



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

**DOTTORATO DI RICERCA IN  
PATRIMONIO CULTURALE NELL'ECOSISTEMA DIGITALE**

Ciclo 38

**Settore Concorsuale:** 10/A1 - ARCHEOLOGIA

**Settore Scientifico Disciplinare:** ARCH-01/G - METODOLOGIE DELLA RICERCA ARCHEOLOGICA

**INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES (ICT) PER IL  
PATRIMONIO CULTURALE “DIMENTICATO”: STRATEGIE DI VALORIZZAZIONE  
E COMUNICAZIONE ATTRAVERSO LE TECNOLOGIE DIGITALI.**

**Presentata da:** Federica Collina

**Coordinatore Dottorato**

Francesca Tomasi

**Supervisore**

Alessandro Iannucci

**Co-supervisor**

Chiara Panciroli

Gustavo Marfia

Esame finale anno 2026



## Indice

Introduzione.....	7
<b>1. Contesto di riferimento.....</b>	<b>8</b>
1.1. Il patrimonio “dimenticato” .....	8
1.1.1. I musei e gli istituti simili.....	8
1.1.2. I numeri e le problematiche.....	15
1.1.3. La soluzione?.....	16
1.1.3.1. Gli ostacoli .....	17
1.1.3.2. La collaborazione istituzione museale – ente di ricerca .....	18
1.2. Le ICT per il patrimonio culturale .....	19
1.2.1. Le ICT – nascita e definizioni .....	19
1.2.2. Le ICT per il patrimonio culturale .....	20
1.2.2.1. I campi di applicazione .....	21
1.2.2.2. Le linee guida .....	25
1.3. Gli obiettivi della ricerca .....	34
<b>2. Casi studio.....</b>	<b>35</b>
2.1. Musei delle scienze. La Collezione di Antropologia – SMA.....	36
2.1.1. La storia, gli allestimenti, i visitatori .....	36
2.1.2. Lo studio preliminare .....	38
2.1.2.1. Le necessità e la scelta delle tecnologie .....	38
2.1.2.2. Gli oggetti .....	39
2.1.3. La metodologia digitale.....	39
2.1.3.1. Le acquisizioni 3D.....	40
2.1.3.2. I modelli 3D .....	40
2.1.3.3. Gli spazi espositivi virtuali.....	41
2.2. Edifici storici. Il Museo Nazionale dell’Età Neoclassica in Romagna in Faenza – Palazzo Milzetti .....	44
2.2.1. La storia, gli allestimenti, i visitatori .....	44
2.2.2. Lo studio preliminare .....	46
2.2.2.1. Le necessità e la scelta delle tecnologie .....	46
2.2.2.2. Le grafiche .....	48
2.2.2.3. Gli oggetti .....	52
2.2.3. La metodologia digitale.....	52
2.2.3.1. Le acquisizioni 3D.....	52

2.2.3.2.	I modelli e le stampe 3D .....	53
2.2.3.3.	L'audioguida narrativa .....	54
2.2.3.4.	Le postazioni multimediali.....	56
2.2.3.5.	Il beta Palazzo Milzetti .....	56
2.2.4.	I test di User Experience (UX) .....	57
2.2.4.1.	I test e la raccolta dati .....	57
2.2.4.2.	L'analisi dei dati.....	59
2.3.	Architetture fortificate. Il Museo del Paesaggio dell'Appennino faentino – Rocca di Riolo.....	62
2.3.1.	La storia, gli allestimenti, i visitatori .....	62
2.3.2.	Il progetto "A cielo Aperto" .....	64
2.3.3.	Lo studio preliminare .....	64
2.3.3.1.	Le necessità e la scelta delle tecnologie .....	64
2.3.3.2.	La Riolo di XV secolo .....	65
2.3.3.3.	Gli oggetti .....	66
2.3.3.4.	Gli scenari .....	66
2.3.4.	La metodologia digitale .....	67
2.3.4.1.	Le acquisizioni 3D.....	67
2.3.4.2.	I modelli 3D .....	67
2.3.4.3.	La beta Virtual Reality .....	75
2.3.5.	I test di User Experience (UX) .....	76
2.3.5.1.	I test e la raccolta dati .....	76
2.3.5.2.	L'analisi dei dati.....	79
2.3.6.	L'ottimizzazione .....	82
2.4.	Musei di storia e archeologia. Il Museo Archeologico Nazionale di Ravenna.....	87
2.4.1.	La storia, gli allestimenti, i visitatori .....	87
2.4.2.	Lo studio preliminare .....	89
2.4.2.1.	Le necessità e la scelta delle tecnologie .....	89
2.4.2.2.	Le grafiche .....	89
2.4.2.3.	Gli oggetti .....	90
2.4.3.	La metodologia digitale .....	90
2.4.3.1.	Le acquisizioni 3D.....	90
2.4.3.2.	I modelli 3D .....	91
2.4.3.3.	Il beta Virtual Tour .....	91

2.4.4.	I test di User Experience (UX) .....	93
2.4.4.1.	I test e la raccolta dati .....	93
2.4.4.2.	L'analisi dei dati.....	95
2.4.5.	I Musei Nazionali di Ravenna .....	97
2.4.5.1.	Le nuove necessità.....	97
2.4.5.2.	Le grafiche .....	98
2.4.5.3.	Gli oggetti .....	98
2.4.5.4.	La proposta del nuovo VT.....	102
2.5.	Aree di interesse storico/archeologico. Il Parco Nazionale di Butrinto.....	105
2.5.1.	La storia, i visitatori.....	105
2.5.2.	Lo studio preliminare .....	107
2.5.2.1.	Le necessità e la scelta delle tecnologie .....	107
2.5.2.2.	Gli oggetti .....	108
2.5.3.	La metodologia digitale.....	108
2.5.3.1.	La raccolta dati (1/5).....	108
2.5.3.2.	La gestione e analisi dei dati (2/5) .....	109
2.5.3.3.	L'interpretazione e ricostruzione virtuale (3/5) .....	110
2.5.3.4.	Il modello rappresentativo (4/5).....	114
<b>3.</b>	<b>Risultati e discussioni .....</b>	<b>116</b>
3.1.	L'analisi delle visite.....	116
3.2.	La risposta ai test di UX.....	118
3.2.1.	I questionari .....	118
3.2.2.	I risultati .....	118
3.3.	La collaborazione istituzione museale – ente di ricerca .....	119
3.4.	La gestione dei dati .....	121
<b>4.</b>	<b>Conclusioni e lavori futuri .....</b>	<b>123</b>
4.1.	Le conclusioni .....	123
4.2.	I lavori futuri .....	124
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>129</b>
	<b>SITOGRAFIA.....</b>	<b>142</b>



## Introduzione

Il presente lavoro di ricerca si inserisce all'interno del vasto e complesso panorama museale italiano, concentrandosi in particolare sul contesto dei piccoli musei, realtà diffuse capillarmente sul territorio ma spesso escluse dagli itinerari di visita. Queste istituzioni, pur custodendo patrimonio di immenso valore storico, artistico e identitario delle comunità in cui sorgono, rimangono talvolta ai margini a causa della loro scarsa visibilità, della posizione marginale e/o periferica o della limitata accessibilità. L'obiettivo generale della ricerca è quello di sviluppare strategie efficaci di comunicazione e valorizzazione di questo patrimonio culturale "dimenticato" attraverso l'impiego delle *Information and Communication Technologies* (ICT).

Nel primo capitolo è ricostruita l'origine e la storia del museo, passando in rassegna le principali definizioni, gli suoi scopi e cercando di schematizzarne le diverse categorie identificate nel corso degli anni dalle organizzazioni culturali internazionali. Questa parte introduce anche un'analisi dei dati Istat relativi alle visite del patrimonio culturale in Italia, mettendo in luce i numeri e le criticità specifiche dei piccoli musei. A partire da queste evidenze, vengono discusse alcune possibili soluzioni, tra cui l'adozione di strategie comunicative che sfruttino il *digital storytelling*, le collaborazioni con enti di ricerca e l'impiego mirato delle ICT. Infine, sono fornite le linee guida che negli ultimi anni hanno regolamentato l'utilizzo delle tecnologie digitali nel campo della visualizzazione, del racconto e della gestione dei dati culturali. La sezione si conclude con la definizione di alcuni obiettivi di ricerca specifici.

Il secondo capitolo è dedicato alla presentazione dei cinque casi studio. Per ciascuna istituzione museale presa in esame sono illustrati la storia delle collezioni, degli allestimenti, i dati sui visitatori e le necessità iniziali emerse nei progetti. Sono inoltre descritte le logiche che hanno portato alla scelta delle tecnologie digitali adottate, insieme alle metodologie di produzione dei contenuti. Laddove possibile, si riportano anche i risultati delle indagini condotte tramite questionari di *User Experience* (UX), utili a validare l'efficacia degli strumenti sviluppati.

Il terzo capitolo propone un'analisi approfondita dei dati di fruizione raccolti, osservando l'andamento degli ingressi e confrontando i diversi casi studio. Accanto a questi dati quantitativi, vengono esaminate le risposte degli utenti ai test di UX, al fine di garantire la dimensione qualitativa della valutazione. La sezione si conclude con una riflessione critica sui limiti riscontrati nel corso della ricerca e che costituiscono la base per ulteriori sviluppi.

Infine, il quarto capitolo riassume i risultati raggiunti, elenca le prospettive di ricerca e delinea le azioni necessarie a completare e consolidare gli strumenti digitali già avviati. Questo progetto di dottorato non si limita quindi a descrivere le problematiche dei piccoli musei e del loro patrimonio "dimenticato", ma intende offrire un modello operativo che possa aprire nuove prospettive di comunicazione e valorizzazione di realtà museali escluse dai grandi flussi di visita nonostante il valore e la significatività del patrimonio di cui sono custodi.

# 1. Contesto di riferimento

## 1.1. Il patrimonio “dimenticato”

### 1.1.1. I musei e gli istituti similari

Le origini del museo affondano le proprie radici nell’antichità. Il termine “museo”, dal greco *mouseion* o “luogo delle Muse” – le divinità che ispiravano le arti e il sapere –, in origine indicava spazi consacrati alla ricerca e alla conoscenza, come il celebre *Mouseion* di Alessandria, fondato sotto Tolomeo II Filadelfo. Questo, più che una raccolta di opere d’arte e oggetti, era un’accademia, un centro di studio e confronto tra filosofi e scienziati, sede della grande Biblioteca e di istituzioni dedicate all’osservazione e alla sperimentazione<sup>1</sup>. Solo più tardi, viene maturata una nuova sensibilità: possedere oggetti di pregio non è più sola espressione di potere, prestigio e/o devozione, ma l’oggetto in sé viene apprezzato per la sua bellezza, il suo valore culturale e non solo. Questa trasformazione è il primo passo verso l’idea di museo come luogo di conservazione e conoscenza<sup>2</sup>.

Il museo moderno nasce tra Umanesimo e Rinascimento, quando nelle corti e nelle stesse istituzioni ecclesiastiche si formarono le prime raccolte private di opere d’arte e “rarità”, esibite negli studioli o in spazi appositamente progettati simboli di prestigio e potere<sup>3</sup>. Nel tempo, le funzioni delle *wunderkammer* e dei musei cambiano da semplici raccolte esposte per stupire a collezioni tassonomiche utili alla ricerca scientifica<sup>4</sup>. È nel Settecento, con l’Illuminismo, che il museo assume la sua funzione pubblica, di luogo aperto alla collettività e custode di un patrimonio comune. I Musei Capitolini, inaugurati nel 1734, rappresentano il primo esempio di questa nuova concezione, seguiti nel XIX secolo dai grandi musei nazionali europei – come il British Museum, il Louvre e gli Uffizi<sup>5</sup>.

Dal Novecento, il museo si trasforma in spazio artistico, con architetture che enfatizzano il percorso più che le opere. Negli ultimi decenni, infine, nascono i “supermusei” iconici – come il Centre Pompidou – in cui l’edificio diventa protagonista e simbolo, e talvolta prevale sulla sua stessa collezione<sup>6</sup>. Fin dall’Ottocento, la definizione di museo è stata oggetto di continue revisioni, riflettendo in sé i profondi mutamenti che hanno man mano coinvolto la società: l’idea stessa di museo si è infatti ridefinita alla luce delle nuove finalità e del diverso ruolo che questa istituzione ha saputo incarnare nel tempo<sup>7</sup>. Da luogo elitario, nel tempo, è diventato un simbolo culturale depositario della memoria collettiva e, in quanto tale, il suo dovere è quello di rendere accessibile ciò che conserva<sup>8</sup>.

---

<sup>1</sup> Cataldo e Paraventi 2023, p. 3

<sup>2</sup> Fiorio 2023, p. 16

<sup>3</sup> Cataldo e Paraventi 2023, p. 8

<sup>4</sup> Fiorio 2023, pp. 16-39; 124-140

<sup>5</sup> Fiorio 2023, pp. 42-65;

<sup>6</sup> Ivi 2023, pp. 156-171; 194-223

<sup>7</sup> Ivi 2023, p. 5

<sup>8</sup> Tinti 2022

La United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), in un suo articolo online del 2024, definisce così le funzioni e il ruolo del museo:

*I musei sono allo stesso tempo luoghi della memoria collettiva, depositari di collezioni che conservano e tramandano il patrimonio alle generazioni future, nonché spazi di ricerca, esposizione e comunicazione, di condivisione e scambio [...] svolgono un ruolo fondamentale nel migliorare la qualità della vita della comunità, l'attrattiva dei territori, ma anche nel sostenere l'inclusione e la coesione sociale, contribuendo al benessere intellettuale, emotivo e spirituale delle persone*<sup>9</sup>.

Il museo non è quindi solo luogo di conservazione e tutela, ma sempre più si configura come spazio di valorizzazione e comunicazione. Come parte della sua missione vi è il racconto delle collezioni, della propria storia e del legame con i contesti originari degli oggetti che conserva. La sua comunicazione si esprime attraverso allestimenti, percorsi, mostre, cataloghi e strumenti interpretativi. La sfida più grande per un museo che vuole comunicare è tradurre la complessità, rendere semplice ciò che è complesso, permettendo a ogni visitatore di comprendere e sentirsi parte del patrimonio; una narrazione sintetica e coinvolgente facilita l'accesso ai contenuti, supera i pregiudizi, stimola la partecipazione e rafforza quindi la funzione sociale del museo<sup>10</sup>. Ad oggi il concetto di "museo" non è univoco e può essere sostanzialmente analizzato da due prospettive diverse ma, allo stesso tempo, complementari: quella normativa e quella concettuale. In Italia, il Codice dei beni culturali e del paesaggio nasce in attuazione dell'Art. 10 della Legge 6 luglio 2002, n. 137, la quale andava a sostituire le precedenti leggi in materia di beni culturali<sup>11</sup>. Questo Codice, nato con il Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n.45 del 24 febbraio 2004, entra in vigore il 1 maggio 2004 e va a stabilire le regole per la protezione, gestione e fruizione del patrimonio culturale e paesaggistico italiano. Al suo interno, e più precisamente all'Art. 101 comma 2, il museo viene definito delimitandone formalmente i criteri di legittimazione e riconoscimento istituzionale, come un luogo della cultura pubblico o privato oltre che:

*[...] una struttura permanente che acquisisce, cataloga, conserva, ordina ed espone beni culturali per finalità di educazione e di studio*<sup>12</sup>.

Limitarsi alla prospettiva normativa offre però una visione solo parziale del fenomeno, non considerando le trasformazioni che il ruolo del museo ha subito nel tempo e che tuttora ricopre nella società contemporanea. L'International Council of Museums (ICOM), nel 2022, amplia questa definizione oltre i "confini legali":

*A museum is a not-for-profit, permanent institution in the service of society that researches, collects, conserves, interprets and exhibits tangible and intangible heritage. Open to the public, accessible and inclusive, museums foster diversity and sustainability. They operate and communicate ethically, professionally and with the participation of communities, offering varied experiences for education, enjoyment, reflection and knowledge sharing»*<sup>13</sup>.

---

<sup>9</sup> UNESCO 2024. Si veda <https://www.unesco.it/it/temi-in-evidenza/cultura/lunesco-e-le-politiche-a-sostegno-del-settore-museale-la-raccomandazione-riguardante-la-protezione-e-la-promozione-dei-musei-e-delle-collezioni-la-loro-diversita-e-il-loro-ruolo-ne/>

<sup>10</sup> Mandarano 2024, pp. 50-53

<sup>11</sup> La Legge 29 giugno 1939, n. 1497 e la Legge 8 agosto 1985, n. 431 (o Legge Galasso).

<sup>12</sup> D.Lgs. 42/2004

<sup>13</sup> ICOM 2022. Si veda <https://icom.museum/en/resources/standards-guidelines/museum-definition>.

Questa “apertura” enfatizza il ruolo sociale del museo, attribuendogli la funzione di istituzione in grado di dialogare con diversi pubblici e attribuendogli un carattere inclusivo e aperto a nuove forme di fruizione. Inoltre, permette di includere sotto lo stesso contesto anche musei più piccoli, più marginali, ecomusei, case museo o istituti simili fino a quel momento esclusi poiché meno tradizionali ma che ugualmente contribuiscono alla valorizzazione del patrimonio culturale. Le differenze tra la definizione normativa e quella concettuale di museo, evidenziano un netto divario tra i criteri giuridici, più rigidi e codificati, e quelli interpretativi, più flessibili e attenti ai cambiamenti sociali. Questo si traduce in una mancanza di classificazioni standardizzate e ufficiale delle varie tipologie di musei o istituti similari esistenti.

Nel tempo, diverse istituzioni – come l’UNESCO e l’ICOM – hanno pubblicato i loro elenchi dei luoghi culturali; in aggiunta a questi, anche gli istituti statistici hanno fornito un importante contributo all’individuazione delle diverse categorie.

- UNESCO, 1960<sup>14</sup> – nella sua prima classificazione l’UNESCO, rifacendosi a un report precedente<sup>15</sup>, fornisce una lista di nove tipologie museali (Tab. 1).

TIPOLOGIA	SCOPO
<i>Musei d’arte</i>	si basano sullo studio scientifico della storia dell’arte e ospitano opere isolate o gruppi di opere di riconosciuto valore artistico
<i>Musei d’arte moderna</i>	coprono campi quali le arti applicate dell’era industriale, l’architettura contemporanea e l’urbanistica, e l’arte preclassica, primitiva e popolare con affinità all’arte contemporanea avanzata
<i>Musei di storia e archeologia</i>	i primi sono dedicati a periodi più recenti della storia e si occupano di documentazione scritta, oggetti e testimonianze, mentre i secondi trattano culture ormai estinte e nel cui studio gli scavi rivestono un ruolo importante. All’interno di questa categoria vengono menzionati i <i>site museum</i> , definiti come musei non invasivi stabiliti su siti storici o annessi a edifici storici
<i>Musei etnografici e del folklore</i>	si occupano principalmente di culture preindustriali e/o di fattori culturali del presente o del passato recente. Di questa categoria farebbero parte anche gli open-air museum, il cui compito consisterebbe nel conservare e comunicare le culture passate attraverso architetture e ambienti ricostruiti
<i>Musei di scienze naturali</i>	danno un contributo fondamentale alle discipline come: botanica, geologia, mineralogia, zoologia, antropologia fisica, ecologia, paleontologia, ecc.
<i>Musei delle scienze e tecnologie</i>	rappresentano la civiltà industriale e coprono tutti i settori della tecnologia dando importanza alla matematica, astronomia, fisica e biologia
<i>Musei regionali</i>	si focalizzano su una collezione limitata geograficamente, tratta temi sia regionali che di carattere universale
<i>Musei specializzati</i>	dedicati a un singolo soggetto trattato da più punti di vista disciplinari
<i>Musei universitari</i>	collegati all’università e correlati a un ramo dell’istruzione superiore

Tab. 1. Tipologie di museo secondo l’UNESCO (1960).

- ICOM, 1964<sup>16</sup> – durante i colloqui tenutisi in Svizzera nel 1962, l’ICOM fornisce una sua classificazione presentando sette delle nove tipologie già elencate dall’UNESCO; vengono esclusi i musei d’arte moderna – poiché inclusi in quelli d’arte – e i musei universitari (Tab. 2).

<sup>14</sup> UNESCO 1960, pp. 38-57

<sup>15</sup> UNESCO 1958

<sup>16</sup> ICOM 1964, pp. 51-75

TIPOLOGIA	SCOPO
<i>Musei d'arte</i>	destinati a ricevere e presentare opere d'arte plastica, grafica e applicata
<i>Musei di storia e archeologia</i>	i primi presentano l'evoluzione storica di un'area in un periodo di tempo tenendo conto degli aspetti economici, sociali, culturali, ideologici ed etnici, mentre i secondi devono le loro collezioni agli scavi archeologici
<i>Musei di etnografia</i>	evidenziano il valore del patrimonio nazionale e l'interconnessione tra le civiltà, superando le differenze razziali
<i>Musei di scienze naturali</i>	coprono le discipline scientifiche come la biologia, geologia, botanica, zoologia, paleontologia, ecc.
<i>Musei delle scienze e tecnologie</i>	hanno nel loro programma una o più scienze esatte o tecniche oppure l'insieme delle scienze e delle tecniche
<i>Musei regionali</i>	estendono la propria attività su un territorio più o meno vasto, costituendo un'entità naturale, storica e culturale, talvolta etnica, economica e sociale
<i>Musei specializzati</i>	le loro ricerche ed esposizioni sono dedicate a un unico tema

Tab. 2. Tipologie di museo secondo ICOM (1964).

- UNESCO, 1985<sup>17</sup> – nella sua norma STC/Q/853, l'UNESCO fornisce una lista di 11 tipologie di musei e istituti simili, più completa di quelle già citate. Rispetto alla sua precedente categorizzazione, vengono esclusi i musei d'arte moderna e i musei universitari, mentre vengono aggiunti i monumenti storici e aree archeologiche, giardini zoologici e botanici, acquari e riserve naturali, i musei generali e gli "altri" (Tab. 3).

