



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Dottorato di Ricerca in Architettura, curriculum di *Rilievo e Rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente*
Ciclo XXXI

Coordinatore *Prof. Giuseppe DE LUCA*

Sistemi di fruizione virtuale e serious game per la valorizzazione e la divulgazione del Patrimonio

Masada: la fortezza del deserto

Settore disciplinare ICAR 17

Dottoranda

Dott.ssa Monica BERCIGLI

Tutore

Prof. Stefano BERTOCCI

Referente del Curriculum

Prof. ssa Barbara ATERINI

Anni 2015/2018

Quando puoi, dove puoi, quanto puoi

SB

INDICE

<i>Introduzione</i>	9	grafica	78
PARTE I - IL PATRIMONIO E LA SUA FRUIZIONE ATTRAVERSO MODELLI 3D E SERIOUS GAME	13	2.2 Esperienze di modellazione 3D e di rappresentazione per i diversi tipi di visualizzazione	83
<i>1.La fruizione del Patrimonio Culturale: sistemi tradizionali ed evoluzione tecnologica</i>	15	2.2.1 Il modello per la promozione del progetto: un quartiere di Gerusalemme Est	83
1.1 Il concetto di Patrimonio e la sua metamorfosi	15	2.2.2 Il modello 3D come contenitore e come contenuto: il caso di Nabi Musa in Israele	94
1.1.1 Il quadro normativo internazionale	24	2.2.3 Modelli 3D in mostra: una applicazione di Realtà Aumentata	109
1.1.2 La normativa italiana	25	2.2.4 Uno strumento per la divulgazione dei risultati del progetto TOVIVA	117
1.1.3 Patrimonio tangibile e Patrimonio intangibile	29	3.Learning by doing: i serious game per la valorizzazione e la divulgazione del Patrimonio	131
1.2 La fruizione del patrimonio attraverso il museo	32	3.1 Sul concetto di gioco	131
1.2.1 L'evoluzione del concetto di museo	33	3.2 Breve storia dei videogiochi	136
1.2.2 La fruizione dei musei	38	3.3 Generi e tipologie di videogiochi	144
1.2.3 Sulla comunicazione museale	38	3.4 Tipologie di giocatore e meccaniche di gioco	152
1.2.4 Elementi tradizionali dell'allestimento del museo	41	3.5 Il ruolo della rappresentazione e dei modelli 3D nei videogiochi	155
1.3 L'innovazione tecnologica e le possibilità di fruizione dei musei	43	3.6 I serious game	163
1.3.1 Gli strumenti 'innovativi' a disposizione dei musei	47	3.6.1 I serious game nel <i>Cultural Heritage</i>	168
1.3.2 Sistemi di visualizzazione e <i>Digital Heritage</i>	50	PARTE II - LA COSTRUZIONE DEL DATABASE DIGITALE DI UN COMPLESSO CASO STUDIO	177
<i>2.Modelli digitali e scenari virtuali per la fruizione del Patrimonio</i>	55	4.Il complesso caso studio di Masada in Israele	179
2.1 Tecniche di modellazione 3D	58	4.1. Inquadramento territoriale	179
2.1.1 Modellazione manuale e modellazione procedurale	59	4.2 Le fonti storiche	181
2.1.2 La modellazione 3D nel rilievo digitale	71	4.3 La scoperta del sito e l'indagine archeologica	182
2.1.3 Operazioni per la correzione di errori topologici	73	4.4 L'evoluzione storica del sito di Masada	188
2.1.4 La decimazione della mesh e l'ottimizzazione del modello	76	4.4.1 Il periodo 'pre-erodiano'	188
2.1.5 L'applicazione di <i>texture</i> e la restituzione		4.4.2 Primo periodo erodiano (37 a.C.- 30 a.C.)	191
		4.4.3 Periodo principale erodiano (30 a.C.- 20 a.C.)	197
		4.4.4 Periodo tardo-erodiano (20 a.C.- 4 a.C.)	203

