato delle variazioni strutturali significative rispetto all'impianto originario e le forme di utilizzo secondario che abbiano comportato una variazione nella destinazione d'uso della struttura.

I grandi archivi di documentazione grafica e fotografica e i modelli tridimensionali realizzati per i templi megalitici di Malta forniscono, inoltre, importanti informazioni per la ricerca, da analizzare in base al "genere" ed alla loro "tipologia" e da poter interrogare mediante apposite "query".

Un punto fondamentale della ricerca è stato quello di dotare il GIS di un supporto tridimensionale, costituito da entità che consentono di rappresentare il dato tridimensionalmente e consultare banche dati aggiornate visualizzabili e gestibili in uno scenario multimediale, interrogabile e navigabile.

Questo obiettivo è stato possibile mediante la tecnica a scansione laser, che, come già descritto, ha permesso di acquisire rapidamente dati tridimensionali di elevata precisione, dai quali sono desumibili gli attributi geometrici che definiscono le strutture, anche molto complesse.

A partire dal GIS 2D esistente sono stati creati dei link di collegamento con i modelli 3D dei singoli templi associati a dei database esterno, appositamente costruito; in questo modo è stato possibile passare dallo spazio bidimensionale della cartografia a quello tridimensionale dei modelli geometrici. L'intento è stato quello di creare dei modelli che possano fornire la percezione di trovarsi immersi in un'ambientazione realistica, per poterne rivivere gli spazi e le atmosfere. Solo così il mondo virtuale può risultare vivo e mobile e non fisso nelle sue parti volumetriche. Questo è possibile grazie anche alle funzioni di *walkthrough* di alcuni software, che consentono di muoversi grazie ad un *avatar* mediante due sensi di navigazione: quello della "camera" e quello del "character". Nel modo della "camera", il punto di vista è quello degli occhi dell'*avatar*, mentre nel modo del "character", il punto di vista è un po' dietro l'*avatar*, che è, quindi, visibile e compare davanti al punto di vista.

L'utilizzo dei "character" determina, quindi, un contatto tra gli utenti ed il sistema, favorendo lo scambio di informazioni e dati; gli utenti, utilizzando movimenti preordinati simili alla realtà, possono mandare precisi input al sistema, in modo facile e quasi istintivo. Tale forma di interazione stimola gli utenti a misurarsi con l'applicazione simulando nel virtuale ciò che farebbero in una situazione reale, come accedere, attraverso l'attivazione di "tag", precedentemente progettati, a schede di apprendimento o a metadati visuali oppure poter acquisire delle misure sull'oggetto di interesse.

Tutti gli elementi inclusi nel modello possono essere associati a delle informazioni mediante un "Database connectivity" all'interno di un sistema in SQL. In questo caso, gli ordini di ricerca, devono essere conservati ed associati con la data, la descrizione ed il nome del creatore. Questi valori vengono memorizzati in un file XML.



Figura 3 – Esempio di visualizzazione di informazioni testuali e grafiche durante la navigazione nel tempio di Ta Hagra.

Lo scopo del lavoro è, quindi, di individuare un'ottimale ed automatica fruizione dei modelli geometrici, cercando di associare il database in SQL ai modelli 3D con un'operazione di unione basata sulla corrispondenza tra indici identificativi (ID); in questo modo, navigando in un ambiente 3D virtuale, si può accedere a tutte le informazioni relative ad ogni singolo tempio megalitico rilevato, interrogando qualsiasi superficie o particolare architettonico ad esso appartenente.

Un altro importante sviluppo nella gestione delle rappresentazioni virtuali è quello di realizzare sistemi multimediali interattivi, magari all'interno dei musei (Antinucci, 2007). Il sistema interattivo, rispetto ai precedenti, permette accesso totale alle informazioni sul manufatto mediante un ambiente interrogabile con testo, finestre e bottoni (Interfaccia utente Grafica) che permette di interagire con la domanda e guidare la consultazione.

I vantaggi di usare le tecnologie appena descritte, includono la ricostruzione di luoghi od oggetti che non esistono più o che esistono solo parzialmente, la simulazione di punti di vista che non sono disponibili nel vero mondo, l'interazione diretta con le riproduzioni virtuali e la riduzione conseguente del rischio della degradazione.

Il progetto relativo ai Templi Megalitici di Malta è, quindi, un tentativo di coniugare un lavoro scientifico di progettazione e modellazione con la libera esplorazione di mondi virtuali e con la possibilità, da parte degli utenti, di relazionarsi con i contenuti in modo creativo ed interattivo, in base ai propri percorsi di apprendimento.

### **Conclusioni**

Le nuove tecnologie, quindi, offrono la possibilità di rilevare dei soggetti con grande dettaglio e precisione ed ottenere come risultato l'archiviazione di un database di qualità. La diffusione di tali ricostruzioni dovrà diventare sempre più uno strumento sia di lavoro sia di comunicazione finale a vantaggio della conoscenza. Ad esempio, favorendo la fruibilità dei musei anche a persone diversamente abili e dare quindi l'opportunità di far percepire l'arte a chi non vede, di far avvicinare a tanti capolavori dei nostri musei e del nostro territorio chi trova molti luoghi difficilmente accessibili, di comunicare l'emozione della bellezza a chi vede isolato nel silenzio. Nella corretta percezione, cognizione ed interpretazione delle immagini, infatti, si attuano sistemi di apprendimento strutturati e creativi che svolgono un ruolo importante nella formazione individuale e collettiva delle persone.

Fondamentale è, comunque, preservare il senso di presenza dell'utente nell'ambiente virtuale garantendo delle navigazioni libere e non indotte, al fine di migliorare la fruizione di questi musei archeologici ed anche di ambienti virtuali ricostruiti da parte di utenti con profili diversi (studenti, turisti culturali, etc.) ed aumentare, così, l'accessibilità e la comprensione dei contenuti offrendo nuovi paradigmi di accesso e fruizione al pubblico.

Lo scopo finale è quello di riuscire a stabilire una connessione tra patrimonio culturale e tecnologia, che consenta, attraverso le strumentazioni e le elaborazioni descritte nei capitoli precedenti, di restituire all'umanità la propria storia attraverso possibilità di conoscenza innovativa e creativa, ma a condizione che vengano rispettati opportuni criteri di scientificità.

### **Bibliografia**

Antinucci F., 2007, *Musei Virtuali*, Roma

Barceló, J. A., Forte, M., Sanders, D. H. (2000), *The diversity of Archaeological virtual worlds*, Ed. *Archeopress*, Oxford.

Bonora V., Tucci G. (2007), *Il laser scanner terrestre ed il rilievo dei Beni Culturali*, in S. Fausto e G. Tucci (a cura di), *Sistemi a scansione per l'architettura ed il territorio*, Alinea Editrice, Firenze, 111-113

Sasso D'Elia L. (1993), *Problemi di codifica in un data-base territoriale*, *Atti del Convegno la cartografia dei Beni Storici. Archeologici e Paesistici nelle grandi aree urbane dal censimento alla Tutela Roma*, 99-102