TIPOLOGIA	SCOPO
<i>Musei d'arte</i>	espongono le opere d'arte e le arti applicate
<i>Musei di storia e archeologia</i>	i primi presentano l'evoluzione storica di territorio nel tempo, i secondi devono le loro collezioni agli scavi archeologici
<i>Musei etnografici e antropologici</i>	espongono materiali su cultura, strutture sociali, credi, costumi e tradizioni
<i>Musei di storia e scienze naturali</i>	mostrano soggetti relativi alle discipline come la biologia, geologia, botanica, zoologia, paleontologia ed ecologia
<i>Musei delle scienze e tecnologie</i>	accorpano diverse scienze esatte come l'astronomia, matematica, chimica, scienza medica, il settore edile e delle costruzioni, ecc.
<i>Musei regionali</i>	illustrano una regione da intendersi come entità storica, culturale e talvolta anche etnica, economica o sociale
<i>Musei specializzati</i>	interessati alla ricerca ed esposizione di tutti gli aspetti legati ad un singolo tema o soggetto non citato nelle categorie precedenti
<i>Monumenti storici e aree archeologiche</i>	comprendono opere architettoniche/scultoree e aree topografiche di particolare interesse storico, archeologico, etnologico o antropologico
<i>Giardini zoologici e botanici, acquari e riserve naturali</i>	espongono esemplari viventi
<i>Musei generali</i>	possiedono collezioni miste
<i>Altri</i>	non inclusi nelle precedenti categorie

Tab. 3. Tipologie di museo secondo UNESCO (1985).

<sup>17</sup> UNESCO 1985, p. 1

- EGMUS, 2004<sup>18</sup> – l’European Group on Museum Statistics, focalizzandosi sulle collezioni italiane, riporta una lista di nove categorie divise in tre macroaree. Le tipologie elencate riprendono parte della classificazione e delle definizioni UNESCO del 1985 – esclusi i monumenti storici/aree archeologiche e i giardini zoologici/acquari/riserve naturali (Tab. 4).

MACROAREE	TIPOLOGIA
<i>Musei d’arte, storia e archeologia</i>	<i>Musei d’arte</i>
	<i>Musei di storia e archeologia</i>
<i>Musei di scienza, tecnologia ed etnologia</i>	<i>Musei di storia e scienze naturali</i>
	<i>Musei delle scienze e tecnologie</i>
	<i>Musei etnografici e antropologici</i>
<i>Musei misti</i>	<i>Musei specializzati</i>
	<i>Musei regionali</i>
	<i>Musei generali</i>
	<i>Altri</i>

Tab. 4. Macroaree e tipologie di museo secondo EGMUS (2004).

- ISTAT, 2020<sup>19</sup> – nel glossario riportato nell’indagine sui musei e le istituzioni similari sull’anno 2019, l’Istituto Nazionale di Statistica riporta una lista di 11 luoghi culturali, aggiungendo i musei d’arte moderna, quelli religiosi e industriali, oltre che le architetture fortificate, ma escludendo i musei regionali, i giardini e parchi, i musei generali e gli “altri” (Tab. 5).

TIPOLOGIA	SCOPO
<i>Musei d’arte</i>	comprendono opere e collezioni di interesse e valore artistico dall’epoca medievale all’800 compreso
<i>Musei d’arte moderna e contemporanea</i>	opere e collezioni datate dal ‘900 ad oggi, possono comprendere opere di video-arte, pittura, fotografia, scultura, arte digitale e disegno
<i>Musei di storia e archeologia</i>	i primi espongono collezioni legate ad eventi storici, mentre i secondi raccolte di reperti materiali provenienti da scavi archeologici
<i>Musei di etnografia e antropologia</i>	mostrano materiali relativi alle culture delle diverse popolazioni, come le testimonianze orali di eventi e i rituali
<i>Musei di storia e scienze naturali</i>	espongono collezioni di minerali, fossili, animali e vegetali non viventi
<i>Musei delle scienze e tecnica</i>	mostrano raccolte di macchine, strumenti, modelli, progetti e disegni
<i>Musei regionali</i>	illustrano una regione da intendersi come entità storica, culturale e talvolta anche etnica, economica o sociale
<i>Musei tematici e/o specializzati</i>	espongono raccolte monotematiche su uno specifico un tema e/o soggetto non compreso nelle altre categorie
<i>Monumenti e aree archeologiche</i>	i primi sono opere architettoniche/scultoree di interesse artistico, storico, etnoantropologico, le seconde consistono in siti caratterizzati dalla presenza di resti, manufatti o strutture antichi
<i>Architetture fortificate o militari</i>	comprendono castelli, torri, mura e arsenali
<i>Musei della religione e del culto</i>	conservano oggetti devozionali dedicati al culto e/o di uso liturgico
<i>Musei industriali e/o d’impresa</i>	conservano e diffondono tecnica, arte e memoria storica di un’azienda

Tab. 5. Tipologie di museo secondo ISTAT (2020).

<sup>18</sup> EGMUS 2004, p. 69

<sup>19</sup> ISTAT 2020, p. 10-15

In Tab. 6 una schematizzazione riassuntiva di quanto riportato fino ad ora.

	UNESCO 1960	ICOM 1964	UNESCO 1984	EGMUS 2004	ISTAT 2024
ARTE	X	X	X	X	X
ARTE MODERNA	X				X
STORIA E ARCHEOLOGIA	X	X	X	X	X
ETNOGRAFIA	X	X	X	X	X
SCIENZE NATURALI	X	X	X	X	X
SCIENZE E TECNOLOGIA	X	X	X	X	X
REGIONALI	X	X	X	X	
SPECIALIZZATI	X	X	X	X	X
UNIVERSITARI	X				
MONUMENTI E AREE ARCHEOLOGICHE			X		X
ARCHITETTURE FORTIFICATE					X
GIARDINI E PARCHI			X		
GENERALI			X	X	
ALTRI			X	X	
RELIGIONE E CULTO					X
INDUSTRIALI					X

Tab. 6. Tabella riassuntiva delle tipologie di musei e istituti simili presenti in letteratura.

In queste liste risultano però assenti le “case museo”. Alla conferenza ICOM tenutasi a Genova nel 1997 si è trattato per la prima volta il tema delle dimore storiche e di come queste debbano essere considerate e trattate come veri e propri musei. Da qui nasce il DEMHIST, l’ICOM International Committee for Historic House Museums, istituito tra il 1997 e il 1999, il quale definisce le case museo come dimore storiche aperte al pubblico che conservano gli arredi e le collezioni originali<sup>20</sup>. Le categorizzazioni riportate sopra corrispondono però a quella che Rashed (2024)<sup>21</sup> individua come una classificazione per contenuto disciplinare/tipologia della collezione. Queste non tengono quindi conto degli spazi o/e delle dimensioni che il museo occupa che, con il tempo, si sono evoluti: dalla semplice forma di edificio fisico si è passati ad una varietà più ampia di forme come quelle all’aperto e quelle virtuali<sup>22</sup>. A questo proposito devono essere considerati anche tutti i musei all’aperto, come i Parchi letterari, gli *Open-air museums*, gli *Archaeological open-air museums*, gli Ecomusei e i Musei diffusi, oltre che i sempre più presenti *Virtual Museums*:

- *Parchi letterari* – territori che illustrano l’evoluzione delle proprie comunità attraverso la letteratura e comunicano le sensazioni che hanno ispirato gli stessi autori per le loro opere<sup>23</sup>.
- *Open-air museums* – collezioni scientifiche all'aperto che illustrano modelli di insediamento, abitazioni, economia e tecnologia<sup>24</sup>;
- *Archaeological open-air museums* – istituzioni permanenti senza scopo di lucro che ospitano ricostruzioni architettoniche in scala reale basate su fonti archeologiche<sup>25</sup>;
- *Ecomusei* – strumenti sviluppati collaborativamente da popolazione e autorità per la conservazione del patrimonio comune, si pongono come luoghi del sapere delle comunità locali, oltre che come testimonianze dei valori ambientali<sup>26</sup>;

<sup>20</sup> Pinna 2001, pp. 7-8

<sup>21</sup> Rashed 2024, pp. 84-86

<sup>22</sup> Fabbri 2024, p. 37

<sup>23</sup> Si veda <https://www.parchilletterari.com/associazione/>.

<sup>24</sup> AEOM 1976, p. 109

<sup>25</sup> EXARC 2007. Si veda <https://exarc.net/about-us/definitions>.

<sup>26</sup> Definizione data da Georges Henri Rivière, museologo francese, nel 1980 e citata in Augé 1992.

- *Musei diffusi* – organizzazioni radicate nel territorio che superano l’idea dell’edificio unico e concentrano le funzioni di conservazione, educazione e valorizzazione direttamente nelle fonti e nei contesti dei beni culturali<sup>27</sup>;
- *Virtual Museums* – strumento di comunicazione che offre esperienze interattive e immersive andando oltre la semplice copia digitale del museo fisico e agendo sia come sua estensione sia come istituzione autonoma<sup>28</sup>.

Alla luce di quanto riportato fino ad ora, è stato realizzato un diagramma riepilogativo delle tante categorie di musei e istituti simili tenendo conto sia del contenuto disciplinare sia degli spazi e/o dimensioni che questi occupano (Fig. 1).



Fig. 1. Diagramma complessivo dei musei e degli istituti simili.

<sup>27</sup> Drugman 2016.

<sup>28</sup> V-must 2012. Si veda [https://cordis.europa.eu/project/id/270404?utm\\_source=chatgpt.com](https://cordis.europa.eu/project/id/270404?utm_source=chatgpt.com).

### 1.1.2. I numeri e le problematiche

L'Italia vanta un patrimonio museale diffuso su tutto il territorio nazionale in maniera capillare. Nel 2022<sup>29</sup>, l'ISTAT ha individuato 4.416 luoghi del patrimonio (musei, raccolte di collezioni, monumenti, aree archeologiche ed ecomusei) aperti al pubblico, di cui solo 478 a titolarità pubblica; di questi, il 77% consiste in musei, raccolte e gallerie, il 16% in monumenti e complessi monumentali e il restante 7% in siti, aree e parchi archeologici<sup>30</sup>. In generale al nord si concentra il maggior numero di musei, raccolte e gallerie (78%), mentre le aree e i parchi archeologici si trovano prevalentemente nel centro-sud e nelle isole (79%). Questi istituti non sono presenti solo nei grandi centri urbani e nelle città d'arte, ma anche, e in misura significativa, nei piccoli Comuni e nelle Aree interne, con il 39,4% delle strutture collocate in centri e con popolazione inferiore ai 5.000 abitanti<sup>31</sup> (Fig. 2).

Il patrimonio culturale italiano è di certo uno dei più ricchi e per questo attira importanti flussi di visitatori provenienti da tutto il mondo. Dal 2006 il flusso annuo è cresciuto con una media di 2 milioni l'anno fino ad arrivare a toccare i 130 milioni nel 2019<sup>32</sup>. In seguito, a causa della pandemia, si è verificato dapprima un calo fino al 72% dei visitatori, poi il loro aumento a quasi 108 milioni nel 2022. Tuttavia, il flusso dei visitatori non si distribuisce in modo proporzionato sulla rete capillare delle istituzioni museali italiane ma tende a gravitare intorno a pochi poli di attrazione, in genere localizzati nei grandi capoluoghi di regione, mentre le realtà più piccole e periferiche sono quasi sempre escluse dai percorsi di visita<sup>33</sup>. Nel 2022, infatti, gli ingressi nelle Aree interne sono stati solo 13,8 milioni su 108, ovvero il 12,8% del totale dei visitatori del patrimonio culturale italiano.

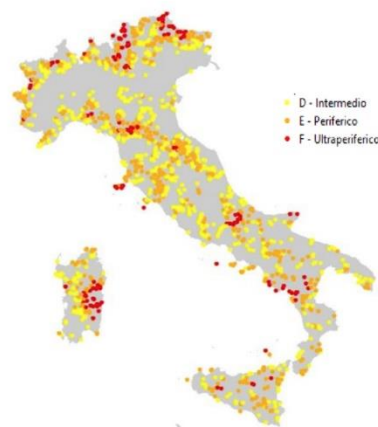


Fig. 2. Musei e istituti simili nei Comuni delle Aree interne per tipo di Comune di appartenenza<sup>34</sup>.

A dimostrazione di questi numeri basti pensare che le prime cinque istituzioni museali per numero di visite in Italia nel 2022 – Pantheon, Anfiteatro Flavio (Colosseo), Galleria degli Uffizi, Area archeologica di Pompei e Galleria dell'Accademia di Firenze – hanno registrato, da sole, circa 27 milioni di accessi.

<sup>29</sup> Ci si riferisce all'anno 2022 per mancanza di dati: l'ISTAT non ha ancora pubblicato i numeri degli anni successivi.

<sup>30</sup> ISTAT 2024, p. 9

<sup>31</sup> ISTAT 2025 pp. 1-2

<sup>32</sup> ISTAT 2024, p. 9

<sup>33</sup> Montella 2023. Si veda <https://www.finestresullarte.info/opinioni/visitare-museo-non-e-abitudine-italiani-cosa-sbagliano-i-musei>.

<sup>34</sup> ISTAT 2025 p. 4

Ciò significa che lo 0,1% della totalità delle istituzioni museali ha catalizzato su di sé il 21% del pubblico complessivo dell'intero patrimonio culturale italiano, dimostrando una vera e propria situazione di "oligopolio" – pochi "produttori" che fronteggiano la quasi totalità della domanda facendo allo stesso tempo da barriera ad altre realtà che non possono fare altro che rimanere sullo sfondo<sup>35</sup>. Nonostante la grande diffusione di questi piccoli musei sul territorio, il loro *appeal* risulta generalmente molto debole. Le problematiche principali risiedono in:

- Risorse limitate: budget ridotti, poco personale/personale volontario, strutture carenti;
- Scarsa promozione: mancanza di strategie di marketing e comunicazione efficaci, oltre che scarsa presenza online e sui media;
- Mancanza di reti e connessioni: mancato inserimento nelle reti di collaborazione con altre istituzioni del territorio;
- Localizzazione: collocazione in aree poco accessibili o nei pressi di musei più famosi.

La limitata capacità di offrire servizi innovativi e accattivanti, non solo in ragione dei budget ridotti, unitamente all'assenza di reti e sinergie con le altre istituzioni del territorio e all'isolamento e/o competizione con realtà più grandi e conosciute, tutti questi elementi portano a isolare sempre più queste piccole realtà già poco conosciute e a far sì che entrino a far parte del patrimonio "dimenticato" del nostro Paese.

### 1.1.3. La soluzione?

La via prioritaria che i musei e gli istituti simili dovrebbero perseguire per incrementare la fruizione del proprio patrimonio culturale "dimenticato", spesso preziosissimo, è senz'altro quella della comunicazione. Il museo non deve limitarsi a garantire l'accesso fisico alle sue collezioni, ma deve soprattutto offrire strumenti che permettano a pubblici diversi di comprendere in profondità i significati dei beni esposti, andando oltre la mera descrizione formale. Ogni oggetto, infatti, racchiude storie, contesti e valori che ne spiegano l'origine e la funzione, e solo collegandolo al suo ambiente storico e culturale è possibile restituirne appieno la ricchezza. In questo modo il patrimonio diventa non solo visibile, ma realmente interpretabile e condivisibile da tutti<sup>36</sup>. In questo quadro, lo *storytelling* rappresenta uno strumento fondamentale nella comunicazione museale e nel patrimonio culturale, in quanto trasforma le conoscenze in esperienze significative, rendendo le visite – che siano reali o virtuali – memorabili e condivise. In questo processo, chi narra ha il ruolo delicato di interpretare la realtà dando voce agli oggetti e ai contesti di cui sono parte. Attraverso storie, aneddoti e curiosità legate alle collezioni, agli spazi o ai personaggi storici che ne hanno segnato la storia, lo *storytelling* crea empatia e coinvolgimento non limitandosi a informare. Suscita emozioni, favorisce la condivisione e mette in sintonia i visitatori con le testimonianze materiali e immateriali degli oggetti che osservano rendendo il patrimonio più vicino e comprensibile<sup>37</sup>. Le forme di narrazione siano esse espositive, verbali o digitali, si avvalgono di strumenti multimediali come immagini, testi, audio, video, mappe e realtà virtuale. Il digitale, in particolare, ha ampliato le possibilità dello *storytelling* con la possibilità di integrare tra loro percorsi fisici e virtuali, favorendone l'accessibilità, l'inclusività e la diffusione dei contenuti a un pubblico più ampio.

---

<sup>35</sup> Rodenigo 2015. Si veda <https://www.ilgiornaledellarte.com/Articolo/%C2%ABL'autonomia-dei-grandi-musei-una-scelta-oculata-e-indispensabile%C2%BB>; Antinucci 2007

<sup>36</sup> Montella 2023. Si veda <https://www.finestresullarte.info/opinioni/visitare-museo-non-e-abitudine-italiani-cosa-sbagliano-i-musei>.

<sup>37</sup> Cordera et al. 2022

Social network e applicazioni mobili hanno reso possibile una comunicazione più interattiva e partecipata, consolidando l'identità del museo, sia nello spazio fisico sia in quello virtuale<sup>38</sup>. La scelta degli strumenti digitali per migliorare la fruizione di un museo deve essere sempre strategica e coerente con la missione dell'istituzione. Le tecnologie devono potenziare la narrazione e facilitare la comprensione, integrandosi armoniosamente con il contesto contenutistico e architettonico. È essenziale definire chiaramente gli obiettivi comunicativi, conoscere il pubblico e selezionare i mezzi più efficaci per trasmettere i contenuti. Gli strumenti scelti devono essere intuitivi, accessibili e capaci di valorizzare sia le opere sia l'ambiente circostante, influenzando positivamente l'esperienza complessiva del visitatore rendendolo parte attiva nell'interpretazione del patrimonio<sup>39</sup>. I musei e i luoghi del patrimonio, indipendentemente dalle loro tipologie e dimensioni, dovrebbero quindi cercare di adottare strategie di comunicazione sempre più dinamiche e proattive come quelle digitali. Dallo *storytelling* digitale e dalle *Information and Communication Technologies* le istituzioni museali più marginali dovrebbero partire per valorizzare e comunicare al meglio il proprio patrimonio culturale "dimenticato".

#### 1.1.3.1. Gli ostacoli

L'introduzione e l'integrazione delle ICT nel settore del patrimonio culturale può avere un impatto più che positivo sulle piccole realtà museali, creando nuove possibilità di conservazione e valorizzazione del patrimonio<sup>40</sup>. Queste, per essere efficaci, richiedono un approccio multidisciplinare, in grado di unire l'innovazione tecnologica alla sensibilità storica e artistica. La vera sfida consiste nel trovare un equilibrio tra l'efficienza digitale e il rispetto dell'autenticità e del rigore scientifico, così da favorire una cultura accessibile, inclusiva e sostenibile<sup>41</sup>. Questo processo di trasformazione, tuttavia, risulta particolarmente complesso per i musei di dimensioni ridotte o collocati in contesti periferici, i quali si trovano ad affrontare difficoltà di varia natura, spesso tra loro strettamente connesse l'una all'altra<sup>42</sup>:

- *Limiti economici* – mancanza di risorse da dedicare a investimenti su hardware/software, formazione/manutenzione, oltre che da destinare a costi indiretti come gestione dei dati, conservazione digitale e manutenzione dei prodotti nel tempo;
- *Mancanza di competenze* – carenza di personale formato da dedicare alla digitalizzazione e difficoltà nell'adozione di nuove tecnologie;
- *Problemi di visibilità e accesso* – assenza del sito web del museo, discontinuità o inattività degli account museali sui social;
- *Ostacoli strutturali* – presenza di spazi limitati e/o inadatti ad ospitare determinate strumentazioni digitali e connessioni internet inadeguate o assenti;
- *Isolamento istituzionale* – mancanza di progetti e proposte competitive e innovative che portano spesso all'esclusione da finanziamenti e da programmi di innovazione.

Molti piccoli musei hanno avviato una serie di attività digitali durante il *lockdown* ma queste, in genere, sono state lanciate senza tener conto di strategie a lungo termine, portando il pubblico a perdere interesse per i contenuti digitali una volta terminata l'emergenza<sup>43</sup>.

---

<sup>38</sup> Bonacini 2021. Si veda <https://www.diculther.it/rivista/storytelling-digitale-in-ambito-culturale-e-il-suo-ruolo-in-ambito-educativo/>.

<sup>39</sup> Mandarano 2024, pp. 39-40; Buono e Giusto 2020

<sup>40</sup> Maietti 2023

<sup>41</sup> Filip et al. 2015

<sup>42</sup> Lerario 2023

<sup>43</sup> Ibidem

### 1.1.3.2. La collaborazione istituzione museale – ente di ricerca

Una possibile soluzione atta a ovviare alle problematiche appena descritte, e che meglio potrebbe adattarsi alle realtà culturali più piccole e/o marginali, è la collaborazione tra i musei e gli istituti similari e gli enti di ricerca. Questo tipo di partenariato consentirebbe alle istituzioni museali di beneficiare di numerosi vantaggi, tra cui:

- *Abbattimento dei costi* – accesso a competenze specializzate che altrimenti dovrebbero essere reclutate esternamente e possibilità di utilizzare tecnologie e strumentazioni digitali all'avanguardia già in dotazione agli enti di ricerca, senza necessità di acquistarle;
- *Competenze specialistiche* – acquisizione del *know-how* scientifico degli enti di ricerca, con la possibilità di affidare loro la manutenzione e l'aggiornamento dei prodotti digitali;
- *Maggiore visibilità* – incremento di prestigio istituzionale e credibilità nei confronti di altre istituzioni e diversi pubblici; possibilità, inoltre, di affidare all'ente di ricerca la realizzazione del sito web del museo e la formazione del personale per la sua gestione;
- *Soluzioni sistemiche* – superamento dei limiti legati a spazi e connessioni attraverso lo sviluppo di soluzioni tecnologiche calibrate sulle specifiche esigenze del museo;
- *Accesso a finanziamenti* – supporto qualificato nella predisposizione e presentazione dei progetti in risposta a bandi regionali e nazionali, aumentando le probabilità di successo e di accesso ai finanziamenti disponibili<sup>44</sup>.

Allo stesso modo, anche gli enti di ricerca possono trarre significativi vantaggi da una collaborazione con i musei:

- *Accesso al patrimonio* – possibilità di utilizzare spazi, materiali, reperti e documentazioni del patrimonio culturale come casi di studio concreti all'interno di progetti di ricerca, arricchendo le indagini scientifiche e favorendo studi comparativi e approfondimenti interdisciplinari;
- *Applicazione della ricerca* – opportunità di sperimentare direttamente tecnologie, strumenti e metodologie in contesti culturali reali, con la possibilità di verificarne immediatamente l'efficacia e adattare alle esigenze pratiche del patrimonio;
- *Opportunità formative* – possibilità, attraverso i finanziamenti derivanti dalla vincita dei bandi, di finanziare borse di ricerca. I musei possono inoltre diventare veri e propri laboratori per la formazione di dottorandi, studenti e tirocinanti, consentendo un'esperienza pratica ad integrazione della preparazione teorica;
- *Disseminazione* – produzione di materiale scientifico, studi e dati di ricerca destinati alla pubblicazione su riviste e volumi specializzati, con la possibilità di tradurne i risultati in strumenti utili sia per la comunità accademica sia per il pubblico dei musei;
- *Networking* – ampliamento delle reti di contatti e delle opportunità collaborative, con possibilità di sviluppare progetti multidisciplinari, partecipare a bandi nazionali e internazionali e instaurare relazioni durature tra enti di ricerca e istituzioni museali.