4.4.5 Le attività degli Zeloti	207	8. La progettazione grafica del gioco e la realizzazione di una demo	287
4.4.6 Il vallo e i campi romani	213	8.1 L'interfaccia e gli strumenti di gioco	288
4.4.7 Il periodo bizantino	217	8.2 La scelta dell'avatar	293
5. Il progetto di rilievo e di documentazione del sito	221	8.3 La costruzione dell'ambiente di gioco: esempi applicativi	298
5.1 Catalogazione e archiviazione	221	9. Conclusioni	307
5.2 Metodologie integrate di rilievo	224	9.1 Il ruolo del videogioco nella contemporaneità	307
5.2.1 Il rilievo <i>Laser Scanner</i>	225	9.2 Le fasi della ricerca e l'approccio metodologico	307
5.2.2 Il rilievo fotogrammetrico	235	9.3 Obiettivi conseguiti e riflessioni per gli sviluppi futuri	309
PARTE III - MASADA MUSEUM: IL VIDEOGIOCO)	245	Appendice. Cartografia di base	311
6. Il videogioco come strumento per la valorizzazione del sito	247	Bibliografia	321
6.1 Le fasi di realizzazione del videogioco	247	Ringraziamenti	333
6.2 La tipologia di gioco e le modalità di interazione	249	Abstract	334
6.3 La struttura del videogioco: lo svolgimento generale e lo <i>storyboard</i>	249		
6.4 I <i>minigame</i>	257		
7. L'utilizzo del database digitale, lo studio delle fonti e la loro traduzione in contenuti del gioco	261		
7.1 Gli elaborati 2D	261		
7.2 I modelli 3D	262		
7.2.1 La costruzione dello scenario generale	262		
7.2.2 La modellazione degli edifici per la costruzione di ambientazioni	265		
7.2.3 La modellazione per la ricostruzione e la realizzazione di video come contenuti di <i>quiz</i>	275		
7.3 I <i>minigame</i> : lo studio dei dettagli per la realizzazione di giochi <i>puzzle</i> o <i>memory</i>	284		

Introduzione

Questo lavoro affronta il tema della fruizione del Patrimonio Culturale attraverso le più recenti tecnologie digitali sviluppatesi negli ultimi decenni. L'industria dell'*entertainment*, e più nello specifico quella dei videogiochi, è considerata oggi tra le più promettenti e può essere sfruttata per colmare il distacco che la contemporaneità ha generato tra chi 'crea' o custodisce il Patrimonio e chi lo fruisce. Per questa ragione un particolare approfondimento è dedicato alla tematica dei *serious game*, un potenziale mezzo utile per la riappropriazione degli spazi museali e di tutti quei luoghi che, per diverse ragioni, non suscitano più l'interesse spontaneo delle persone.

I temi relativi al rilievo, alla documentazione ed alla valorizzazione del Patrimonio sono stati affrontati in diversi momenti, anche attraverso la mia partecipazione a varie ricerche dove ho approfondito in particolare i temi quali la modellazione 3D ed i sistemi di visualizzazione dei modelli digitali oggi disponibili. I risultati di queste ricerche sono stati presentati in occasione di alcune conferenze Nazionali ed Internazionali, tra cui i Convegni UID e FORTMED, la Conferenza CAA2017 presso Atlanta (USA) e tramite alcune pubblicazioni sulle riviste digitali *Disegnarecon* e *IGI Global*.

Il principale caso studio¹ affrontato durante gli anni del Dottorato relativo a Masada in Israele, sito archeologico UNESCO di importanza mondiale, ha fornito l'occasione per sperimentare l'utilizzo dei sistemi di Realtà Virtuale e Realtà Aumentata, oltre che la progettazione e lo sviluppo di un *serious game* funzionale al museo.

Le ricerche si sono focalizzate sullo studio dello stato

dell'arte e sull'individuazione di un *iter* metodologico che, a partire da un database contenente i 'dati' relativi alla documentazione e al rilievo di un certo luogo, permetta di realizzare 'contenuti' multimediali per lo sviluppo uno strumento di fruizione adeguato alle esigenze della 'contemporaneità', con l'auspicio che possa diventare un approccio predefinito per incentivare l'utilizzo sistematico di questi strumenti.