---

<sup>44</sup> L'ottenimento di fondi permetterebbe ai musei di finanziare, nell'ambito degli enti di ricerca, figure come borsisti da dedicare allo sviluppo delle strategie digitali, oltre che di acquistare eventuali strumentazioni utili alla comunicazione del proprio patrimonio (ad esempio i visori di VR).

## 1.2. Le ICT per il patrimonio culturale

### 1.2.1. Le ICT – nascita e definizioni

Le *Information and Communication Technologies* (ICT) nascono dalla convergenza tra informatica e telecomunicazioni, un processo iniziato a metà del Novecento e sviluppatosi attraverso più tappe: dai primi sistemi informatici e dalle reti locali degli anni '60–'80, alla diffusione di Internet e del *World Wide Web* (WWW) negli anni '90, fino all'affermazione, nel nuovo millennio, di strumenti avanzati come il *cloud computing*, l'intelligenza artificiale, l'*Internet of Things* (IoT) e la *blockchain*<sup>45</sup>.

Il concetto stesso di ICT è stato definito in modi diversi da istituzioni e organizzazioni. L'UNESCO ne offre una visione più ampia, che abbraccia strumenti eterogenei — dal web alla telefonia, dalla radio ai podcast — accomunati dalla capacità di trasmettere e condividere informazioni:

*Diverse set of technological tools and resources used to transmit, store, create, share or exchange information. These technological tools and resources include computers, the Internet (websites, blogs and emails), live broadcasting technologies (radio, television and webcasting), recorded broadcasting technologies (podcasting, audio and video players and storage devices) and telephony (fixed or mobile, satellite, visio/video-conferencing, etc.)*<sup>46</sup>.

L'Enciclopedia Treccani privilegia un approccio più tecnico nel definire le ICT, mettendo in luce l'integrazione tra le varie componenti tecnologiche utili a creare un sistema coerente di produzione e scambio delle informazioni:

*Tecnologie riguardanti i sistemi integrati di telecomunicazione [...], i computer, le tecnologie audio-video e relativi software, che permettono agli utenti di creare, immagazzinare e scambiare informazioni [...]*<sup>47</sup>.

La Commissione Europea, infine, adotta una prospettiva più normativa e sintetica, ricondotta all'insieme di mezzi, hardware e software, che consentono di gestire l'informazione e la comunicazione:

*[...] covers all technical means used to handle information and aid communication. This includes both computer and network hardware, as well as their software*<sup>48</sup>.

Queste diverse letture — una più descrittiva, l'altra più tecnica e l'ultima più funzionale — aiutano da un lato a cogliere la complessità delle ICT, dall'altro a evidenziarne il nucleo comune: l'uso di tecnologie per rendere l'informazione accessibile, organizzata e condivisa. Oggi questo ampio spettro di risorse digitali trova applicazione di profondo impatto in ambiti cruciali come l'educazione, la sanità, l'economia e l'inclusione sociale, favorendo l'accesso alla conoscenza, sostenendo nuovi modelli di apprendimento e lavoro e contribuendo a ridurre il divario digitale<sup>49</sup>.

---

<sup>45</sup> Serrat 2023, p. 7; Floridi 2017

<sup>46</sup> UNESCO 2018. Si veda <https://uis.unesco.org/en/glossary-term/information-and-communication-technologies-ict>.

<sup>47</sup> Treccani 2023. Si veda [https://www.treccani.it/enciclopedia/ict\\_Dizionario-di-Economia-e-Finanza/](https://www.treccani.it/enciclopedia/ict_Dizionario-di-Economia-e-Finanza/).

<sup>48</sup> Eurostat. Si veda [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/Information\\_and\\_communication\\_technology](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/Information_and_communication_technology).

<sup>49</sup> Serrat 2023, p. 7

### 1.2.2. Le ICT per il patrimonio culturale

Le ICT hanno assunto via via un ruolo sempre più centrale nel campo dei beni culturali, partendo dai progetti nazionali e internazionali, oltre che dai convegni, degli anni '70 riguardanti la digitalizzazione delle biblioteche, la catalogazione e la progettazione di archivi digitali<sup>50</sup>, passando per gli anni 2000, con la realizzazione dei primi musei virtuali e facsimili di oggetti appartenenti al patrimonio culturale<sup>51</sup>, dei progetti di ricostruzione digitale dei contesti a scopo conservativo, dei percorsi museali narrativi interattivi<sup>52</sup> e dei primi esperimenti di visori di realtà virtuale (VR)<sup>53</sup>. Si sono dimostrate uno strumento digitale utile e necessario a qualsiasi campo inerente al patrimonio culturale, come la sua documentazione e conservazione, aprendo nuove frontiere anche nel campo dell'analisi e del restauro, amplificando l'accessibilità del patrimonio attraverso strumenti digitali interattivi, permettendo di superare le barriere fisiche e temporali e offrendo nuove modalità di fruizione e coinvolgimento del pubblico<sup>54</sup>. In questo quadro, l'Italia ha conosciuto un percorso più complesso rispetto ad altri Paesi. Diversi studi sottolineano infatti come le istituzioni museali italiane abbiano manifestato un certo ritardo nell'adozione dei media digitali, dovuto non solo a fattori strutturali e organizzativi, ma anche a una certa resistenza culturale nei confronti del "nuovo". Tra le cause principali vi è un *digital divide* che, oltre ad avere una natura anagrafico-generazionale, si incarna in una diffusa diffidenza nei confronti degli strumenti di condivisione digitale<sup>55</sup>. È quindi fondamentale ripensare il museo come spazio capace di adattarsi ai cambiamenti sociali, adottando nuovi linguaggi e mezzi, e liberandosi di freni ormai superati che rischiano di limitarne il ruolo pubblico<sup>56</sup>.

La pandemia di COVID-19 ha segnato un possibile spartiacque, imprimendo un impulso senza precedenti al mondo digitale<sup>57</sup> e al tempo stesso travolgendo le istituzioni museali, costrette a reinventarsi in tempi rapidissimi. Da questa crisi è emersa con forza l'evidenza che il digitale non rappresenta solo un supporto tecnico, ma una risorsa strategica capace di ridefinire linguaggi, relazioni e prospettive future<sup>58</sup>. Questo improvviso processo di digitalizzazione, se da un lato ha rivelato le ben già conosciute criticità legate al *digital divide*, dall'altro ha accresciuto la consapevolezza della necessità di una pianificazione strategica della comunicazione digitale<sup>59</sup>. Già nel 2016 il rapporto UNESCO<sup>60</sup> in merito alla protezione e promozione dei musei e delle loro collezioni, segnalava l'importanza per i musei di dotarsi delle tecnologie digitali necessarie a garantire le loro funzioni primarie — conservazione, studio, creazione e trasmissione del patrimonio culturale —, raccomandando agli Stati membri di sostenere in modo attivo tali processi.

---

<sup>50</sup> Si cita il convegno "Computers and Their Potential Applications in Museum" organizzato nel 1968 a New York.

<sup>51</sup> Si ricorda la Gemäldegalerie Alte Meister di Dresda, ricostruita digitalmente fedelmente all'originale, e le tante acquisizioni ad altissima definizione in collaborazione coi più grandi musei nazionali e internazionali.

<sup>52</sup> Ci si riferisce ai lavori di Studio Azzurro. Si veda <https://www.studioazzurro.com/category/opere/>.

<sup>53</sup> Mandarano 2024, p. 17-33

<sup>54</sup> Diara et al. 2024; Tucci et al. 2017

<sup>55</sup> Colombo 2020, p. 39

<sup>56</sup> Ivi, p. 53

<sup>57</sup> MiC 2023, p. 27. A seguito della pandemia, i luoghi del patrimonio hanno scelto di investire sempre più in servizi e attività digitali.

<sup>58</sup> Mandarano 2024, pp. 39-40; Gervasi et al. 2022

<sup>59</sup> Raimo et al. 2022

<sup>60</sup> UNESCO 2016, p. 9

La pandemia ha mostrato chiaramente che il digitale non è solo un aggiornamento tecnico, ma un cambiamento profondo, capace di ridefinire la funzione sociale dei musei e il modo in cui essi si relazionano con i visitatori<sup>61</sup>. È certo come questa rivoluzione digitale abbia profondamente trasformato il modo in cui il patrimonio viene conservato, presentato e reso accessibile. La digitalizzazione consente infatti ai musei di ampliare i propri confini, raggiungendo pubblici lontani, persone con disabilità motorie o impossibilitate a recarsi fisicamente nelle sedi, e promuovendo collaborazioni internazionali tra istituzioni e ricercatori. Se da un lato il digitale costituisce una risorsa preziosa, dall'altro le istituzioni rischiano di perdere rilevanza se non sanno adattarsi alle nuove modalità di fruizione e alle aspettative dei pubblici, come nel caso dei piccoli musei<sup>62</sup>.

#### 1.2.2.1. I campi di applicazione

Le declinazioni che le ICT possono avere nel campo del patrimonio culturale, come è stato accennato, sono molteplici (Tab. 7):

- *Documentazione e conservazione* – l'impiego delle tecnologie digitali si configura come uno strumento di grande rilevanza per la conservazione, in quanto consente di elaborare strategie efficaci volte a mitigare il rischio di deterioramento e di perdita dei materiali originali. La possibilità di riprodurre in modo accurato e non invasivo le caratteristiche fisiche e materiche di un bene permette infatti ai conservatori di operare in maniera più consapevole, rispettando i principi di compatibilità, reversibilità e non invasività che guidano ogni intervento sul patrimonio. Al tempo stesso, la conservazione non riguarda soltanto l'oggetto fisico, ma si estende anche ai modelli digitali che, una volta realizzati, possono diventare vere e proprie risorse documentarie permanenti<sup>63</sup>.
- *Catalogazione e classificazione* – le ICT consentono che la catalogazione del patrimonio culturale – ovvero la creazione di una descrizione formale degli oggetti del patrimonio culturale – avvenga in modo standardizzato, interconnesso, interoperabile, permettendo l'apertura e l'accesso dei dati e superando i limiti dei modelli descrittivi tradizionali<sup>64</sup>.
- *Comunicazione, valorizzazione e fruizione* – l'applicazione dell'approccio digitale al patrimonio può contribuire alla sua ricerca e facilitarne la comunicazione e la valorizzazione; il digitale crea l'opportunità di esporre e valorizzare liberamente e senza restrizioni tutti i manufatti delle loro collezioni, garantendone l'accessibilità senza limiti di tempo ed evitando la selezione a cui queste collezioni sono spesso soggette a causa degli spazi espositivi limitati<sup>65</sup>.

In relazione a tale contesto, si ritiene opportuno fornire una breve panoramica di alcune delle principali tecnologie digitali che trovano applicazione nella comunicazione e valorizzazione del patrimonio culturale, anche in riferimento ai casi studio presentati nel capitolo seguente.

---

<sup>61</sup> Raimo et al. 2022

<sup>62</sup> Avgousti et al. 2024

<sup>63</sup> Hernández-Muñoz 2023; Pache de Faria e Norogrande 2024; Gherardini et al., 2019

<sup>64</sup> Nappi et al. 2024; Navarrete e Mackenzie Owen 2016

<sup>65</sup> Barszcz et al. 2023; Nguyen et al. 2023; Spallone et al. 2022; Tommasi 2021; Gherardini et al. 2019

SCOPI	FINALITÀ	TECNOLOGIE
<b>DOCUMENTAZIONE/CONSERVAZIONE</b>	Conservare le informazioni, monitorare e preservare l'integrità, supportare ricostruzioni e/o interventi di restauro	LiDAR, TLS, SLS, GIS, UAV, Fotogrammetria digitale, HBIM, ecc.
<b>CATALOGAZIONE/CLASSIFICAZIONE</b>	Gestire più efficientemente le collezioni, migliorarne l'accesso	Database relazionali, metadatazione, LOD, ontologie, NLP, ecc.
<b>COMUNICAZIONE/VALORIZZAZIONE/FRUIZIONE</b>	Migliorare la User Experience, rendere più accessibile il patrimonio, aumentare partecipazione e coinvolgimento	AR, VR, MR, VT, App, VM, Chatbot, <b>Audioguide</b> , Applied games, Web sites, ecc.

Tab. 7. Scopi, finalità e tecnologie delle ICT al servizio dei beni culturali.

- Virtual Museum (VM)

I musei virtuali, già citati precedentemente in questo elaborato come una delle nuove e non tradizionali tipologie di museo, possono dirsi il frutto dell'incontro tra musei e ICT. Affondano le proprie radici nelle prime sperimentazioni multimediali degli anni '80 e '90, ben prima dell'era web e della diffusione di Internet. I musei, difatti, iniziarono a utilizzare strumenti digitali – come i CD-ROM – per documentare e comunicare le proprie collezioni, segnando la transizione da un approccio analogico della fruizione delle opere verso un'informazione digitale<sup>66</sup>. Con l'arrivo del *World Wide Web* (WWW), i musei iniziarono ad esplorare modalità di fruizione “senza mura”, creando nuove forme di accesso al patrimonio culturale.

Da questo contesto emerge come concetto dinamico il “*virtual museum*”, utilizzato a indicare non solo l'estensione online del museo fisico, ma una nuova dimensione museale autonoma e interattiva<sup>67</sup>. I musei virtuali hanno rivoluzionato l'esperienza museale grazie alla loro capacità di superare i confini geografici, permettendo a chiunque di accedere al patrimonio culturale da qualsiasi luogo. Inoltre, l'evoluzione delle tecnologie immersive e interattive al servizio di questi musei, ha rafforzato sempre più il coinvolgimento emotivo e cognitivo del pubblico<sup>68</sup>. I musei virtuali, pertanto, diventano un vero e proprio strumento digitale al servizio della comunicazione e valorizzazione delle collezioni<sup>69</sup>. Alcuni esempi di musei virtuali nel territorio italiano sono:

- Vulci nel Mondo<sup>70</sup>, realizzato sotto la supervisione scientifica dell'Università “La Sapienza” di Roma, offre ad archeologi, studiosi e visitatori strumenti digitali utili a ricomporre l'identità e la storia della città di Vulci: un database intelligente e multimediale che raccoglie tutti i reperti provenienti dall'area di Vulci — oggi dispersi in musei e collezioni di tutto il mondo — e un museo virtuale che li riunisce digitalmente, illustrandone i capolavori principali e restituendo unità a un patrimonio altrimenti frammentato<sup>71</sup>.

<sup>66</sup> Povroznik 2020

<sup>67</sup> Schweibenz 2019

<sup>68</sup> Yang et al. 2024

<sup>69</sup> El Debuch et al. 2024

<sup>70</sup> Si veda <https://vulcinelmondo.com/>.

<sup>71</sup> Bonadies et al. 2023

- MUVI Appia<sup>72</sup>, il museo virtuale del Parco Archeologico dell'Appia Antica, è stato progettato come uno spazio digitale capace di riunire e ricostruire virtualmente l'ampia eredità culturale del Parco, offrendo online un patrimonio collettivo che altrimenti risulterebbe difficile da percepire nella sua interezza. La sua fruizione, concepita per essere accessibile a pubblici eterogenei, supporta attività didattiche e di ricerca, promuove la conservazione dei beni culturali e valorizza un patrimonio storico, archeologico e paesaggistico di grande rilevanza<sup>73</sup>.
- Tesori Musicali Nascosti<sup>74</sup> è il museo virtuale della musica e si propone come uno strumento multimediale didattico e divulgativo, piuttosto che come un semplice database. Il suo obiettivo è offrire agli utenti una selezione ragionata di beni musicali storicamente e artisticamente significativi, provenienti principalmente dalle due città lombarde di Bergamo e Brescia. Difatti, non si limita a presentare informazioni, ma intende stimolare un'esperienza immersiva, offrendo risorse come trascrizioni, partiture, riproduzioni di stampe musicali cinquecentesche e registrazioni vocali<sup>75</sup>.

- Audioguide narrative

Le audioguide rappresentano uno dei primi strumenti digitali pensati per migliorare l'esperienza del visitatore nei musei, consentendo un accesso autonomo e personalizzato alle informazioni sulle opere. La loro nascita risale agli anni '50 e '60, quando i musei iniziarono a sperimentare dispositivi audio portatili basati su nastri magnetici o sistemi a cassetta. Nel corso degli anni '90 e 2000, le audioguide si sono evolute sempre più grazie all'introduzione di supporti digitali come MP3 e dispositivi portatili più avanzati, fino all'adozione dei *Personal Digital Assistant* (PDA) e degli smartphone, che hanno integrato audio, immagini, video e interattività, aprendo la strada a esperienze multimediali sempre più sofisticate<sup>76</sup>.

L'introduzione della componente narrativa, ha reso le audioguide non più semplici strumenti di ascolto, ma veri e propri dispositivi di mediazione culturale, capaci di rendere il patrimonio museale più accessibile ed emotivamente coinvolgente, contribuendo in modo significativo all'arricchimento dell'esperienza del visitatore<sup>77</sup>. Alcuni esempi di audioguide narrative in Italia sono:

- Le audioguide del Palazzo Ducale di Mantova, accessibili dallo smartphone dei visitatori, offrono racconti diversificati in base ai pubblici. Il racconto dedicato ai bambini, oltre ad offrire informazioni necessarie alla visita, coinvolge i piccoli visitatori e rende l'esperienza immersiva grazie alla voce narrante di Barbarina Gonzaga, la donna raffigurata nella Camera degli Sposi del Palazzo<sup>78</sup>.
- Nell'audioguida del Museo Storico Navale di Venezia (MUNAV) le voci di ben 58 personaggi – tra marinai, corsari, comandanti, sovrani e dame – si susseguono per raccontare, tramite avvenimenti storici e aneddoti, la storia del museo e delle sue collezioni<sup>79</sup>.

---

<sup>72</sup> Si veda <https://muviappia.it/>.

<sup>73</sup> Campanella e Cugno 2024

<sup>74</sup> Si veda <https://tesorimusicalinascosti.it/>.

<sup>75</sup> Bizzarrini 2024. Si veda [https://sinestesiaonline.it/wp-content/uploads/2024/01/4\\_Bizzarrini\\_Sinestesiaonline41.pdf](https://sinestesiaonline.it/wp-content/uploads/2024/01/4_Bizzarrini_Sinestesiaonline41.pdf).

<sup>76</sup> Aumann 2024; Proctor e Tellis 2004

<sup>77</sup> Bartolini 2023

<sup>78</sup> Si veda <https://mantovaducale.beniculturali.it/it/news/898-le-nuove-audioguide-di-palazzo-ducale>.

<sup>79</sup> Si veda <https://www.munav.it/audioguida/>.

## • Virtual Reality (VR)

Le origini della realtà virtuale risalgono al XIX secolo con i primi panorami a 360° e con lo stereoscopio di Wheatstone e Brewster, che introdussero per la prima volta la percezione tridimensionale. Nei decenni successivi, vari dispositivi perfezionarono l'illusione della profondità e l'interattività: dal *Link Trainer* del 1931, usato per l'addestramento dei piloti, al Sensorama di Morton Heilig negli anni '50, che offriva immagini, suoni, vibrazioni e odori per un'esperienza multisensoriale<sup>80</sup>. Heilig brevettò anche il primo visore montato su casco, anticipando gli sviluppi futuri della VR. Il termine *Virtual Reality* venne coniato negli anni '60, e dagli anni '80 in poi, con l'introduzione del *Dataglove* – capace di tradurre i movimenti della mano nel mondo virtuale – la tecnologia divenne sempre più immersiva e interattiva, aprendo la strada alle moderne esperienze realistiche e multisensoriali<sup>81</sup>.

La realtà virtuale permette di sviluppare ambienti tridimensionali e multisensoriali che immergono gli utenti negli spazi virtuali, stimolando percezioni interattive, esperienze emotive e momenti di socializzazione simulata. Grazie alla sua flessibilità, la VR consente di modulare l'interazione con i visitatori, adattando mostre e programmi a differenti esigenze e obiettivi e rendendo l'esperienza museale più dinamica e immersiva<sup>82</sup>. Alcuni casi di Virtual Reality applicati a realtà italiane sono:

- L'applicazione VR immersiva del castello di Corsano ha lo scopo di valorizzare l'antico sito – ormai inaccessibile – del piccolo borgo salentino. Partendo dalla ricostruzione 3D dell'edificio, è stato creato un sistema interattivo utile agli utenti per accedere a informazioni storiche sul castello, includendo sia il patrimonio culturale tangibile sia il patrimonio immateriale, come memorie e tradizioni popolari legate al castello<sup>83</sup>.
- L'esperienza di realtà virtuale per il Museo preistorico dei Balzi Rossi e zona archeologica, mira a preservare e trasmettere il patrimonio del sito tramite le tecnologie immersive. Dall'applicazione è possibile vedere le scogliere dei Balzi Rossi attraverso diversi periodi storici – inclusa la glaciazione Würm – offrendo ai visitatori un'esperienza educativa, interattiva e immersiva<sup>84</sup>.
- Al Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci di Milano, esiste un'intera Virtual Zone con circa 20 visori in cui poter sperimentare l'impatto delle tecnologie sulla società. Grazie alla realtà virtuale è possibile, tra le tante attività, pilotare veicoli futuristici, esplorare il Titanic, arrampicarsi su alte montagne e dirigere un'orchestra<sup>85</sup>.

## • Virtual Tour (VT)

La storia dei Tour Virtuali a 360° risale alla metà degli anni '90, quando vennero sviluppati i primi software dedicati. Inizialmente, la tecnologia era limitata a immagini panoramiche statiche unite tra loro per creare una visuale a 360° di un luogo specifico ma, con l'avvento della connessione Internet ad alta velocità e i progressi nelle tecnologie fotografiche e software, è diventato possibile realizzare tour panoramici a 360° più immersivi e interattivi<sup>86</sup>.

---

<sup>80</sup> Lum et al. 2020

<sup>81</sup> Paro et al. 2022

<sup>82</sup> Trunfio et al. 2022

<sup>83</sup> De Paolis et al. 2022

<sup>84</sup> Iacono et al. 2024

<sup>85</sup> Si veda <https://www.museoscienza.org/it/offerta/virtual-zone>.

<sup>86</sup> Rodríguez et al. 2025

La pandemia di COVID-19, difatti, ha avuto un impatto significativo sui tour a 360°, dandogli un enorme impulso all'uso e alla popolarità. Questa forma di tecnologia immersiva ha consentito agli utenti di esplorare comodamente da casa gli spazi virtuali dei musei fisici, interagendo con punti di interesse e accedendo a informazioni come testi, immagini, audio e video<sup>87</sup>. Alcuni esempi di tour virtuali nel territorio italiano sono:

- e-Archeo 3D<sup>88</sup> è un'applicazione interattiva basata su *browser* che permette di esplorare otto aree archeologiche – Alba Fucens (AQ), Cerveteri (RM), Egnazia (BR), Marzabotto (BO), Nora (CA), Sibari (CS), Sirmione Desenzano (BS), Velia (SA) – tramite scene a 360° arricchite con video, immagini e modelli 3D dei reperti. Gli utenti possono selezionare i siti da una mappa e visualizzare panorami ricostruttivi o fotografie attuali, interagire con contenuti multimediali, cambiare livelli di visualizzazione e accedere a informazioni sulle fonti<sup>89</sup>.
- I cinque tour virtuali del Museo Egizio di Torino permettono di esplorare a 360° la collezione permanente del museo, alcune mostre temporanee non più accessibili – come “Archeologia invisibile” e “Aida, figlia di due mondi” entrambe concluse nel 2022 e “Galleria dei Re” conclusasi nel 2024 – e accedere a tour con contenuti ludici virtuali appositamente pensati per i più piccoli<sup>90</sup>.
- Il Museo internazionale e biblioteche della musica di Bologna offre la possibilità di accedere a un percorso virtuale immersivo del Museo della musica e delle sue collezioni. Grazie a foto panoramiche interattive a 360°, gli utenti possono esplorare liberamente gli spazi espositivi, integrando contenuti informativi e sonori selezionati<sup>91</sup>.

#### 1.2.2.2. Le linee guida

In questa sede, l'attenzione sarà rivolta in particolare alle ICT applicate ai campi della comunicazione, valorizzazione e fruizione, oltre che alle norme che ne regolamentano l'uso, poiché maggiormente pertinenti agli obiettivi del presente elaborato.

##### • Ricostruzione e visualizzazione 3D

La crescente diffusione delle tecnologie digitali applicate al patrimonio culturale ha reso necessario lo sviluppo di principi, linee guida e standard metodologici volti a garantire la qualità, la trasparenza e la sostenibilità delle pratiche di visualizzazione.

La *London Charter for the Computer-based Visualisation of Cultural Heritage*<sup>92</sup> è stata redatta nel 2006 per stabilire principi metodologici chiari e garantire rigore metodologico nell'uso delle visualizzazioni digitali del patrimonio culturale, rendendole trasparenti, affidabili e valutabili come qualsiasi altra forma di ricerca accademica:

*[...] a set of principles is needed that will ensure that digital heritage visualization is, and is seen to be, at least as intellectually and technically rigorous as longer established cultural heritage research and communication methods*<sup>93</sup>.

---

<sup>87</sup> Rahaman et al. 2023

<sup>88</sup> Si veda <https://3d.e-archeo.it/a/ales/?f>.

<sup>89</sup> Pietroni et al. 2023

<sup>90</sup> Si veda <https://www.museoegizio.it/scopri/tour-virtuali/>.

<sup>91</sup> Si veda <http://informa.comune.bologna.it/iperbole/media/Virtual-Tour-Museo-della-Musica/>.

<sup>92</sup> Si veda <http://www.londoncharter.org>.

<sup>93</sup> The London Charter for the Computer-based Visualisation of Cultural Heritage 2.1 2009. Si veda: [https://londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london\\_charter\\_2\\_1\\_en.pdf](https://londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london_charter_2_1_en.pdf).

La necessità nasce in risposta alle preoccupazioni sollevate dagli studiosi della metà degli anni '90 in merito alla mancanza di trasparenza e all'iperrealismo nelle ricostruzioni digitali. I suoi principi consistono in<sup>94</sup>:

1. *Implementazione* – allo scopo di mantenere la validità di questi principi al di là dei cambiamenti tecnologici, la London Charter si concentra solo sui principi metodologici fondamentali, lasciando alle comunità scientifiche il compito di tradurli operativamente e sviluppare delle linee guida specifiche per discipline e tecnologie e in linea coi propri obiettivi di ricerca<sup>95</sup>.
2. *Scopi e metodi* – la scelta della tecnica di visualizzazione e lo sviluppo di nuove metodologie devono basarsi su una valutazione critica della loro efficacia in relazione agli scopi del progetto. Il documento non impone regole, ma anzi richiede che ogni progetto definisca chiaramente i propri obiettivi e documenti la metodologia scelta.
3. *Fonti di ricerca* – per garantire l'integrità intellettuale delle visualizzazioni digitali, le fonti di ricerca utilizzate devono essere identificate e valutate in modo strutturato e documentato, prestando particolare attenzione a come queste possano essere influenzate da fattori ideologici, storici, sociali, religiosi o estetici.
4. *Documentazione* – viene posta grande importanza sulla documentazione, allo scopo di garantire la trasparenza e la valutazione critica delle visualizzazioni digitali del patrimonio. La documentazione non deve includere solo le fonti utilizzate ma anche i *paradata* – ovvero le decisioni interpretative e creative prese durante il processo – che devono essere esplicitati per chiarire il rapporto tra dati, ipotesi e risultati.
5. *Sostenibilità* – le visualizzazioni digitali fanno esse stesse parte del patrimonio culturale, sociale ed economico comune. È quindi responsabilità della comunità scientifica garantirne la conservazione a lungo termine e la fruizione pubblica pianificando strategie utili ad evitare la perdita di questi risultati.
6. *Accesso* – la creazione e diffusione delle visualizzazioni digitali deve massimizzarne i benefici per lo studio, la conservazione e la fruizione del patrimonio culturale.

I *Seville Principles. International Principles of Virtual Archaeology* sono stati adottati dall'International Council on Monuments and Sites (ICOMOS)<sup>96</sup> nel 2017 come integrazione delle linee guida stilate dal *London Charter*, focalizzandosi sulle sue applicazioni pratiche al fine di migliorarne l'attuazione nel campo del patrimonio archeologico e, più nello specifico, dell'archeologia virtuale. Rispetto al *London Charter*, a cui si rifà come quadro teorico e di cui adotta tutti gli obiettivi, il documento savigliano propone nuovi principi<sup>97</sup>:

1. *Interdisciplinarietà* – ogni progetto di visualizzazione digitale del patrimonio archeologico richiede un team interdisciplinare, con archeologi, storici e specialisti di vari settori, che collaborino in modo continuo. La presenza di archeologi e storici, in particolare, è essenziale per garantire accuratezza scientifica e interpretativa.
2. *Finalità* – prima di sviluppare qualsiasi visualizzazione digitale, è fondamentale definire chiaramente lo scopo del progetto, poiché il *Level of Detail (LoD)*, la risoluzione e l'accuratezza dipendono dagli obiettivi. Ogni visualizzazione deve inoltre mirare a migliorare aspetti legati a ricerca, conservazione o interpretazione del patrimonio archeologico.

---

<sup>94</sup> Denard 2012

<sup>95</sup> Un esempio sono i *Seville Principles* del 2017.

<sup>96</sup> L'ICOMOS è «[...] un'organizzazione non governativa internazionale che opera per la conservazione dei monumenti e dei siti in tutto il mondo». Si veda <https://www.icomos.org/>.

<sup>97</sup> ICOMOS 2017. Si veda <https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/06/Seville-Principles-IN-ES-FR.pdf>.

3. *Complementarietà* – l'uso delle visualizzazioni digitali deve essere considerato uno strumento complementare e non sostitutivo dei metodi tradizionali. Queste dovrebbero infatti collaborare con altri strumenti per migliorare ricerca, conservazione e interpretazione, nel rispetto del principio di interdisciplinarietà.
4. *Autenticità* – è fondamentale distinguere ciò che è autentico da ciò che è ricostruito. È accettabile proporre interpretazioni alternative purché abbiano pari validità scientifica. Le ricostruzioni virtuali devono inoltre indicare chiaramente i livelli di accuratezza su cui si basano.
5. *Rigore storico* – ogni visualizzazione digitale del passato deve basarsi su ricerche solide, oltre che su documentazione storico-archeologica. Il rigore dipende dalla qualità della ricerca pregressa e da come le informazioni vengono utilizzate per creare il modello virtuale. Le tecniche digitali di acquisizione<sup>98</sup> migliorano nettamente la documentazione scientifica, aumentando il rigore delle ricostruzioni digitali.
6. *Efficienza* – ogni progetto deve valutare in anticipo costi e necessità di manutenzione dei sistemi utilizzati privilegiando tecnologie affidabili, a basso consumo e facili da riparare o aggiornare ed evitando di duplicare i risultati di progetti precedenti.
7. *Trasparenza scientifica* – tutte le ricostruzioni digitali devono essere verificabili. Per garantire rigore scientifico, è fondamentale preparare basi documentarie trasparenti che includano obiettivi, metodologia, tecniche, ragionamenti, fonti, risultati e conclusioni; in questo la pubblicazione scientifica dei risultati è essenziale. Un'ulteriore garanzia di trasparenza la dà l'inclusione di *metadata* e *paradata*.
8. *Formazione e valutazione* – è necessario promuovere programmi di alta formazione post-laurea per specializzare i professionisti del settore. La qualità finale di una visualizzazione dipende dal rigore del processo di lavoro, non dall'effetto spettacolare dei risultati, e solo il rispetto dei principi stabiliti può determinarne l'eccellenza.

Nel documento *4DRL Report Series*, redatto dal 4D Research Lab<sup>99</sup> dell'Università di Amsterdam nel 2021, vengono descritti gli approcci e i relativi concetti principali inerenti alla creazione dei modelli 3D a scopi scientifici<sup>100</sup>:

- *Level of Detail (LoD)* – è una delle proprietà principali dei modelli 3D; più alto è il livello, più precisi sono i dettagli rappresentati. È importante definirlo in base agli obiettivi e/o alle domande di ricerca di un progetto, poiché influisce sia sull'uso dei modelli nelle analisi che, principalmente, sulla quantità di risorse necessarie per produrli. Nel documento viene proposta una classificazione generale del livello di dettaglio in quattro classi dove il LoD1 consiste in un modello generale degli oggetti primari, mentre il LoD4 è una modellazione precisa di tutti i componenti e sottocomponenti (Fig. 3).
  - *Level of Completeness (LoC)* – integra il LoD specificando quali elementi vanno inclusi o esclusi in un modello (ed esempio finestre sì, camini no), senza alterare il livello di dettaglio generale. Serve a chiarire e comunicare meglio i contenuti del modello nei progetti.

<sup>98</sup> Si fa l'esempio della fotogrammetria e del Terrestrial Laser Scanner (TLS).

<sup>99</sup> Si veda <https://4dresearchlab.nl/>.

<sup>100</sup> Lanjouw e Waagen 2021

- *Level of Material Realism* (LmR) - definisce il grado di realismo dei materiali in un modello 3D. La complessità della texturizzazione influisce sui tempi di realizzazione di un progetto: oggetti semplici possono usare metodi automatici di texturizzazione più veloci, ma oggetti più complessi richiedono UV-*unwrapping* manuale, il che allunga notevolmente le tempistiche. Allo stesso tempo le texture possono provenire da repository online (minori tempi di applicazione) o essere create da zero (maggiori tempistiche).

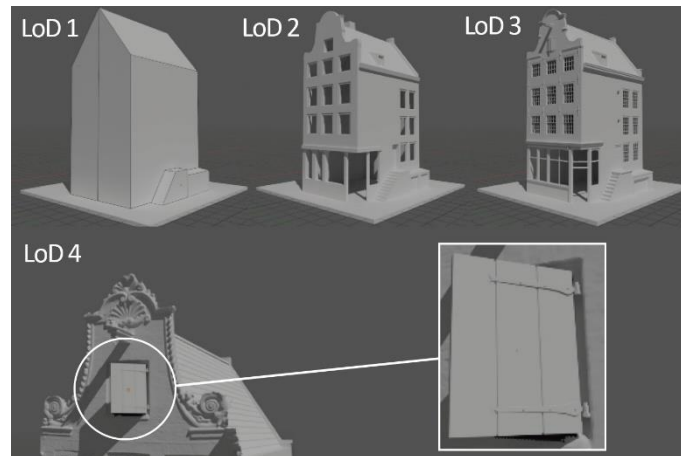


Fig. 3. I quattro livelli di dettaglio.

- *Degree of Certainty* (DoC) – le ricostruzioni 3D basate su fonti storiche o archeologiche hanno gradi di certezza variabili (da prove solide a ipotesi). È fondamentale documentare e comunicare chiaramente queste differenze per garantire trasparenza. Il DoC di un modello virtuale dipende da tre fattori principali e che interagiscono tra loro in maniera complessa:
  - Affidabilità delle fonti (fattore soggettivo) – le diverse fonti (ad esempio foto o scansioni 3D) hanno gradi di affidabilità variabili e sono influenzati sia dalla tecnologia che dai *bias* umani;
  - Accuratezza e precisione dei dati (fattori oggettivi) – riguardano le proprietà misurabili degli oggetti e la loro distanza dalla realtà;
  - Tipo di inferenza – il modo in cui le fonti vengono impiegate per costruire un modello o un'ipotesi.

L'incertezza nei modelli virtuali riguarda quattro proprietà fondamentali degli oggetti fisici, ciascuna indipendente dalle altre: forma, posizione, tempo (inteso come fase cronologica) e materiali. Non esiste uno standard universalmente accettato per classificare i gradi di certezza nelle ricostruzioni virtuali; in questo documento viene proposto un primo approccio di classificazione basato su sei gradi di inferenza (Fig. 4).

Per garantire l'associazione di *meta-dati* e *paradati*, il modello, le fonti e la classificazione dell'incertezza dovrebbero però formare un sistema informativo chiuso. È il caso dell'*Extended Matrix* (EM), un linguaggio formale visivo basato su nodi e fondato sia su un approccio stratigrafico utile per l'archeologia virtuale, sia sulla teoria dei grafi di conoscenza<sup>101</sup>.

<sup>101</sup> IBM 2021. Un grafico di conoscenza rappresenta una rete di entità del mondo reale – come oggetti, eventi, concetti – e la relazione che intercorre tra di esse. Queste informazioni vengono inserite in un database grafico e visualizzate come una struttura a grafo. Si veda <https://www.ibm.com/think/topics/knowledge-graph>.

CertaintyClass	Inference type	Variability	Example
Certain	Direct observation	None	In-situ remains (e.g. scanned)
Quite certain	Refitting	Low	Placing back of remains found on site
Moderately certain	Interpolation / extrapolation	Limited	Missing part of an otherwise complete object
Not so certain	Direct parallel	Considerable	Same type, direct relation
Quite uncertain	Indirect parallel	High	Same type, indirect relation
Very uncertain	Analogy	Very high	E.g. constructional argument

Fig. 4. Gradi di certezza basati sui tipi di inferenza<sup>102</sup>.

Lo scopo di questo strumento è quello di fornire uno strumento con cui tracciare, monitorare, gestire e pubblicare le fasi del processo di ricostruzione archeologica così da “risolvere” le due criticità principali nelle ricostruzioni virtuali: il rischio di presentare una ricostruzione come vera e non come un’interpretazione e quello di non dichiarare o di non rendere accessibili le fonti che si utilizzano<sup>103</sup>.

In riferimento al DoC, l’EM non si limita quindi a riferire quanto è certa una ricostruzione o un elemento di quella ricostruzione, ma mostra il perché lo è, su quali evidenze si basa, e come interagiscono tra loro le varie fonti. Grazie a una metodologia in cinque fasi è difatti possibile registrare – tramite un grafo di conoscenza collegato a un ambiente 3D (Blender), tutte le fonti rilevanti e i processi logico-interpretativi (*paradata*) che hanno portato all’ipotesi ricostruttiva partendo dalle evidenze archeologiche. Le cinque fasi sono illustrate in Fig. 5. Nello specifico, queste consistono in:

1. *Raccolta dati* – studio del contesto storico-archeologico tramite scavi, raccolta di fonti<sup>104</sup>, rilievi e digitalizzazioni. Questa fase è fondamentale per il lavoro di interpretazione successivo.
2. *Gestione e analisi dei dati* – analisi stratigrafica, annotazione dei resti fisici scoperti e integrazione con la loro visualizzazione 3D tramite *proxy model*<sup>105</sup>.

La sequenza stratigrafica viene disegnata seguendo il sistema del Matrix di Harris come in archeologia e organizzata in un database a grafo: i nodi rappresentano le US e le linee collegano le relazioni cronologiche. I proxy vengono modellati nell’ambiente virtuale e collegati al database tramite l’*add-on* EMtools.

3. *Interpretazione e ricostruzione virtuale* – proposta di ipotesi ricostruttive virtuali all’interno del grafo EM, rappresentate tramite *proxy model*. Viene redatta la stratigrafia virtuale (USV) relativa all’ipotesi ricostruttiva e associato a un modello *proxy* a ogni USV. In questa fase è possibile una visualizzazione a colori dei livelli di certezza:

<sup>102</sup> Lanjouw e Waagen 2021, p. 19

<sup>103</sup> Demetrescu 2015; Demetrescu e Ferdani 2021

<sup>104</sup> Le fonti da considerare sono: rilievi tridimensionali del contesto, documentazione fotografica, relazioni di scavo, documenti storici e testimonianze, studi architettonici, analisi strutturali e simulazioni, datazioni e analisi archeometriche e confronti con edifici simili ancora esistenti.

<sup>105</sup> Un modello *proxy* consiste della rappresentazione geometrica semplificata (*low-polygon*) di un’Unità Stratigrafica (US).

- Rosso – strutture esistenti;
  - Blu – completamenti o ricostruzioni ipotetiche;
  - Giallo scuro – frammenti riposizionati;
  - Giallo chiaro – completamento ipotetico dei frammenti;
  - Verde – parti ricostruite tramite confronti stilistici o fonti interpretative.
4. *Modello rappresentativo* – creazione del modello dettagliato finale, comprensivo di materiali e texture, per ciascuna fase di vita del contesto ricostruito. Il modello rappresentativo viene modellato, recuperando proprietà e riferimenti memorizzati nel grafo EM durante lo step 3.
  5. *Pubblicazione e diffusione digitale* – a differenza dei metodi tradizionali, l'EM permette di pubblicare un record di metadati completo e standardizzato, indipendentemente dagli strumenti software utilizzati. Le informazioni che permette di rendere pubbliche sono molteplici: repliche digitale e *proxy*, interpretazioni ricostruttive, grafi di conoscenza, piante e sezioni 2D derivati dai modelli 3D e tabelle US.

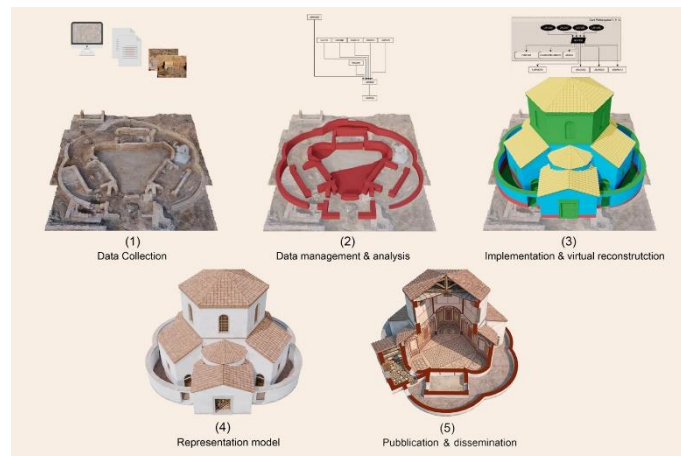


Fig. 5. Panoramica del processo ricostruttivo in cinque steps<sup>106</sup>.

### • Storytelling

Nel 2015 viene pubblicato il libro *The Seven Pillars of Storytelling*<sup>107</sup>, in cui vengono riportate le sette nozioni fondamentali per costruire una narrazione efficace. Il testo si propone di trasformare la teoria dello storytelling in strumenti pratici che chiunque può utilizzare per creare narrazioni efficaci e coinvolgenti. I sette pilastri sono:

1. *Emozione* – come dare “cuore” alla storia. Per fare in modo che un utente si connetta emotivamente con la storia, questa deve essere semplice, deve creare e soddisfare i desideri interiori del pubblico, essere memorabile o diversa dalle altre, deve avere uno stile conversazionali e il suo linguaggio non deve essere complicato.
2. *Trama* – quale “tipo” di storia raccontare. Vengono richiamate le sette trame individuate da Christopher Booker<sup>108</sup> – Sconfiggere il Mostro, la Dalle stalle alle stelle, la Ricerca, il Viaggio e ritorno, la Commedia, la Tragedia e la Rinascita – e tra queste va individuato il modello che meglio racconta il messaggio che si vuole veicolare.
3. *Struttura* – come organizzare la narrazione. L’obiettivo è quello di trovare una struttura che mantenga alta l’attenzione dell’utente e renda la narrazione fluida.

<sup>106</sup> Demetrescu e Ferdani 2021

<sup>107</sup> Ffion 2015

<sup>108</sup> Booker 2004 (sulla base delle più diffuse teorie narratologiche e mitografiche).

Vengono quindi presentate otto strutture narrative collaudate tra cui scegliere in base alle proprie esigenze – viaggio dell'eroe, montagna, storie incatenate, in media res, idee convergenti, falsa partenza e petalo.

4. *Voce* – lo stile narrativo. Vengono riproposti i 12 archetipi di Neil<sup>109</sup> – innocente, orfano, eroe, angelo custode, amante, esploratore, distruttore, creatore, sovrano, mago, saggio e folle – e illustrato come questi possano guidare la voce comunicativa della storia.
5. *Eroe* – il protagonista della storia. Si spiega come coinvolgere l'utente, come farlo sentire centrale, mostrargli come il percorso narrativo lo porta a trasformazione.
6. *Antagonista* – il “nemico” narrativo. Perché si crei conflitto c'è bisogno di un antagonista credibile, di qualcosa che crei tensione e motivazione.
7. *Conflitto* – la tensione narrativa. Il conflitto viene inteso come il motore che genera il cambiamento. Vengono illustrati modi per aggiungere dramma e peso alla storia.