La **prima parte** della tesi affronta la tematica della fruizione del Patrimonio, a partire dalla definizione delle nozioni di Patrimonio materiale e immateriale ed indagandone l'evoluzione all'interno del dibattito internazionale e del quadro normativo italiano. La rivoluzione digitale a cui abbiamo assistito negli ultimi decenni ha trasformato, oltre alle nostre abitudini quotidiane, anche il rapporto tra i beni culturali e i musei, e allo stesso tempo anche il rapporto tra musei e fruitori. L'esigenza di conservare il Patrimonio dall'usura del tempo al fine di mantenerne la 'memoria' è sempre stata di primaria importanza nel corso della storia ed oggi le strutture museali, insieme a tutte le discipline che ne regolano il funzionamento, hanno a disposizione 'nuovi strumenti' per raggiungere questi scopi. Si indagano pertanto le potenzialità dei sistemi tecnologici più innovativi e del loro utilizzo all'interno dei musei, siano essi reali che virtuali.

Le discipline della Rappresentazione e del Rilievo, in piena era digitale, sono diventate esse stesse digitali, e le strumentazioni che vengono utilizzate si sviluppano ed aggiornano di pari passo con l'innovazione tecnologica. I modelli di rappresentazione ricorrono sempre più frequentemente

all'uso di modelli 3D, anche se affiancati costantemente dai modelli grafici tradizionali. Oggi i modelli 3D, oltre che a fornire un supporto alla progettazione, sono di fondamentale importanza per registrare in modo permanente la forma degli oggetti e delle opere architettoniche esistenti, così che possano essere 'tramandate' alle future generazioni. Si riflette sul valore del modello 3D come 'strumento' della disciplina della Rappresentazione, utile per la costruzione di scenari virtuali per la fruizione del Patrimonio e si riportano esempi applicativi di realizzazioni di modelli 3D costruiti per scopi comunicativi specifici, in base al progetto di ricerca di cui fanno parte, con l'intento di spiegare inoltre quali procedimenti 'tecnici' sono necessari per la loro costruzione. Le esperienze di Rilievo riportate sono state affrontate insieme al gruppo di ricerca internazionale LS3D Landscape Survey & Design, la cui sezione di Firenze è coordinata dal Prof. Stefano Bertocci, relatore di questa tesi. Durante l'ultimo anno di Dottorato ed in occasione del mio soggiorno in Spagna presso L'Universitat Politècnica de València, ho avuto l'opportunità di studiare, sotto la supervisione di Pablo Rodriguez-Navarro, Professor Titular del Departamento de Expresion Grafica Arquitectonica, le tecniche di rilievo e restituzione grafica 3D per le torri costiere della costa levantina, in riferimento al progetto TOVIVA (Torres de Vigia y defensa del litoral Valenciano. Generacion de metadatos y modelos 3d para su interpretacion y efectiva puesta en valor). In particolare ho appreso i processi di semplificazione e decimazione dei modelli 3D per la condivisione e la visualizzazione in *real-time* e le funzioni base del *software* Unity 3D e dell'utilizzo degli

script per la realizzazione di una APP per la condivisione dei risultati del progetto TOVIVA.

Infine, nella prima parte, si espongono le principali linee di ricerca di storici, sociologi e di altre figure di spicco che hanno esplorato il concetto di 'gioco' nel XX secolo, descrivendo l'evoluzione dei giochi a partire dai giochi all'aperto, ai giochi da tavola fino ad arrivare ai videogiochi. I giochi sono un potente mezzo per immergere le persone in 'nuovi' mondi e motivarle nel fare certe attività, in funzione anche di una crescita dal punto di vista cognitivo e comportamentale. I videogiochi costituiscono un *medium* importante, ma ancora sottovalutato, per la condivisione del Patrimonio, un campo di indagine prezioso per lo sviluppo di strumenti utili alla diffusione dei beni culturali e per accrescere la consapevolezza verso di essi da parte di un ampio pubblico.