Più inerente all'utilizzo dello storytelling in ambito digitale è il *Sarajevo Charter*, che nasce nel 2017 come insieme di linee guida internazionali per lo *Storytelling* Digitale Interattivo (IDS) del patrimonio culturale, su ispirazione del *London Charter*. Le raccomandazioni riportate nel documento derivano da un gruppo interdisciplinare che fornisce il proprio contributo alla creazione di una nuova metodologia di narrazione digitale<sup>110</sup>:

- *Psicologia* – allo scopo di ridurre il carico cognitivo e aumentare l'efficacia educativa, è necessario applicare la *cognitive load theory*<sup>111</sup>, adottare una multimedialità degli strumenti, la segmentazione e la segnalazione delle informazioni chiave.
- *Comunicazione* – andrebbe introdotta la ridondanza qualitativa come elemento narrativo, oltre che sviluppare una narrazione “a clessidra”, segmentata, per aumentare l'attrattività e tenere alto l'interesse dell'utente.
- *Design* – viene sottolineata l'importanza della qualità della *User Experience* (UX). La narrazione deve essere arricchita con un elemento che creino calore e ammorbidiscano la comunicazione. Uno stile visivo coerente migliora la soddisfazione dell'utente.
- *Scrittura narrativa* – per ottenere un'esperienza emotiva è necessario fornire all'utente degli strumenti multimediali da cui fruire di struttura narrativa non lineare.
- *Cinema* – l'utente dovrebbe fruire di storie brevi, dinamiche e informative – meglio se raccontate da attori in grado di emozionare – come nel linguaggio del cinema.
- *Informatica* – è necessario misurare quanto una narrazione sia immersiva e il suo grado di *edutainment*<sup>112</sup>. Inoltre, le forme di IDS devono essere poter essere fruite su tutte le piattaforme (ad esempio desktop, smartphone, visori VR).
- *HCI*<sup>113</sup> – per lo sviluppo di un IDS efficace bisogna basarsi sulle 10 euristiche di Nielsen<sup>114</sup>. Inoltre è necessario fornire all'utente strumenti di orientamento nell'ambiente virtuale così da fargli mantenere il senso del controllo sulle sue azioni.

---

<sup>109</sup> Neil 2018. Si veda <https://conorneill.com/2018/04/21/understanding-personality-the-12-jungian-archetypes/>.

<sup>110</sup> Rizvic et al. 2017

<sup>111</sup> La teoria del carico cognitivo aiuta a evitare di sovraccaricare la mente con più contenuti di quanto questa possa effettivamente elaborare; utile per l'archiviazione nella memoria a lungo termine. Si veda <https://www.mcw.edu/-/media/MCW/Education/Academic-Affairs/OEI/Faculty-Quick-Guides/Cognitive-Load-Theory.pdf>.

<sup>112</sup> Forma di intrattenimento progettata per divertire e, allo stesso tempo, educare. Si veda <https://onlinedegrees.sandiego.edu/edutainment/>.

<sup>113</sup> Lo studio multidisciplinare dell'HCI è incentrato sulla progettazione informatica e, in particolare, sull'interazione tra gli utenti e i computer. Negli ultimi tempi l'HCI si è estesa fino a coprire quasi tutte le forme di progettazione delle ICT. Si veda <https://www.interaction-design.org/literature/topics/human-computer-interaction>.

<sup>114</sup> Nielsen 1994. Si veda <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>.

Infine, Elisa Bonacini, nel suo manuale di Digital Storytelling del 2021<sup>115</sup>, identifica le sette “W” utili a costruire una narrazione digitale efficace. Nello specifico, queste sono:

1. *Who* – gli storyteller. Un buon *storyteller* è un mediatore culturale, capace di rendere accessibile un contenuto difficile a un pubblico ampio e diversificato per grado di istruzione, estrazione sociale ed economica.
2. *Whom* – i destinatari. Il pubblico dello *storytelling* culturale può essere chiunque. È fondamentale sapere a chi ci si vuole rivolgere e calibrare il linguaggio di conseguenza.
3. *Why* – le motivazioni. Ogni progetto di *storytelling* si pone degli obiettivi specifici mirati a un definito pubblico e a specifiche motivazioni che possono essere comunitarie, referenziali, empatiche, mnestiche, identitarie, valoriali, “trampolini” e connettive.
4. *What* – i contenuti. L’oggetto dello *storytelling* è la cultura. Siamo circondati di cultura, di contenuti e di storie. È quindi necessaria la capacità di strutturarli adeguatamente.
5. *Whereby* – le modalità. Le nozioni devono arrivare “gentilmente” attraverso una storia, un racconto, e per riuscirci devono suscitare l’interesse dell’utente.
6. *Where* – i luoghi dello *storytelling* culturali, ovvero i contenitori. Con le nuove tecnologie i “luoghi” dove poter fare *storytelling* sono le piattaforme web, i canali social, gli spazi immersivi all’interno dei musei, ecc.
7. *When* – il tempo dello *storytelling* culturale. Andando oltre le diverse temporalità del racconto della narrativa tradizionale, viene proposto il “tempo della spiegazione” che permette di contestualizzare storicamente il racconto.

#### • Dati

Nel 2016 vengono pubblicati i principi *FAIR*, ovvero delle linee guida utili a una gestione più sostenibile dei dati scientifici e degli oggetti digitali correlati, al fine di garantirne la scoperta, l’integrazione e il riuso nel tempo<sup>116</sup>: questi principi servono come guida per chi produce, gestisce e conserva dati digitali, senza imporre tecnologie. Questi principi vanno di conseguenza applicati non solo ai dati “tradizionali”, ma anche ad algoritmi, workflow e altri oggetti della ricerca digitale. Viene inoltre riconosciuto come non sempre sia possibile applicare pienamente questi principi alla totalità dei dati. I quattro pilastri per i (meta)dati consistono in:

1. *Findable* – devono avere un identificatore persistente univoco (es. DOI), devono avere molti attributi descrittivi, includere l’identificatore del dato cui si riferiscono e devono essere registrati o indicizzati in risorse ricercabili.
2. *Accessible* – devono essere recuperabili tramite protocolli standard preferibilmente aperti e, quando necessario, il protocollo dovrebbe supportare autenticazione/autorizzazione. Infine, anche se il dato non fosse più accessibile, i metadati devono rimanere reperibili.
3. *Interoperable* – devono essere espressi con linguaggi formali, condivisi e ben documentati, devono usare vocabolari controllati che (idealmente) rispettino anch’essi i principi *FAIR* e devono includere riferimenti qualificati ad altri (meta)dati.
4. *Reusable* – devono essere descritti con attributi adeguati e accurati, devono essere accompagnati da licenze chiare e accessibili, avere informazioni riguardanti la *provenance* e aderire a standard riconosciuti nella comunità disciplinare.

---

<sup>115</sup> Bonacini 2021, pp. 151-168

<sup>116</sup> Wilkinson et al. 2016

Il *Vancouver Statement on Collections-as-Data*, redatto nel 2017 ma aggiornato nel 2023, afferma che le collezioni digitalizzate (o nate digitali) dovrebbero essere considerate come veri e propri dati – ovvero oggetti utilizzabili computazionalmente – e non solo come riproduzioni o surrogati degli oggetti fisici. Fornisce una serie di principi per guidare la trasformazione di collezioni museali cercando di bilanciare il concetto di “open” con quello di “tutela” evidenziando come, con l’avvento dell’AI, custodire le collezioni garantendo un uso etico e informato dei dati digitali diventi sempre più cruciale<sup>117</sup>. I principi in questione sono:

1. *Uso computazionale responsabile*: sviluppare le collezioni come dati serve a favorire un impiego responsabile delle raccolte digitalizzate o nate digitali, ampliando le possibilità di accesso e ricerca.
2. *Equità e inclusione*: gli istituti devono impegnarsi a contrastare le disuguaglianze legate ad acquisizione, descrizione, accesso e uso delle collezioni, documentando silenzi e *bias* presenti, e talvolta ponendo limiti all’accesso per proteggere le comunità coinvolte.
3. *Accesso ampio e trasparente*: le collezioni devono essere rese disponibili entro i limiti legali ed etici, con termini d’uso chiari, compatibilità con strumenti di accessibilità, traduzioni/opzioni di traduzione automatica e licenze standard (es. *Creative Commons*<sup>118</sup>).
4. *Design partecipativo*: il coinvolgimento diretto degli utenti e delle comunità è fondamentale per ridurre barriere e favorire interoperabilità.
5. *Documentazione condivisa*: le decisioni prese nello sviluppo e nella gestione delle collezioni come dati devono essere spiegate e rese pubbliche (piani strategici, schemi di metadati, workflow, ecc.), anche se incomplete, per garantire trasparenza e riuso.
6. *Interoperabilità sociale e tecnica*: oltre a standard e infrastrutture comuni, è essenziale favorire la cooperazione tra persone e organizzazioni.
7. *Trasparenza e integrità*: garantire l’accesso a lungo termine, quindi documentare l’integrità tecnica e la provenienza, metadati aperti e impegno alla conservazione.
8. *Sostenibilità organizzativa*: lo sviluppo delle collezioni come dati richiede investimenti continui in personale, flussi di lavoro e infrastrutture, integrando quando necessario.
9. *Impatto ambientale*: la digitalizzazione e gestione dei dati ha costi climatici; occorre progettare processi che riducano il consumo energetico e l’impatto ambientale dei data center e delle tecnologie usate.
10. *Condizioni di lavoro*: riconoscere ed evitare forme di lavoro sfruttato nella creazione di collezioni digitali, documentando i contributi con sistemi come CRediT<sup>119</sup>.
11. *Uso da parte dell’intelligenza artificiale*: progettare l’accesso considerando i rischi di utilizzo nei dataset per IA, evitando perdita di contesto, appropriazione indebita e salvaguardando proprietà intellettuale e sovranità dei dati.

---

<sup>117</sup> Padilla et al. 2023

<sup>118</sup> Si veda <https://creativecommons.org/share-your-work/licenses/>.

<sup>119</sup> Si veda <https://credit.niso.org/>.

### 1.3. Gli obiettivi della ricerca

La ricerca si concentra su quattro obiettivi principali, concepiti per valorizzare e comunicare al meglio il patrimonio culturale “dimenticato” conservato in contesti museali periferici, spesso caratterizzati da risorse limitate e da una bassa intensità di visite (Fig. 6):

- In primo luogo, lo studio mira a individuare strategie comunicative efficaci che, attraverso l’impiego delle ICT, possano rendere più accessibili e coinvolgenti le narrazioni legate alle collezioni, superando vincoli geografici e limiti di attrattività.
- Parallelamente, lo studio intende mettere a frutto la collaborazione tra istituzioni museali ed enti di ricerca – un modello sinergico che permette di sperimentare soluzioni sostenibili, economicamente contenute e scientificamente fondate, capaci di essere adattate e replicate in diversi contesti – e analizzarne l’effettiva efficacia.
- Un ulteriore obiettivo riguarda la valutazione dell’efficacia delle ICT adottate, attraverso la definizione di metriche e indicatori in grado di misurare l’impatto delle soluzioni digitali sul coinvolgimento, sull’apprendimento e sulla fidelizzazione dei visitatori.
- Infine, la ricerca si propone il fine ultimo di incrementare le potenzialità comunicative delle collezioni, migliorando la loro capacità di generare conoscenza, stimolare curiosità e favorire un rapporto più profondo e duraturo con i pubblici, sia locali sia remoti.



Fig. 6. Schema riassuntivo degli obiettivi della ricerca.

## 2. Casi studio

Nell'ambito delle attività di ricerca del FrameLAB – Multimedia & Digital Storytelling, laboratorio del Dipartimento di Beni Culturali – Campus di Ravenna, Università di Bologna, vi è stata la possibilità di entrare in contatto con diverse istituzioni museali del contesto emiliano-romagnolo – provincia di Bologna e Ravenna – con l'obiettivo di sviluppare percorsi digitali ad hoc utili a potenziare la comunicazione e la valorizzazione del loro patrimonio culturale (Fig. 7). Le istituzioni prese in esame sono quattro realtà medio-piccole con meno di 40.000 visitatori annui<sup>120</sup>, solitamente escluse dagli itinerari turistici più gettonati, che possono essere collocate all'interno di alcune delle categorie precedentemente individuate<sup>121</sup>:

- MUSEI DELLE SCIENZE: Collezione di Antropologia – Sistema Museale di Ateneo
- EDIFICI STORICI: Museo Nazionale dell'Età Neoclassica in Romagna – Palazzo Milzetti
- ARCHITETTURE FORTIFICATE: Museo del paesaggio dell'Appennino faentino – Rocca di Riolo
- MUSEI DI STORIA E ARCHEOLOGIA: Museo Archeologico Nazionale di Ravenna

La ricerca prende in esame un ulteriore caso studio, per un totale di cinque, esaminato durante il periodo di ricerca all'estero in Albania. L'oggetto della ricerca è collocato all'interno di un parco archeologico con più di 200.000 visitatori l'anno (Fig. 7). Nonostante l'intensità di visita maggiore rispetto ai casi studio italiani, questo ne condivide la posizione di marginalità che ne preclude la fruizione. La sua inclusione nel progetto di ricerca consente di ampliare la dimensione comparativa di quest'ultima, oltre che di verificare la trasferibilità e l'efficacia delle strategie comunicative basate sulle ICT in contesti differenti: da musei periferici a bassa intensità di visita, a siti ad alta frequentazione ma con elementi interni di patrimonio "dimenticato" e non valorizzato.

- AREE DI INTERESSE STORICO/ARCHEOLOGICO: Parco Nazionale di Butrinto

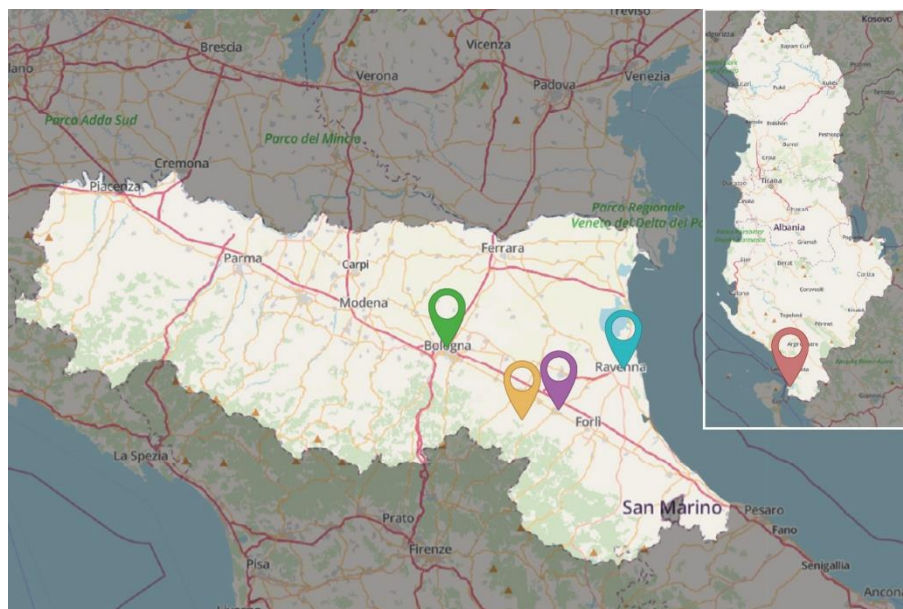


Fig. 7. Mappa riportante le realtà prese in esame: in verde il Museo delle scienze, in viola l'Edificio storico, in giallo l'Architettura fortificata, in azzurro il Museo di storia e archeologia e infine in rosso l'Area di interesse storico/archeologico.

<sup>120</sup> Fatta eccezione per i flussi determinati da eventuali mostre temporanee.

<sup>121</sup> Si veda sezione 1.1.1. *I musei e gli istituti similari*.

## 2.1. Musei delle scienze. La Collezione di Antropologia – SMA

### 2.1.1. La storia, gli allestimenti, i visitatori

- La storia

I primi reperti appartenenti a quello che allora non poteva essere ancora definito museo, vengono acquistati nel 1908 dal professor Fabio Frassetto, al quale è appena stata affidata la cattedra di Antropologia all'Università di Bologna<sup>122</sup>. Lo studioso si occupa di recuperare resti scheletrici preistorici e protostorici provenienti da varie località italiane, andando così a costituire negli spazi di Palazzo Poggi (Bologna) il primo nucleo del museo, allora chiamato Museo Didattico<sup>123</sup>. Nel 1933 la collezione viene trasferita, assieme all'Istituto di Antropologia, all'Istituto di Zoologia, Anatomia comparata e Istologia di via Selmi, in spazi costruiti sul modello dei grandi musei di storia naturale inglese<sup>124</sup>. L'anno successivo, il 22 aprile 1934, viene inaugurato il Museo di Antropologia, la cui collezione, però, è fruibile solo dal personale interno<sup>125</sup>. Il professor Frassetto ne rimane il curatore fino al 1947, allestendo in prima persona le ricche collezioni scheletriche. Nel 1991 con il nuovo direttore, il professor Fiorenzo Facchini, viene inaugurato il nuovo Museo di Antropologia, con un nuovo allestimento e aperto al pubblico per la prima volta dalla sua fondazione<sup>126</sup>. Da quel momento sono realizzate un'Aula Didattica, dedicata ai docenti che organizzino visite guidate e laboratori per le scuole, e una sala per le videoproiezioni, utilizzata anche per le lezioni universitarie. Al momento la Collezione di Antropologia è fruita, oltre che dai visitatori, anche per l'approfondimento degli studi universitari<sup>127</sup>.

- Gli allestimenti

Nel Museo di Antropologia, oggi Collezione di Antropologia nell'ambito dello SMA Sistema Museale di Ateneo, i reperti sono organizzati per aree tematiche dei diversi ambiti di indagine dell'antropologia fisica (Fig. 8). L'attuale percorso di visita prevede quindi quattro sezioni:

- *Paleoantropologia e Preistoria* – la prima sezione è dedicata ai primati e all'evoluzione umana, con reperti che documentano le principali fasi evolutive dall'*Australopithecus* (è presente in museo una riproduzione dello scheletro di Lucy) all'*Homo sapiens*. I reperti sono inoltre contestualizzati nel proprio ambiente di riferimento, accostandosi a ricostruzioni e manufatti che permettono di comprendere al meglio la collezione nei suoi aspetti biologici e culturali<sup>128</sup>.
- *Biologia dello scheletro e Bioarcheologia* – la seconda sezione raccoglie reperti scheletrici umani provenienti da collezioni note (di cui si conoscono sesso ed età) e da contesti archeologici. Questi ultimi permettono di mettere in luce il rapporto tra uomo e malattie del passato, esponendo casi di lebbra, peste e altre patologie. Entrambe le collezioni ossee, offrendo una grande varietà di confronti, sono utili allo studio dei resti umani provenienti da scavi archeologici<sup>129</sup>.

---

<sup>122</sup> SMA Sistema Museale di Ateneo 2016, p. 67

<sup>123</sup> Belcastro et al. 2006, pp. 172

<sup>124</sup> Nunes 2019, p. 279

<sup>125</sup> Facchini et al. 1999

<sup>126</sup> SMA Sistema Museale di Ateneo 2016, p. 67

<sup>127</sup> Belcastro et al. 2006, p. 172

<sup>128</sup> SMA Sistema Museale di Ateneo 2016, pp. 67-68

<sup>129</sup> Nunes 2019, p. 285

- *Strumenti antropometrici di interesse storico* – la terza sezione comprende una ricca raccolta di strumenti scientifici in gran parte acquisiti dal Museo tra il 1910 e il 1950 da famose ditte europee, e in minima parte progettati dal professor Frassetto e dai suoi collaboratori, i quali affidavano poi la realizzazione a ditte locali. Utilizzabili in antropometria, istologia, psicologia sperimentale e fisiologia, i numerosi strumenti hanno caratterizzato gli studi antropologici del secolo scorso<sup>130</sup>.
- *Uomo e ambiente* – la quarta e ultima sezione espone calchi facciali, busti e tavole realizzati per accompagnare le ricerche morfometriche sulla diversità umana nei primi decenni del secolo scorso<sup>131</sup>. Le ricostruzioni plastiche erano difatti particolarmente diffuse nelle scuole di antropologia europee poiché, in conseguenza del colonialismo, si era infatti diffusa la volontà di studiare popoli provenienti da terre lontane<sup>132</sup>. All'interno della sezione è inoltre presente una Yurta, tipica abitazione di popoli seminomadi delle alte steppe asiatiche.



Fig. 8. Prima sala della Collezione di Antropologia (SMA).

#### • I visitatori

Il Sistema Museale di Ateneo, nel suo Bilancio Sociale annuale<sup>133</sup> ha pubblicato i dati relativi alle visite effettuate alla Collezione di Antropologia durante l'anno 2024. Al 31 dicembre del 2024 i visitatori totali del museo sono stati 2.774, con un decremento sempre maggiore rispetto agli anni precedenti quando i visitatori erano prima 5.682<sup>134</sup> e poi 3.410<sup>135</sup>.

Nel Grafico 1 una panoramica del numero visitatori diviso per anni. L'ingresso alle collezioni è gratuito di conseguenza non è stato possibile effettuare una differenziazione tra i visitatori paganti e quelli non paganti.

<sup>130</sup> Calanchi 2008, p. 241

<sup>131</sup> SMA Sistema Museale di Ateneo 2016, pp. 69

<sup>132</sup> Nunes 2019, p. 286

<sup>133</sup> SMA Sistema Museale di Ateneo 2025, p. 41

<sup>134</sup> SMA Sistema Museale di Ateneo 2023, p. 20

<sup>135</sup> SMA Sistema Museale di Ateneo, 2024, p. 21

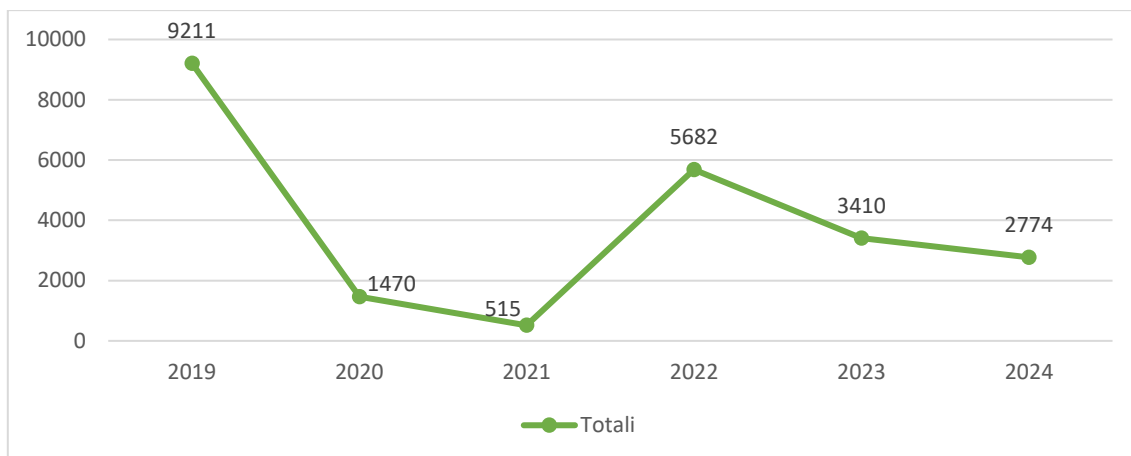


Grafico 1. Numero di visitatori totali per anno<sup>136</sup>.

## 2.1.2. Lo studio preliminare

### 2.1.2.1. Le necessità e la scelta delle tecnologie

La Collezione di Antropologia presenta alcune problematiche legate agli spazi espositivi e al personale. L'inadeguatezza degli spazi, unitamente alla complessità insita nella comunicazione di oggetti appartenenti al campo antropologico, non permette infatti un corretto posizionamento degli espositori, causando un'errata comprensione della collezione (Fig. 9).

Contemporaneamente il museo, non ospitando più collaborazioni da 150 ore e volontari del Servizio Civile Universale, si trova sprovvisto delle figure necessarie a occuparsi della gestione dei laboratori, oltre che degli strumenti multimediali/digitali già presenti nel percorso. Gli obiettivi della Collezione di Antropologia erano quindi quelli di dotarsi di uno strumento che permettesse la fruizione del proprio percorso museale in maniera del tutto virtuale, fornendo al visitatore degli spazi espositivi sicuri e progettati ad hoc per meglio conservare, esporre e comunicare i materiali attualmente conservati in museo.

Da queste necessità nasce l'idea di creare un museo virtuale della Collezione di Antropologia completamente ripensato negli spazi e nelle disposizioni. In questo caso, il VM diventa uno strumento essenziale per la salvaguardia e la valorizzazione del patrimonio conservato al terzo piano di via Selmi, oltre che per l'attrazione e il coinvolgimento dei possibili visitatori anche a distanza. Per fare questo, il museo virtuale può essere reso fruibile attraverso l'integrazione in un sito web dedicato accessibile da qualsiasi dispositivo permettendone un'esplorazione interattiva e multimediale delle collezioni. Nello specifico di questo caso studio, esiste già una pagina web dedicata alla Collezione di Antropologia sul sito dello SMA Sistema Museale d'Ateneo<sup>137</sup>.

<sup>136</sup> SMA Sistema Museale di Ateneo 2020, p. 11; SMA Sistema Museale di Ateneo 2022, p. 21; SMA Sistema Museale di Ateneo 2023, p. 20; SMA Sistema Museale di Ateneo 2024, p. 21; SMA Sistema Museale di Ateneo 2025, p. 41

<sup>137</sup> Si veda il sito <https://sma.unibo.it/it/il-sistema-museale/collezione-di-antropologia>.



Fig. 9. Elementi della collezione legati all'evoluzione esposti in maniera scorretta.

### 2.1.2.2. Gli oggetti

Come primo step di questa ricostruzione digitale, è stata condotta una ricerca puntuale e mirata, atta a individuare alcuni elementi significativi e rappresentativi delle varie collezioni. Requisito fondamentale per ogni reperto era quello di possedere geometrie e materiali idonei all'acquisizione tramite scansione a proiezione di luce strutturata<sup>138</sup> (tecnologia in possesso della Collezione di Antropologia). In un primo momento sono stati individuate le tipologie di oggetti e reperti per ogni collezione:

- *Paleoantropologia e Preistoria* – riproduzioni di differenti specie facenti parte dell'evoluzione umana.
- *Biologia dello scheletro e Bioarcheologia* – specifici elementi costitutivi dello scheletro rappresentativi dei diversi indicatori tipici dell'analisi e studio dei resti osteologici (sesso, età, patologie).
- *Collezioni di interesse storico*<sup>139</sup> – strumenti utili all'analisi dei caratteri antropometrici e fisiologici degli individui e calchi in gesso rappresentativi di diversi gruppi umani.

In un secondo momento, invece, dalle Collezioni di interesse storico sono stati selezionati i primi 7 oggetti da inserire nell'esposizione virtuale: quattro calchi e tre strumenti.

### 2.1.3. La metodologia digitale

La metodologia identificata segue l'approccio già sviluppato per la digitalizzazione della mostra temporanea "L'Altro Rinascimento" del Museo di Palazzo Poggi<sup>140</sup>, all'interno del *Work Package 3 - Technological Context* dello *Spoke 4* del progetto PNRR "CHANGES - Cultural Heritage Innovation for Next-Gen Sustainable Society"<sup>141</sup>. In particolare, in linea con i principi *FAIR* della scienza aperta e con le linee guida della London Charter e dei Sevilla Principles, questa metodologia è stata concepita e sviluppata per garantire trasparenza, tracciabilità delle scelte interpretative e riproducibilità in altri contesti museali<sup>142</sup>.

<sup>138</sup> Artec 3D 2024, p. 51

<sup>139</sup> Le collezioni "Strumenti antropometrici di interesse storico" e "Uomo e ambiente" sono state accorpate per comodità e semplificazione.

<sup>140</sup> Si veda <https://site.unibo.it/aldrovandi500/it/mostra-altro-rinascimento-ulisse-aldrovandi>.

<sup>141</sup> Si veda <https://www.fondazionechanges.org/chi-siamo>.

<sup>142</sup> Denard 2012; Wilkinson et al. 2016; ICOMOS 2017; Balzani et al. 2024

Il flusso di lavoro segue fasi ben definite dall'acquisizione fino alla presentazione della rappresentazione digitale dell'oggetto del patrimonio culturale<sup>143</sup>. Per ogni asset, dai file di acquisizione (RAW) si ottengono tre diversi output corrispondenti alle varie fasi di elaborazione del modello, rendendo il processo reversibile e tracciabile e rispondendo a diverse esigenze di ricerca e/o valorizzazione: una *mesh* preliminare lacunosa ottenuta dopo l'elaborazione alla massima risoluzione 3D (*Processed Raw Model* – RAWp), un modello 3D intermedio chiuso e texturizzato (*Digital Cultural Heritage Object* – DCHO), e un modello 3D finale ottimizzato e utile al caricamento su piattaforme web (*Optimized Cultural Heritage Object* – DCHOO).

#### 2.1.3.1. Le acquisizioni 3D

Gli elementi sono stati acquisiti con scanner a proiezione di luce strutturata (SLS) dell'azienda Artec: in particolare, date le dimensioni e il grado di dettaglio necessario all'ottenimento di modelli coerenti e precisi, è stato utilizzato lo scanner Artec Space Spider, strumento adatto all'acquisizione di oggetti di piccole e medie dimensioni con una risoluzione 3D fino a 0,1 cm<sup>144</sup>. Le scansioni sono state effettuate a mediamente 4 fps<sup>145</sup> e la sensibilità dello strumento è stata leggermente aumentata in modo da ovviare al problema della riflettività di alcuni modelli. Ogni scansione ottenuta (RAW) è stata poi elaborata utilizzando il software proprietario Artec Studio Professional 18 e seguendo la procedura standard di creazione di un modello 3D (*editing*, allineamento, *global registration*, *outier removal*, fusione e chiusura dei fori → RAWp)<sup>146</sup>. Come ultimo passo, sono state applicate le texture con la massima risoluzione disponibile di 16384x16384 px. I modelli sono stati poi esportati in formato .OBJ (DCHO).

#### 2.1.3.2. I modelli 3D

Nei casi in cui l'applicazione della texture alle aree ricostruite (lacune) non risultava soddisfacente, la correzione è stata effettuata esternamente al software di scansione, utilizzando lo strumento *Texture Paint* del software di modellazione open source Blender v4.4. Il DCHO è stato poi sottoposto a un processo di *re-meshing* automatico con il software Instant Meshes per ottenere una topologia *quad-dominant*: questo processo permette di ottenere una maglia dei poligoni uniforme riducendone notevolmente la densità<sup>147</sup>. A causa del *re-meshing* è stato necessario generare una nuova mappa UV, poiché la precedente non era più compatibile con la nuova topologia del modello e non condivideva le stesse coordinate UV dei vertici modificati. La nuova mappa UV è stata creata manualmente seguendo le linee guida dettate in Barzaghi et al. 2025<sup>148</sup>. Dopo la creazione del set UV è stata eseguita la costruzione delle texture in Blender, eseguendo un *bake* dal DCHO sul DCHOO<sup>149</sup> (Fig. 10). Una volta ottenute le texture complete, si è proceduto nel creare le mappe PBR (*Physically Based Rendering*) con l'obiettivo di ottenere una simulazione realistica dell'interazione della luce con la superficie degli oggetti<sup>150</sup>.

---

<sup>143</sup> Barzaghi et al. 2025

<sup>144</sup> Artec 3D 2023b, p. 4

<sup>145</sup> *Frame*, o fotogrammi, per secondo.

<sup>146</sup> Barzaghi et al. 2025

<sup>147</sup> Jakob et al. 2015

<sup>148</sup> Barzaghi et al. 2025

<sup>149</sup> Apollonio et al. 2021

<sup>150</sup> Farella et al. 2022

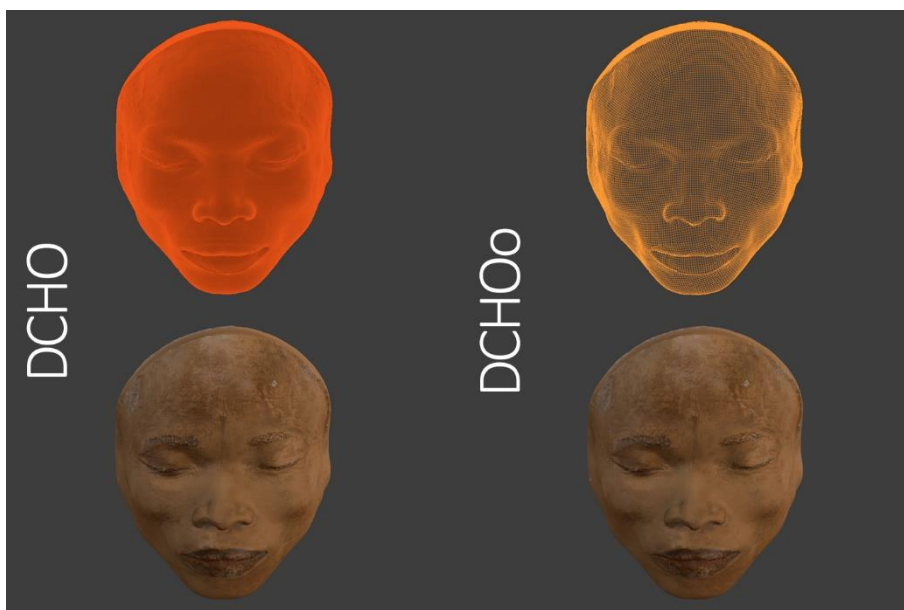


Fig. 10. Differenze tra il DCHO e il DCHOO del calco di Boscimano.

I primi passi della creazione del Museo Virtuale delle Collezioni di Antropologia sono stati presentati in forma di poster alla conferenza “Digital Heritage 2025”<sup>151</sup>.

#### 2.1.3.3. Gli spazi espositivi virtuali

- La creazione dello scenario

Prima di procedere con la modellazione degli spazi si è ragionato su come si volesse rappresentare il nuovo museo virtuale e quale stile gli si potesse attribuire. A seguito di un interessante confronto e scambio di idee con le ricercatrici del Museo, è stata sviluppata un’idea di massima su come strutturare la visita.

Il museo virtuale si articola in tre stanze, ognuna delle quali rappresenta una tappa nel tempo e nella conoscenza antropologica. La prima stanza, ambientata nei primi decenni del Novecento, accoglie la collezione di interesse storico all’interno dello studio idealmente appartenuto a Lidio Cipriani. Attraverso una porta che introduce alla contemporaneità, si accede alla seconda stanza, un laboratorio moderno in cui trovano posto le collezioni osteologiche di confronto. Infine, una soglia “futuristica” conduce alla terza stanza, uno spazio astratto dedicato all’evoluzione umana, dove un grande albero della vita sospeso nello spazio racconta, in forma simbolica, il lungo cammino della specie dalle sue origini fino a ciò che deve ancora venire. Vista la volontà di testare dapprima solo una parte dell’esperienza, di seguito si presenterà la realizzazione della prima “sala” del nuovo museo virtuale della Collezione di Antropologia.

All’interno del software Blender v.4.4 sono stati ad ora modellati due ambienti: un corridoio con funzione di anticamera e punto di partenza della visita, e una stanza all’interno delle quali esporre alcuni pezzi digitalizzati delle Collezioni di interesse storico.

<sup>151</sup> Collina et al. 2025b

Gran parte degli *asset* sono stati scaricati da Sketchfab, un *repository web* di modelli 3D utile alla condivisione e collezione dei materiali tridimensionali<sup>152</sup>, mentre il resto è stato modellato a mano. Una volta terminata l'ambientazione – e quindi gli arredi e l'illuminazione – sono stati inseriti nel modello gli elementi della collezione precedentemente scansionati e ottimizzati per la fruizione online (Fig. 11 e Fig. 12). Nello specifico della Stanza 1, sul muro di fondo sono inoltre state inserite fotografie storiche in cui vengono ritratti Fabio Frassetto e Lidio Cipriani, quest'ultimo, nello specifico, nell'atto di realizzare un calco facciale.



Fig. 11. Dettaglio della Stanza 1 con alcuni modelli 3D di calchi appartenenti alle Collezioni di interesse storico.



Fig. 12. Dettaglio della Stanza 1 con alcuni modelli 3D di strumenti utili all'analisi dei caratteri antropometrici e fisiologici degli individui.

<sup>152</sup> Jacobs 2022. Si veda <https://sketchfab.com/>. Si specifica che sono stati scaricati e utilizzati solo modelli 3D aventi licenza CC BY 4.0.

Infine, per migliorare ulteriormente le prestazioni del modello, le texture sono state ottimizzate in formato 4K e, assieme alle luci, sono state sottoposte a *baking*, generando un numero ridotto di mappe degli oggetti presenti nella scena. Dopo aver inserito l'animazione della porta di ingresso, il modello generale della stanza è stato esportato in formato .glTF<sup>153</sup>.

- Le interazioni

Una volta esportato, il modello è stato importato sul software 3DVista Virtual Tour Pro<sup>154</sup> come modello 3D da navigare in prima persona. Qui sono stati impostati parametri come il punto iniziale e i limiti della camera, la velocità di rotazione della vista e di movimento, il rilevamento degli ostacoli e lo start dell'animazione. In un secondo momento sono state aggiunte delle schede informative raggiungibili da hotspot. La loro progettazione è stata sviluppata tenendo conto dei principi del Sarajevo Charter<sup>155</sup>, con particolare attenzione alla contestualizzazione dei contenuti e al rispetto della complessità storica. Le schede sono state realizzate su Adobe Illustrator, adottando una palette cromatica ispirata alla carta da parati e font sans-serif evocativi degli anni 30. Nello specifico, sono stati scelti i font Ace per i titoli e Louis George Café per i testi<sup>156</sup>, insieme a una palette di tre colori:

- Verde scuro – RGB (24,53,28) / CMYK (18351c)
- Verde oliva – RGB (138,131,62) / CMYK (8a833e)
- Panna – RGB (224,218,206) / CMYK (e0dace)

Ogni scheda riporta il nome dell'oggetto, le informazioni principali, fotografie o immagini storiche, un breve testo e il modello tridimensionale interattivo pubblicato su Sketchfab (Fig. 13).

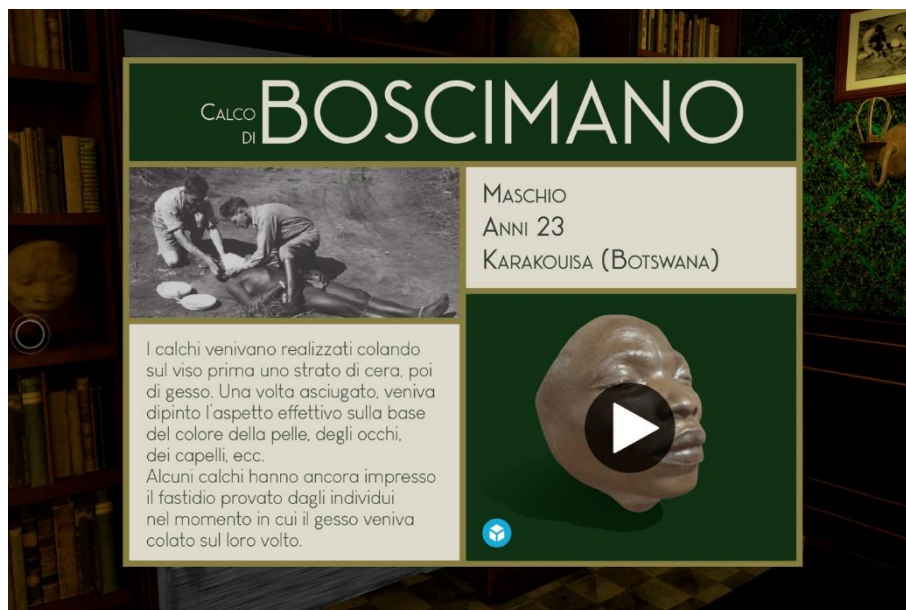


Fig. 13. Esempio di scheda informativa.

<sup>153</sup> Robinet et al. 2018. Formato particolarmente vantaggioso per la condivisione e la navigazione interattiva di oggetti 3D all'interno di applicazioni Web3D.

<sup>154</sup> Software per la creazione di tour virtuali interattivi a 360°; adatto anche ai non esperti per la sua facilità di utilizzo. Si veda <https://www.3dvista.com/it/prodotti/virtual-tour-pro/>.

<sup>155</sup> Rizvic et al. 2017

<sup>156</sup> I font sono stati scaricati dalla libreria online DaFont. Si veda <https://www.dafont.com/it/>.

## 2.2. *Edifici storici. Il Museo Nazionale dell'Età Neoclassica in Romagna in Faenza – Palazzo Milzetti*

### 2.2.1. *La storia, gli allestimenti, i visitatori*

- La storia

A seguito del violento terremoto che colpisce Faenza nel 1781, nel 1792 il conte Nicola Milzetti – proprietario – affida alle cure dell'architetto Giuseppe Pistocchi la ristrutturazione del palazzo sito a Faenza (Ravenna). Questo si occupa di rinforzare la facciata esterna del palazzo e, presumibilmente, anche il doppio loggiato del cortile interno<sup>157</sup>. Alla morte del conte nel 1797, il figlio Francesco Milzetti diventa l'unico proprietario del palazzo dopo averlo rilevato dai fratelli. L'anno successivo (1800) cominciano i lavori di rinnovamento del palazzo affidati all'architetto Giovanni Antonio Antolini, il quale gode dei favori di casa Laderchi, un'importante famiglia faentina filofrancesa e massona<sup>158</sup>.

Da Milano, Antolini progetta lo scalone e il salone ottagonale al piano nobile, predisponendo gli spazi per le decorazioni affidate a Felice Giani – cui si rivolge il conte Milzetti tra il 1802 e il 1805 – anche in vista delle imminenti nozze. L'artista lavora quindi a palazzo con la sua équipe di decoratori, scultori e plasticatori con il compito organizzare il complesso apparato figurativo delle varie stanze<sup>159</sup>. A seguito dei dissesti finanziari del conte Milzetti iniziati nel 1805, nel 1808 il palazzo viene venduto. Dopo una serie di passaggi di proprietà lo Stato Italiano ne entra in possesso nel 1973, col progetto di destinarlo alla funzione di museo. Nel 1979 vi si tiene la mostra Età Neoclassica a Faenza nell'ambito della X Biennale d'Arte Antica per cui viene eseguita una manutenzione generale del palazzo<sup>160</sup>. Prima di diventare museo è palazzo demaniale e al suo interno vengono organizzate mostre di libri, disegni e oggetti man mano che le varie stanze sono restaurate. Nel 2001 diventa poi ufficialmente il Museo Nazionale dell'Età Neoclassica in Romagna<sup>161</sup>.

- Gli allestimenti

Gli spazi di Palazzo Milzetti sono divisi tra il piano terra, dove si trovava l'appartamento da scapolo di Francesco, e il piano nobile, vale a dire l'appartamento di rappresentanza del conte<sup>162</sup>:

- Piano terra – Una volta entrati, il museo si snoda nella arte destra del palazzo e presenta in successione una serie di ambienti privati che andavano a comporre l'appartamento che Francesco Milzetti frequentava prima di sposarsi. Un'anticamera permette di accedere alla cucina (in un piano interrato rispetto alle altre stanze), alla sala da pranzo (rialzata) e a una camera per ricevere. Seguono poi un antibagno, la biblioteca, due camere di compagnia, una camera da letto e una sala della musica dotata di palchetto<sup>163</sup>.

---

<sup>157</sup> Bagattoni 2008, p. 67-68

<sup>158</sup> Colombi Ferretti 2011, p. 17-23

<sup>159</sup> Vitali 2000, p. 8

<sup>160</sup> Rossoni 2023, pp. 17-18

<sup>161</sup> Colombi Ferretti 2011, p. 29-33

<sup>162</sup> Ivi, p. 34-35

<sup>163</sup> Colombi Ferretti 2011, p. 38-51

- *Piano nobile* – Uno scalone monumentale permette di accedere al piano superiore del palazzo. Qui il Conte, in una serie di stanze decorate con sfarzo e lusso, avrebbe dovuto vivere e accogliere i suoi ospiti. Da subito, infatti, si entra in un enorme Salone Ottagonale di rappresentanza (o Tempio di Apollo) e, seguendo il percorso di visita, si prosegue nel Salone delle feste (o Galleria di Achille) (Fig. 14); da qui è possibile accedere alla zona più intima del piano con la Camera di compagnia (o Sala della Pace e della Guerra) e la Stanza con alcova. In direzione opposta, vi sono in successione la Sala di Numa Pompilio, la Sala di Ulisse e il Gabinetto d’amore, rispettivamente una sala per le riunioni con funzione pubblica, la camera nuziale e il salottino privato di Giacinta, la moglie del Conte. Il percorso termina con due sale di passaggio e la Sala di Ercole<sup>164</sup>.

Il Palazzo, oltre che essere un ricchissimo esempio di integrazione tra architettura, decorazione e arredo, rappresenta la testimonianza più significativa dell’architettura e della cultura figurativa neoclassica fiorita in Romagna, e in particolare, per ragioni storiche, a Faenza. Elementi come l’insediamento in città da parte di Napoleone della prima municipalità repubblicana, l’incontro con le nuove idee illuministe arrivate dalle opere francesi e la mancanza di una tradizione architettonica radicata, contribuirono ad uno straordinario sviluppo architettonico e decorativo che rese la città di Faenza un centro significativo della cultura neoclassica<sup>165</sup>.



Fig. 14. Salone delle Feste o Sala di Achille (fotografia di Federica Giacomini).