La **seconda parte** di questo lavoro riguarda la presentazione del complesso caso studio di Masada e della costruzione dell'archivio digitale ottenuto tramite l'utilizzo delle metodologie di rilievo digitale e modellazione 3D più evolute². Il gruppo di ricerca italiano, coordinato da Stefano Bertocci dell'Università degli Studi di Firenze e Sandro Parrinello dell'Università degli Studi di Pavia ha collaborato con un gruppo di studiosi israeliani coordinato da Rebeka Vital del Department of Interior Building and Environment Design' dello Shenkar College of Design and Engineering di Tel Aviv. I due gruppi hanno organizzato durante il corso di questi anni alcuni workshop Internazionali, mostre e pubblicazioni che mostrano i risultati parziali del progetto. La prima campagna di rilievo presso

Masada si è svolta nel febbraio 2013 in concomitanza con il workshop dal titolo “Masada International Workshop – How we document a heritage site digitally?”. Questo ha visto la partecipazione studiosi e ricercatori oltre che ad un gruppo di studenti. I risultati della prima missione sono raccolti nel libro ‘Bertocci S., Parrinello S., Vital R. (2013) *Masada Notebooks Report Of The Research Project 2013, Vol. I*. Edifir Edizioni Firenze’. La seconda missione si è svolta nel febbraio 2014 ed i risultati sono pubblicati nel secondo volume dal titolo “Bertocci S., Parrinello S., Vital R. (2014) *Masada Notebooks Report Of The Research Project 2014, Vol. II*. Edifir Edizioni Firenze”. Nel febbraio 2015 e nel giugno 2016 si sono svolte altre due campagne di rilievo durante le quali sono state completate le fasi di acquisizione dei dati.

La **terza parte** di questo lavoro tratta della realizzazione del videogioco intitolato ‘*Masada Museum*’, progettato e parzialmente sviluppato all’interno di Unity 3D viste le pregresse esperienze con l’utilizzo di questo *software*, la familiarità con l’interfaccia del programma e la disponibilità di *script* base utilizzati per altri progetti. In primo

luogo vengono definiti gli obiettivi e la struttura del videogioco, la tipologia e il genere. Un ruolo importante per la riuscita del gioco è quello dell’accurata definizione dello *storyboard* e di tutti i contenuti ad esso correlato, come le tipologie di *minigame* presenti nel videogioco, la loro struttura e il loro funzionamento. In questa parte si mostrano i procedimenti utilizzati per ‘tradurre’ gli eventi storici, gli aspetti più importanti delle fasi costruttive del sito archeologico, le caratteristiche degli edifici più significativi e dei manufatti minori, in modelli 3D, ambientazioni virtuali, ricostruzioni e *minigame*, utili alla realizzazione dei contenuti del videogioco.

Le maggiori difficoltà emerse riguardano la ‘semplificazione’ della mole di dati raccolti durante le fasi di rilevamento e post-produzione, insieme alla complessità della storia del sito archeologico e delle questioni interpretative riguardo ad alcuni edifici ancora non del tutto risolte.

Si esplicitano inoltre le scelte stilistiche e i procedimenti ‘tecnici’ utilizzati per la realizzazione di una *demo* di gioco, utile a capire l’efficace funzionamento del gioco e della sua capacità ‘comunicativa’.

Note

1 Questa tesi nasce in continuità tematica alla mia Tesi di Laurea dal titolo ‘La documentazione del quartier generale del Palazzo di Erode a Masada, Israele: modellazione tridimensionale ed esperienze di Realtà Aumentata’ del dicembre 2014.

2 L’elaborazione dei dati e l’approfondimento di alcuni aspetti del Rilievo e della Rappresentazione sono stati sviluppati all’interno di diverse Tesi di Laurea (Marco Benedetti e Benedetta Bertoglio nel 2013, Monica Bercigli nel 2014, Andrea Scalabrelli, Anastasia Cottini e Niccolò Centrone nel 2015 e quelle di Eleonora Mariotti nel 2016 e Maria Bazzicalupo nel 2018 di cui sono correlatrice). Alcune elaborazioni e considerazioni sul sistema di archiviazione digitale dei dati sono inoltre contenuti all’interno della Tesi di Dottorato della PhD. Sara Bua dal titolo ‘La rappresentazione tridimensionale dell’Architettura e dell’Archeologia: sistemi informatici per la documentazione e valorizzazione dei Beni culturali’.