- I visitatori

L’Ufficio di Statistica del Ministero della Cultura MIC, nella sua indagine annuale “Visitatori e introiti di Musei, Monumenti e Aree Archeologiche Statali”<sup>166</sup>, ha pubblicato i dati relativi alle visite effettuate a Palazzo Milzetti durante l’anno 2024.

<sup>164</sup> Colombi Ferretti 2011, p. 53-66

<sup>165</sup> Bagattoni 2008, pp. 13-16

<sup>166</sup> Ufficio di Statistica 2025, p. 5

Al 31 dicembre 2024 i visitatori totali del museo erano 12.740, con un incremento rispetto all'anno precedente quando i visitatori erano 12.131<sup>167</sup>. Di questi 12.740 visitatori, 9.161 risultano non paganti e quindi beneficiari del biglietto omaggio. In generale, come si può osservare nel Grafico 2, il numero di visitatori non paganti è sempre più alto di quelli paganti, fatta eccezione per l'anno 2021.

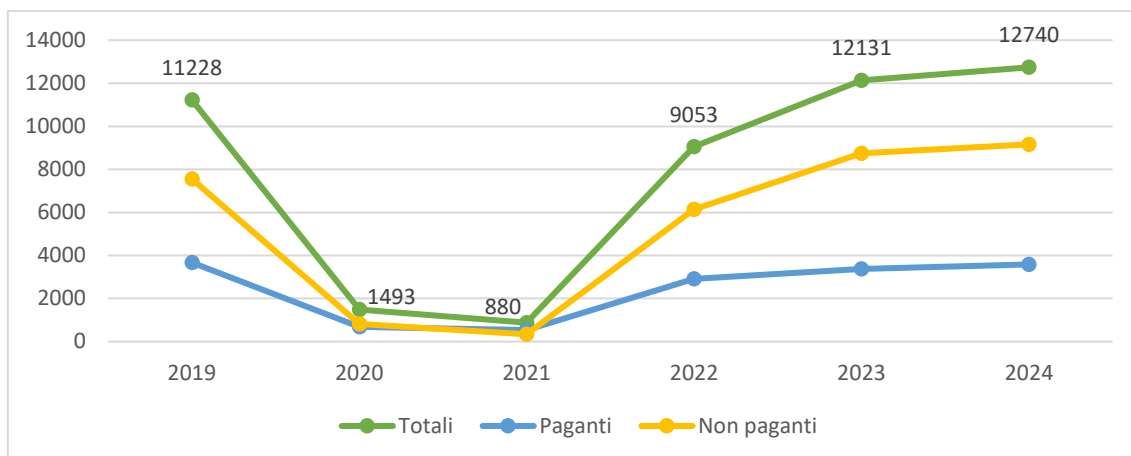


Grafico 2. Numero di visitatori totali per anno e differenziazione tra paganti e non paganti<sup>168</sup>.

## 2.2.2. Lo studio preliminare

### 2.2.2.1. Le necessità e la scelta delle tecnologie

Le maestose decorazioni che adornano i soffitti e le pareti del Palazzo racchiudono al proprio interno un apparato iconografico complesso e ricco di simbolismi. Il visitatore si trova quindi a dover decodificare un patrimonio ben più articolato di quello esposto normalmente all'interno di un museo. Inoltre, l'eccessiva altezza dei soffitti non permette di poter apprezzare appieno le scene ivi rappresentate. Agli inizi del progetto di dottorato, Palazzo Milzetti offriva al visitatore un apparato informativo datato e impersonale, con pannelli appesi alle pareti carichi di testi fitti e formali che offrivano poco respiro alla lettura (Fig. 15A). Schede plastificate e organizzate con una moltitudine di stili grafici differenti, erano distribuite in ogni sala per permettere al visitatore di accedere tramite QR code alle audioguide (Fig. 15B). Queste, fredde e impersonali, offrivano poche informazioni sulla destinazione d'uso delle stanze, non fornendo una chiave di lettura delle decorazioni e dei loro simbolismi. Inoltre, il sito internet del Museo eccedeva nei contenuti di carattere informativo, troppo specifici e mal distribuiti, rendendone la navigazione difficile e destinata ai soli esperti del settore.

In questo contesto, la Direzione Regionale Musei Emilia Romagna ha siglato con il Dipartimento di Beni Culturali – Campus di Ravenna, Università di Bologna, un Accordo di collaborazione finalizzato alla definizione di strategie innovative relative alla comunicazione del patrimonio culturale di Palazzo Milzetti. Il FrameLAB – Multimedia & Digital Storytelling ha quindi inserito questo museo tra i suoi casi di studio.

<sup>167</sup> Ufficio di Statistica 2024, p. 8

<sup>168</sup> Ufficio di Statistica 2021, p. 9; Ufficio di Statistica 2022a, p. 6; Ufficio di Statistica 2022b, p. 5; Ufficio di Statistica 2023, p. 8; Ufficio di Statistica 2024, p. 8; Ufficio di Statistica 2025, p. 5

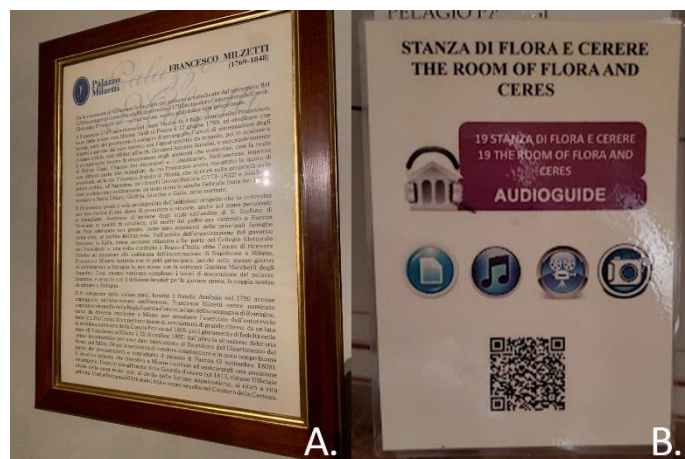


Fig. 15. Pannello informativo (A) e scheda per accedere all'audioguida (B) esposti lungo il percorso di visita di Palazzo Milzetti.

L'attività di ricerca si è svolta nell'ambito della "Programmazione coordinata degli interventi" prevista dal PEBA – Piano per l'eliminazione delle barriere architettoniche<sup>169</sup> con lo scopo di dotare il Museo di un'immagine integrata che ne migliorasse la fruizione da parte delle diverse tipologie di pubblico. Nello specifico, l'accordo prevedeva la progettazione di una nuova identità grafica in chiave accessibile per l'accoglienza interna ed esterna del palazzo, l'elaborazione di contenuti informativi relativi alla struttura, agli artisti e ai programmi iconografici delle sale da rendere fruibili attraverso strumentazioni digitali, riproduzioni via stampa 3D di busti e rilievi finalizzati alla manipolazioni tattili da parte di persone ipovedenti o cieche e, infine, il rifacimento del sito web del museo.

Considerata la complessità dell'apparato iconografico e artistico, e data l'impossibilità di installare apparecchiature elettroniche che andassero ad affollare le stanze già di per sé abbondantemente ornate, se non in determinati punti del museo, si è deciso di sostituire le audioguide già in uso con una narrazione più calda ed emotiva che potesse accompagnare il visitatore alla scoperta del palazzo e delle stesse vicende biografiche dei suoi protagonisti e, attraverso queste voci, realizzare una descrizione degli ambienti e delle decorazioni. Come per le audioguide precedenti, anche in questo caso si è optato per la fruizione da smartphone di proprietà del visitatore: scegliendo questa strategia, il museo viene sollevato da diverse incombenze come la manutenzione dell'hardware, la disinfezione delle apparecchiature, il controllo dei guasti, la gestione di eventuali perdite o furti. Allo stesso tempo, il visitatore può usare il proprio smartphone senza dover effettuare una qualsiasi preparazione all'uso del device<sup>170</sup>. La soluzione più adatta e sostenibile è parsa l'uso combinato del nuovo sito web del museo unitamente alla capacità di qualsiasi smartphone di poter usufruire di una connessione internet e riprodurre contenuti web.

<sup>169</sup> Il PEBA è uno strumento obbligatorio regolamentato dalla Legge 41/1986, art. 32, comma 21 (poi integrata dalla Legge 104/1992, art. 24, comma 9) e creato allo scopo di favorire l'accessibilità dei luoghi pubblici eliminando gradualmente gli ostacoli alla piena fruibilità dei musei. Si veda <http://musei.beniculturali.it/wp-content/uploads/2015/11/Linee-guida-per-la-redazione-del-Piano-di-eliminazione-delle-barriere-architettoniche-P.E.B.A-nei-musei-complessi-monumentali-aree-e-parchi-archeologici.pdf>.

<sup>170</sup> Suzuki et al. 2014

Inoltre, è stata prevista l'installazione di due postazioni multimediali fisse:

- Uno schermo da cui visionare un video introduttivo col benvenuto della Direttrice e relativa traduzione nel linguaggio dei segni (LIS);
- Un tavolo touch da cui poter fruire in alta definizione del ciclo decorativo e osservare nel dettaglio le scene, permettendone così una migliore comprensione.

Infine, per la realizzazione delle riproduzioni tattili, si è deciso di impiegare la tecnologia di scansione a proiezione di luce strutturata allo scopo di ottenere modelli tridimensionali ad altissima risoluzione da poter poi stampare e rendere fruibili in museo.

#### 2.2.2.2. Le grafiche

Per la progettazione della nuova identità grafica del museo, da impiegare sia nella pannellistica classica che in quella dedicata al nuovo percorso narrativo, ci si è affidati alla consulenza di Stefano Faoro, figura professionale affermata nel campo della grafica e del design. Grazie alla sua guida, è stato possibile identificare gli elementi grafici (simboli, colori, font) utili allo sviluppo di un'identità unica e rappresentativa del museo.

##### • La palette e il font

Il primo step è consistito nell'individuare la palette di colori. Utilizzando lo strumento online Adobe Color<sup>171</sup> nella sua funzione "Estrai tema", e caricando di volta in volta le fotografie dei soffitti adornati del palazzo, è stato possibile ottenere per ogni stanza la palette dei colori impiegati per le pitture. Da queste sono stati poi estrapolati i cinque colori più ricorrenti; dopo un'operazione generale di bilanciamento per meglio armonizzarli tra loro e a seguito di alcune prove di stampa in tipografia sul materiale scelto per la pannellistica (Dibond®<sup>172</sup>), si è giunti ad ottenere la palette definitiva (Fig. 16):

- Blu – RGB (39,76,113) / CMYK (274C71)
- Verde – RGB (102,110,84) CMYK (666E54) [+ C45 MO Y85 N79]<sup>173</sup>
- Panna – RGB (228,217,197) CMYK (E4D9C5)
- Rosso – RGB (134,56,57) CMYK (863839)
- Giallo – RGB (212,184,88) CMYK (D4B858)

Allo scopo di mantenere la semplicità e, soprattutto, l'accessibilità dei testi, si è deciso di utilizzare un font tra i sans-serif consigliati per ottenere una buona leggibilità dei contenuti<sup>174</sup>: l'Helvetica. Per effettuare una differenziazione visiva tra le diverse lingue all'interno dei pannelli, per i testi in italiano è stata scelta l'Helvetica Rounded, una variante che potesse abbinarsi al meglio alle forme rotonde del logo, mentre per quelli in lingua inglese si è optato per l'utilizzo dell'Helvetica Light.

---

<sup>171</sup> Adobe Color è uno strumento gratuito utile a ricavare e creare palette di colori. Si veda <https://color.adobe.com/it/>.

<sup>172</sup> Il Dibond® è un pannello formato da due strati esterni di alluminio e uno interno di polietilene, utilizzato solitamente nel mondo della grafica come supporto rigido per la stampa poiché resistente agli agenti atmosferici. Si veda <https://www.sunclear.it/content/140-cose-il-dibond>.

<sup>173</sup> I valori tra parentesi quadra si riferiscono ad una modifica attuata dalla tipografia in fase di stampa per far risultare il colore verde il più simile possibile a quanto visto a video.

<sup>174</sup> Pettersson 2024, p. 92; Direzione regionale Musei 2019, p. 5

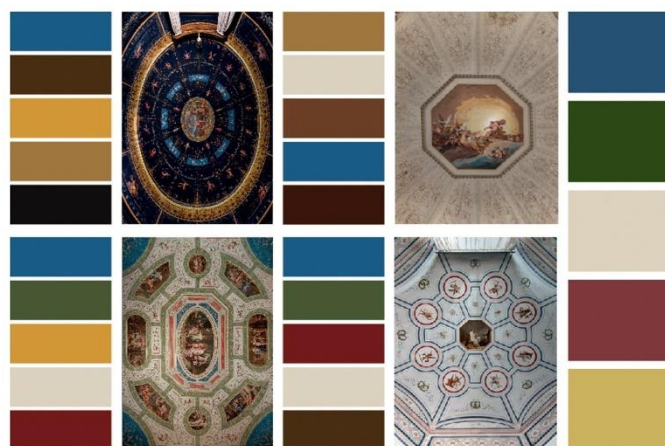


Fig. 16. Alcuni esempi di palette estratte dai soffitti e, sulla destra, la palette di colori scelta.

- Il logo

Il logo, tra le tante definizioni, è da intendersi come un simbolo che distingue l'identità di una compagnia, un servizio alla persona o un'idea<sup>175</sup>. Per fare questo deve possedere diverse caratteristiche<sup>176</sup>: leggibilità, semplicità, coerenza, adattabilità, riproducibilità, memorabilità e atemporalità. Con questo in mente, è stata svolta una ricerca degli elementi significativi che potessero ricorrere all'interno delle decorazioni del palazzo fino a identificare la figura dell'ottagono: questa è difatti ripetuta in almeno 11 stanze sulle 19 decorate e, così come altri elementi disseminati tra le decorazioni, richiama una simbologia di chiara derivazione massonica dove l'ottagono rappresenta l'eterno movimento dei cieli, così come la rigenerazione e l'armonia cosmica<sup>177</sup>. Dopo diverse prove grafiche, e prendendo come base il soffitto della Sala della musica al piano terra, si è ricavata la figura ottagonale composta da otto tondi insita nelle raffigurazioni dei Geni della musica (Fig. 17).

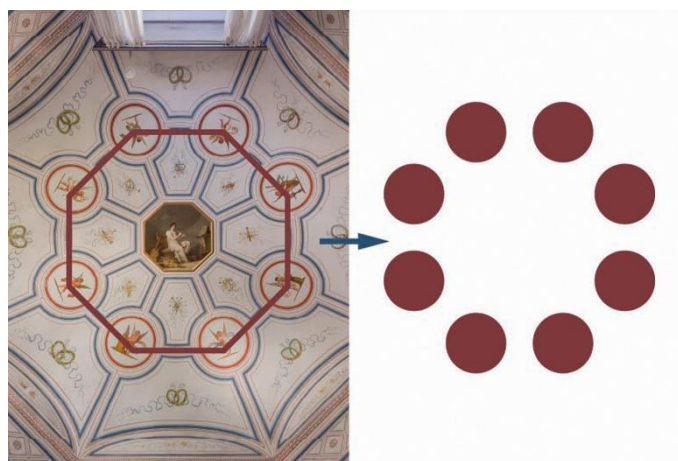


Fig. 17. Deduzione del logo.

Mantenendo i colori della palette e il font scelto, si è elaborato il marchio combinato del museo. In Fig. 18 il nuovo logo di Palazzo Milzetti e il confronto con il precedente.

<sup>175</sup> Adams et al. 2006, p. 16

<sup>176</sup> Adîr et al. 2012

<sup>177</sup> Colombi Ferretti 2011, p. 21



Fig. 18. Confronto tra il precedente logo (sulla sinistra) e il nuovo logo di Palazzo Milzetti.

- I prodotti grafici

Una volta identificati i colori, il logo e il font giusti a rappresentare al meglio l'identità del Palazzo, si è passati alla realizzazione della cartellonistica interna ed esterna. Come prima cosa ci si è occupati della pannellistica di benvenuto. È stata quindi ripensata la lunetta posta al di sopra dell'ingresso su via Giulio Cesare Tonducci. Al suo interno, con logo e nome del museo, è stata inserita la scena più evocativa delle decorazioni delle sale: la disputa tra Achille e Agamennone (Fig. 19).



Fig. 19. La nuova lunetta di Palazzo Milzetti.

In seguito, sono stati realizzati i pannelli esterni e interni dedicati agli orari di apertura, al percorso di visita e alla biglietteria in lingua italiana e inglese (Fig. 20). Nel primo sono stati indicate le giornate e gli orari di apertura, così come un QR code riportante al sito internet del museo; nel secondo sono state inserite le piante del piano terra e del piano nobile e riportate le nuove numerazioni degli spazi espositivi; nel terzo sono stati indicati i costi di ingresso, i servizi disponibili e la direzione da prendere per accedere al percorso espositivo, al giardino e alla biglietteria. Infine, sono stati creati i pannelli di segnaletica direzionale riguardanti i divieti di accesso, l'ascensore, i bagni e il percorso di visita. Per ogni elemento d'arredamento esposto al museo, sono poi state realizzate delle targhette indicanti l'attribuzione, il titolo, il materiale e l'eventuale prestatore. Infine, è stata realizzata la Carta Milzetti, un abbonamento annuale per l'accesso illimitato e gratuito a tutte le iniziative del Museo (Fig. 20).



Fig. 20. Pannellistica di benvenuto, segnaletica direzionale, un esempio di targhetta e la Carta Milzetti.

Il secondo step è consistito nel realizzare la pannellistica legata al vero e proprio percorso museale di visita. Come prima cosa sono stati identificati tre diversi output comunicativi:

- Pannello grande – 11 pannelli riportanti informazioni sulle stanze più importanti del Palazzo, utili per chi non volesse usufruire del percorso di visita multimediale;
- Pannello piccolo – 21 pannelli con QR code da scansionare per accesso all’audioguida;
- Infografiche – 4 pannelli per approfondimenti e chiarimenti sulla storia, sul palazzo e sui suoi protagonisti.

Per le prime due tipologie, il museo si è dotato di nuovi supporti/piedistalli sopra cui collocare i pannelli in Dibond®: questi, realizzati ad hoc per le esigenze del museo, presentano una base e una superficie di installazione di forma ottagonale, a richiamo del logo e della simbologia massonica tanto cara al Conte Milzetti. Dopo aver individuato la giusta struttura da dare all’impaginazione, per ogni stanza è stato scelto il colore, tra quelli della palette, che potesse abbinarsi meglio alle decorazioni. I pannelli grandi, per un totale di 11, sono composti dal nome proprio della stanza, da un breve testo in cui il Conte in prima persona racconta dello spazio in cui ci si trova, le relative traduzioni in lingua inglese e il numero della stanza (Fig. 21).



Fig. 21. Un esempio di pannello grande e alcuni esempi di pannelli piccoli.

Come si può evincere dalla Fig. 21, per i pannelli piccoli è stata adottata una differente impaginazione, riprendendo la dualità utilizzata per la lunetta e mettendo in primo piano il QR code da scansionare<sup>178</sup>. Anche qui è stato riportato il numero della stanza ma, invece che il nome dello spazio, è stata inserita un titolo suggestivo che avesse un rimando al contenuto dell'audio. Sono stati realizzati un totale di 21 pannelli piccoli, uno per ogni spazio visitabile del palazzo. Infine, sono stati pensati quattro infografiche che potessero dare un supporto alla visita approfondendo ed espletando, per mezzo di rappresentazioni grafiche e brevi testi, la vita dei personaggi e del palazzo, il Neoclassicismo e come questa corrente avesse influenzato l'arte e il pensiero faentino a cavallo tra l'Ottocento e il Novecento (Fig. 22).



Fig. 22. Le infografiche.

### 2.2.2.3. Gli oggetti

Per migliorare l'accessibilità delle decorazioni e della visita museale del Palazzo, si è deciso di procedere con la digitalizzazione di alcuni elementi in mostra e/o appartenenti alle sale allo scopo di ottenerne una stampa tridimensione utile all'esplorazione tattile da parte di ciechi e ipovedenti, oltre che di modellare due mappe tattili utili all'esplorazione degli spazi espositivi. In una prima fase di acquisizione e stampa sono stati scelti un busto di Proserpina<sup>179</sup>, esposto nella Sala di Numa Pompilio, e parte di un fregio proveniente dalle pareti della Sala delle Feste.

## 2.2.3. La metodologia digitale

### 2.2.3.1. Le acquisizioni 3D

Le acquisizioni del busto e del fregio sono state effettuate in una sola giornata nel novembre del 2022. Visto il grado di dettaglio e le dimensioni dei due pezzi si è optato per utilizzare due diversi scanner della ditta Artec: nello specifico, per il busto di Proserpina è stato utilizzato lo scanner Artec Space Spider<sup>180</sup>, utile per oggetti di piccole-medie dimensioni fortemente dettagliati, mentre per il fregio lo scanner Artec Eva<sup>181</sup>, destinato ad oggetti di medie-grandi dimensioni. Come prima cosa sono state spente le luci e i faretto che potessero interferire con l'acquisizione dei due elementi.

<sup>178</sup> Per approfondimenti sui QR code si rimanda alla sezione 2.2.3.3. *L'audioguida narrativa*.

<sup>179</sup> Colombi Ferretti 2011, p. 15. Opera dello scultore americano Hiram Powers acquistata dal museo nel 1987.

<sup>180</sup> Artec 3D 2023b

<sup>181</sup> Artec 3D 2023a

Per quanto riguarda il busto, data l'assenza di punti riconoscibili sulla superficie del petto e della schiena (sia a livello di geometria che di texture), sono stati applicati dei marker così che lo scanner non perdesse il tracciamento in fase di acquisizione. Durante le scansioni, oltre che abbassare gli fps a 4<sup>182</sup>, è stato necessario aumentare la sensibilità dell'Artec Space Spider in modo da ovviare alle problematiche legate alle caratteristiche fisiche del materiale (bianco e semilucido)<sup>183</sup>. Entrambe le acquisizioni del busto e del fregio hanno necessitato l'uso di una scala.

#### 2.2.3.2. I modelli e le stampe 3D

Entrambi i progetti di scansione sono stati elaborati in un secondo momento sul software proprietario Artec Studio Professional 15 e seguendo la procedura standard di creazione di un modello 3D (*editing*, allineamento, *global registration*, *outlier removal*, fusione e chiusura dei fori)<sup>184</sup>, oltre che gli stessi principi che ne garantiscono la tracciabilità delle scelte interpretative (London Charter e dei Sevilla Principles)<sup>185</sup>. Essendo modelli tridimensionali destinati alla stampa non è stato necessario applicare le relative texture. Dopo una leggera semplificazione dei poligoni, questi sono stati esportati nel formato .STL per essere poi inviati alla cooperativa incaricata della stampa 3D, la HIBOU – Heritage & Digital Humanities<sup>186</sup>. Mentre il busto è stato stampato in un unico blocco, il fregio, date le sue dimensioni, è stato diviso in tre parti. Per migliorare e rendere accessibile il nuovo percorso di visita del Museo, sono inoltre state realizzate due mappe tattili delle piante del piano terra e del piano nobile<sup>187</sup>, tramite modellazione 3D in Blender e seguendo le linee guida redatte dall'Unione Italiana dei Ciechi e degli Ipovedenti Ets-Aps<sup>188</sup>.

Tutti gli oggetti 3D sono stati stampati attraverso la tecnologia *Fused Deposition Modeling* (FDM)<sup>189</sup> in materiale PLA bianco<sup>190</sup>. Una volta ottenute e recuperate le stampe, alcune studentesse della Laurea Magistrale a Ciclo Unico in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali (Università di Bologna – Campus di Ravenna) si sono occupate di levigarne e stuccarne la superficie così da renderla più liscia e migliorarne quindi l'esperienza di esplorazione tattile. Come da linee guida<sup>191</sup>, le mappe tattili, già dotate di caratteri in carattere Braille, sono poi state colorate a contrasto con alcuni colori della palette del museo così da risultare accessibili sia a ciechi che a ipovedenti. Infine, tutte le stampe sono state inserite all'interno del percorso di visita<sup>192</sup> e corredati di un QR code dedicato (Fig. 23)<sup>193</sup>.

---

<sup>182</sup> *Frame*, o fotogrammi, per secondo.

<sup>183</sup> Artec 3D 2024, p. 76

<sup>184</sup> Barzaghi et al. 2025

<sup>185</sup> Denard 2012; ICOMOS 2017

<sup>186</sup> Si veda <https://www.hiboucoop.it/>.

<sup>187</sup> Della realizzazione delle mappe tattili se ne è occupato il Dott. Simone Zambruno.

<sup>188</sup> Unione Italiana dei Ciechi e degli Ipovedenti Ets-Aps 2023, pp. 110-111

<sup>189</sup> Rajan et al. 2022, p. 1532. La FDM è una particolare tipologia di *Additive Manufacturing* (AM) famosa e diffusa per vantaggi come l'efficienza dei costi, la facilità di utilizzo e la rapidità di produzione.

<sup>190</sup> Il PLA, o acido polilattico, è un materiale compostabile termoplastico ampiamente utilizzato nella stampa 3D.

<sup>191</sup> Unione Italiana dei Ciechi e degli Ipovedenti Ets-Aps 2023, p. 110

<sup>192</sup> Il busto e il fregio sono stati collocati all'interno della Sala di Flora e Cerere al piano nobile, mentre le mappe tattili all'inizio del percorso di visita al piano terra e all'arrivo delle scale al piano nobile.

<sup>193</sup> Le audioguide descrittive delle opere tattili sono state realizzate dalla dott.ssa Ludovica Ferrari, con l'aiuto di una tirocinante ipovedente, seguendo le linee guida offerte dall'Associazione Nazionale Subvedenti. Si veda <https://www.descrivendo.it/home-2/10-punti-per-realizzare-una-descrizione-efficace/>.



Fig. 23. Opere tattili del busto di Proserpina (A) e di parte di un fregio della Sala delle feste (B).

### 2.2.3.3. L'audioguida narrativa

- La narrazione

Per l'audioguida del Museo, si è voluto dare vita e voce al Palazzo attraverso le sue stanze e le sue decorazioni, vero patrimonio in mostra al museo. L'obiettivo è stato quello di coinvolgere emotivamente il visitatore, valorizzando le storie dei personaggi e i significati delle decorazioni. I protagonisti della narrazione sono voci emblematiche della storia del Palazzo: l'artista Felice Giani, il celebre pittore, e il Conte Francesco Milzetti, committente e proprietario del palazzo, due figure il cui pensiero e il vissuto si intrecciano profondamente alla storia dell'edificio, al punto da renderlo lo specchio delle loro ambizioni<sup>194</sup>. La narrazione si divide tra i due piani dell'edificio:

- al piano terra, è Giani a prendere la parola accogliendo il visitatore all'avvio del percorso di visita e accompagnandolo fino alle cucine, l'ultima stanza prima di passare al piano nobile. L'artista, dall'attitudine brillante, vivace, quasi teatrale, guida con entusiasmo lo sguardo del visitatore verso i soffitti affrescati, accompagnandone la descrizione con aneddoti di bottega, citando i suoi collaboratori e ricordando con vivacità i momenti della creazione artistica, il tutto restituendo a pieno il fermento creativo dell'epoca;
- al piano nobile emerge invece la voce più intima e complessa di Milzetti, caratterizzata da un alternarsi di orgoglio e malinconia. Il conte riflette sul significato simbolico delle decorazioni, e quindi sui miti e sulle allegorie neoclassiche, intrecciandoli e collegandoli ai suoi ricordi personali – i fasti napoleonici, le ambizioni e le disillusioni, gli affetti e le perdite – offrendo una lettura sia emotiva che ideologica del palazzo.

La narrazione per certi versi corale, in cui il tempo non scorre in modo lineare ma segue il filo della memoria tra presente e passato, è stata frammentata e pensata così che ogni stanza racconti una storia filtrata dalla memoria di chi quell'ambiente lo ha voluto o realizzato<sup>195</sup>.

<sup>194</sup> Le due voci narranti sono state prestate da Hendry Proni, attore e autore presso l'Associazione Culturale Panda Project (si veda <https://pandaproject.it/>), per Giani e dal prof. Alessandro Iannucci per il conte Milzetti.

<sup>195</sup> Mascheroni 2024, p.16

Le voci intime e personali di Milzetti e di Giani sono accompagnate da alcuni personaggi reali o ispirati dagli spazi stessi del Palazzo<sup>196</sup>. Fatta eccezione per la cucina, queste voci non dialogano direttamente tra loro, ma lasciano tracce al loro passaggio: un dettaglio o un sentimento che alcune volte rimane sospeso, altre è raccolto da chi viene dopo. Il visitatore si muove attraverso un Palazzo che non è più solo uno spazio da visitare ma, attraverso questa narrazione immersiva, diventa racconto. In particolare, sono stati presi in considerazione i principi relativi al coinvolgimento emotivo e alla definizione della voce narrante, alla strutturazione non lineare del racconto e alla segmentazione dei contenuti in funzione degli spazi, in linea con i Seven Pillars of Storytelling e con le raccomandazioni del Sarajevo Charter in termini di riduzione del carico cognitivo, accessibilità e fruizione multiplatforma; tali scelte trovano inoltre riscontro nelle “7W” del digital storytelling individuate da Elisa Bonacini<sup>197</sup>.

- L’audioguida

Per accedere all’audioguida narrativa il visitatore, durante il percorso di visita, necessita di uno smartphone in grado di poter leggere i QR code. Inquadrandoli dai pannelli visti in sezione 2.2.2.2. *Le grafiche*, si apre una pagina web dedicata all’audio della stanza in questione. Questa riporta il titolo della sala, la scelta tra lingua italiana e inglese e la possibilità di tornare alla stanza precedente o di continuare alla stanza successiva<sup>198</sup>. Una volta scelta la lingua, si apre una nuova pagina dedicata al vero e proprio racconto. Qui è possibile ascoltare la narrazione in prima persona o leggere una trascrizione sintetica dell’audio. Anche in questo caso, vi sarà la possibilità di tornare indietro o passare alla stanza successiva (Fig. 24).



Fig. 24. A. Lingua italiana; B. Lingua inglese; C. Sala precedente e successiva; D. Audio narrazione; E. Trascrizione sintetica dell'audio; F. Si indica il fondo pagina dove sono presenti gli stessi bottoni riportati al punto C.

<sup>196</sup> Si fa riferimento alla cuoca, personaggio inventato, e a Giacinta, la moglie del conte Milzetti.

<sup>197</sup> Ffion 2015; Rizvic et al. 2017; Bonacini 2021

<sup>198</sup> Le pagine web contenenti gli episodi dell’audioguida narrativa fanno parte del nuovo sito internet realizzato, in particolare, da Marta Nicolosi. Si veda <https://palazzomilzetti.cultura.gov.it/>.

#### 2.2.3.4. Le postazioni multimediali

Come anticipato nella sezione 2.2.2.1. *Le necessità e la scelta delle tecnologie*, sono state predisposte due postazioni multimediali lungo il percorso di visita del palazzo. La prima, composta da uno schermo posizionato in verticale all'interno della sala di accoglienza al piano terra, offre al visitatore una prima introduzione al Palazzo e al percorso di visita grazie alla figura della direttrice del Museo, Elena Rossoni. Questa, accoglie il visitatore introducendolo alla storia e al contesto culturale di Palazzo Milzetti, ne illustra i protagonisti autori del rinnovamento artistico del palazzo e descrive l'atmosfera creativa e vivace della Faenza neoclassica. Inoltre, anticipa il percorso di visita fruibile dall'audioguida narrativa. Ad accompagnare la narrazione della direttrice vi sono i sottotitoli in lingua inglese e la traduzione nel linguaggio dei segni LIS<sup>199</sup>.

La seconda, più interattiva, consiste invece in un tavolo touch da 55" <sup>200</sup> posizionato all'interno della Sala di Flora e Cerere al piano nobile – la stessa delle opere tattili. Qui, grazie al software proprietario Touchviewer<sup>201</sup>, e grazie alla creazione di una galleria, sono state rese fruibili le fotografie in alta definizione delle scene rappresentate sui soffitti del Palazzo così che i visitatori possano ingrandirne e visionarne i dettagli, oltre che comprenderne al meglio la bellezza e la complessità.

#### 2.2.3.5. Il beta Palazzo Milzetti

Il nuovo percorso di visita del Museo Nazionale dell'Età Neoclassica in Romagna in Faenza – Palazzo Milzetti accompagna il visitatore attraverso una narrazione emotivamente coinvolgente e, allo stesso tempo, ricca di informazioni utili alla comprensione della storia del palazzo e dei suoi protagonisti.

Il percorso inizia alla Sala 0 al piano terra, dove il visitatore è accolto dal video della direttrice Elena Rossoni che lo accoglie e gli fornisce alcune informazioni introduttive al palazzo e alle modalità di fruizione della visita. Successivamente, l'utente ha a sua disposizione un'audioguida divisa in 21 brani accessibili da QR code e distribuiti per le altrettante stanze facenti parte del percorso di visita. Attraverso la voce dei protagonisti del Palazzo, il visitatore può immergersi nell'atmosfera dell'epoca e comprendere a pieno il loro pensiero, i sentimenti e le ambizioni che hanno mosso le loro azioni e i loro desideri. In alternativa al percorso multimediale, è possibile usufruire dei pannelli ottagonali<sup>202</sup> contenenti le informazioni principali sulle nove stanze più importanti del palazzo (tre al piano terra e sei al piano nobile). Ad accompagnamento dei due percorsi, quello più tradizionale e quello multimediale, tra il piano terra e il piano nobile vi sono quattro infografiche utili a ottenere ulteriori informazioni su Felice Giani, sul Neoclassicismo e su come questa corrente abbia influito sulla città di Faenza e, infine, sul conte Francesco Milzetti. Uno schermo touch, inoltre, permette al visitatore di ottenere una vista privilegiata delle decorazioni dei soffitti. Tutto – grafiche, audioguide narrative, audioguide descrittive delle opere tattili, riproduzioni 3D, video introduttivo accompagnato dalla traduzione LIS e testi – è stato pensato per rendere il percorso di visita accattivante e accessibile a tutti le tipologie di pubblici.

---

<sup>199</sup> La traduzione LIS è stata interpretata da una studentessa del Corso LIS 3° livello dell'Ente Nazionale Sordi (ENS).

<sup>200</sup> Il tavolo è dall'azienda Touch Window. Si veda <https://www.touchwindow.it/it/devices/edge-table>.

<sup>201</sup> Touchviewer è il software proprietario dell'azienda Touch Windows. Permette una fruizione collaborativa e *real-time* dei contenuti. Si veda <https://www.touchwindow.it/it/applications/touchviewer>.

<sup>202</sup> Si veda la sezione 2.2.2.2. *Le grafiche*.

Il nuovo percorso di visita accessibile è stato installato presso il Museo Nazionale dell'Età Neoclassica in Romagna in Faenza a partire da febbraio 2023, per poi essere inaugurato e presentato alle autorità e alla cittadinanza giovedì 31 marzo 2023. Inoltre, il lavoro è stato brevemente presentato durante un intervento alla conferenza internazionale DRHA – Digital Research in the Humanities and Arts a Torino il giorno 12/09/2023<sup>203</sup>.

#### 2.2.4. I test di User Experience (UX)

##### 2.2.4.1. I test e la raccolta dati

- Gli utenti

La bibliografia critica sui test di *User Experience* nell'ambito delle narrative museali, mostra come non esista uno standard nella selezione delle tipologie di partecipanti<sup>204</sup>: questo è dettato dalla necessità di utilizzare i pubblici dei musei, di età, sesso e background diversi tra loro, allo scopo di garantire la rappresentatività e qualità dei dati raccolti. Anche il numero di partecipanti sembra non avere uno standard ben preciso. Da una revisione sistematica della letteratura emerge però come il numero medio dei partecipanti alle esperienze di UX sia in generale di 14, di 10 per le analisi qualitative, di 17 per quelle quantitative e di 15 partecipanti per le analisi miste<sup>205</sup>.

Considerando i pubblici eterogenei di Palazzo Milzetti, ed essendo la presente un'analisi dell'esperienza mista, ovvero sia qualitativa che quantitativa, si è preso ad esame un campione di 30 individui reclutati tra i visitatori del Palazzo al termine della loro visita museale, divisi per quattro categorie generazionali<sup>206</sup>:

- *Baby Boomers*, nati tra il 1946 e il 1964;
- Generazione X, nati tra il 1965 e il 1980;
- Generazione Y, o Millennials, nati tra il 1981 e il 1996;
- Generazione Z, nati dal 1996 in poi.

Le caratteristiche demografiche dei partecipanti sono riportate in Tab. 8.

DATI DEMOGRAFICI		n	%
<b>Genere</b>	Maschi	10	33.3
	Femmine	20	66.6
<b>Fascia d'età</b>	Generazione Z	3	10.0
	Generazione Y	13	43.3
	Generazione X	8	26.6
	Baby Boomers	6	20.0
<b>Livello di formazione</b>	Non laureati	13	43.3
	Laureati	17	56.6

Tab. 8. Distribuzione delle caratteristiche socio-demografiche.

<sup>203</sup> Collina e Fabbri 2024b

<sup>204</sup> Cliffe et al. 2021; Bertens e Polak 2019; Roussou e Katifori 2018; Hudelson et al. 2017

<sup>205</sup> Friedl-Knirsch et al. 2024

<sup>206</sup> Fry 2018

- Il questionario

Tra i lavori presi in considerazione per lo sviluppo di questa sessione di test, il modello proposto da Roussou e Katifori <sup>207</sup> è sembrato il più adatto alle esigenze del caso di studio. Come nell'articolo appena citato, è stato creato un Pre-test contenente i dati demografici, a cui sono state aggiunte domande riguardanti la familiarità col Palazzo e con la tecnologia delle audioguide, così da raccogliere informazioni utili a escludere l'impatto delle conoscenze pregresse sullo studio e a verificare l'effettiva fruizione della tecnologia (Tab. 9). Successivamente, è stato creato il vero e proprio questionario di UX diviso in tre ambiti relativi alla narrazione, la visita e infine l'esperienza generale. Per ogni sezione sono state effettuate delle modifiche e delle integrazioni delle domande, adattandole meglio al nostro contesto e inserendo nuovi quesiti riportati in altri studi, allo scopo di ottenere un questionario breve, scientificamente valido e in grado di fornire tutte le informazioni utili alla valutazione dell'audioguida. Le risposte delle prime tre sezioni sono state fornite su una scala *Likert* a 5 punti<sup>208</sup>, dove 1 corrisponde a "decisamente no" e 5 a "decisamente sì".

DIMENSIONE	DOMANDA	RISPOSTA
<b>Dati Anagrafici</b>	Età	
	Genere	
	Titolo di studio	
<b>Palazzo Milzetti</b>	Conoscevi Palazzo Milzetti?	Scelta multipla
	Conoscevi la storia del palazzo?	
	Avevi già visitato Palazzo Milzetti?	
<b>Audioguida narrativa</b>	Hai mai sentito parlare di audioguide narrative?	
	Le hai già utilizzate in passato?	
	Hai usufruito dell'audioguida di Palazzo Milzetti?	
	Se no, perché?	

Tab. 9. Prima parte del questionario (Pre-test) dedicata ai dati anagrafici e alle conoscenze pregresse.

Infine, sono state aggiunte quattro domande a scelta multipla e una domanda aperta allo scopo di raccogliere al meglio i feedback positivi e negativi degli utenti, oltre che i loro suggerimenti su come migliorare l'esperienza (Tab. 10).

Il questionario, per un totale di 18 domande, è stato somministrato ai visitatori del Museo in due diversi formati: cartaceo e online. Il primo è stato reso disponibile in loco al termine del percorso museale, mentre il secondo è stato inserito su un modulo di Microsoft Forms e reso accessibile ai partecipanti attraverso un QR code stampato su bigliettino così che i visitatori potessero compilarlo con calma in un secondo momento.

- I test

La raccolta dati è stata effettuata presso il museo, e tramite le due modalità di somministrazione, dall'inizio del mese di agosto alla seconda settimana di ottobre, così da poter elaborare i dati cartacei e online raccolti e tenere un margine sulla consegna dell'elaborato di tesi.

<sup>207</sup> Roussou e Katifori 2018

<sup>208</sup> Batterton e Hale 2017

DIMENSIONE	DOMANDA	RISPOSTA	FONTE
Narration	La narrazione è stata chiara e facile da seguire.		Busselle e Bilandzic 2009
	Ho trovato la narrazione interessante.		Roussou and Katifori 2018
	La narrazione ha stimolato in me reazioni emotive.		Geronazzo et al. 2019
	Ho apprezzato la presenza di più personaggi narranti.		Roussou and Katifori 2018
Visit	L'audioguida mi ha fornito la giusta quantità di informazioni.		
	Mi è piaciuto cercare i dettagli forniti dagli audio.	5-point	
	Ho seguito il percorso numerato.	Likert scale	
UX	Ho integrato l'audioguida con la lettura dei pannelli.		
	L'audioguida ha migliorato la mia esperienza di visita.		Othman 2012
	La narrazione mi ha aiutato a comprendere la cultura del palazzo.		Roussou and Katifori 2018
	L'audioguida mi ha agevolato nella fruizione delle decorazioni.		
	È stato semplice utilizzare l'audioguida.		Othman 2012
	Ritengo l'audioguida uno strumento adatto alla visita del palazzo.		Bertens e Polak 2019
Likability	Ti è piaciuta l'audioguida?		-
	Se sì, perché?	Scelta multipla	
	Se no, perché?		
	Hai ascoltato tutti gli audio?		
	Cosa cambieresti di questa audioguida?	Risposta breve	-

Tab. 10. Seconda parte del questionario dedicata alla User Experience (UX)<sup>209</sup>.

#### 2.2.4.2. L'analisi dei dati

I risultati del pre-test hanno mostrato come solo il 13% dei partecipanti fosse a conoscenza dell'esistenza della Rocca di Riolo Terme, e solo il 10% l'avesse già visitata. Per quanto riguarda la conoscenza pregressa delle audioguide, l'83% dei partecipanti le aveva già utilizzate in precedenza al momento del test.

Per l'analisi dei dati derivati dalla seconda parte del questionario sulla UX di Palazzo Milzetti, abbiamo voluto analizzare tre valori fondamentali nell'indagine statistica<sup>210</sup>:

- Media (*mean*) = misura di tendenza centrale;
- Deviazione Standard (SD) = misura assoluta della dispersione dei dati rispetto alla media;
- Coefficiente di variazione (CV) = misura relativa della variabilità dei dati.

Dalla raccolta dei dati è risultato che solo tre visitatori su 30 hanno compilato il questionario online. Inoltre, quattro visitatori su 30 non hanno usufruito delle audioguide narrative di Palazzo Milzetti perché difficili da usare (1), sprovvisti degli auricolari (1) e impossibilitati/scocciati dall'usare il loro smartphone (2). Si specifica quindi che la seguente analisi dei dati non ha tenuto conto di questi quattro visitatori.

<sup>209</sup> Bertens e Polak 2019; Geronazzo et al. 2019; Roussou and Katifori 2018; Othman 2012; Busselle e Bilandzic 2009

<sup>210</sup> Theodorsson 2025

Analizzando la prima dimensione (*narration*), si nota come la narrazione sia stata ritenuta generalmente molto chiara e interessante, mentre sia stata leggermente meno apprezzata la presenza di più personaggi narranti. La stimolazione emotiva è invece la più bassa e con una variabilità più alta<sup>211</sup>: ciò suggerisce che, pur apprezzando la narrazione, non tutti hanno provato un forte coinvolgimento emotivo. Anche per la seconda dimensione (*visit*) le valutazioni risultano molto positive. Gli utenti hanno trovato utile il percorso numerato e piacevole cercare nelle stanze i dettagli descritti nel racconto. Nel caso dell'integrazione delle audioguide con i pannelli descrittivi, la variabilità si mostra leggermente più alta, segno di differenti approcci alla visita. Infine, la terza dimensione (UX), è quella che mostra le medie più alte la variabilità più bassa, indicando che l'audioguida è stata percepita come uno strumento efficace, semplice e utile per comprendere la cultura del palazzo (Tab. 11).

DIMENSIONE	DOMANDA	MEDIA	SD	CV
<b>Narration</b>	La narrazione è stata chiara e facile da seguire.	4.46	0.70	0.15
	Ho trovato la narrazione interessante.	4.34	0.74	0.17
	La narrazione ha stimolato in me reazioni emotive.	3.80	1.05	0.27
	Ho apprezzato la presenza di più personaggi narranti.	4.00	0.80	0.2
<b>Visit</b>	L'audioguida mi ha fornito la giusta quantità di informazioni.	3.96	0.99	0.25
	Mi è piaciuto cercare i dettagli forniti dagli audio.	4.30	0.78	0.18
	Ho seguito il percorso numerato.	4.42	0.80	0.18
	Ho integrato l'audioguida con la lettura dei pannelli.	4.03	1.07	0.26
<b>UX</b>	L'audioguida ha migliorato la mia esperienza di visita.	4.34	0.79	0.18
	La narrazione mi ha aiutato a comprendere la cultura del palazzo.	4.38	0.80	0.18
	L'audioguida mi ha agevolato nella fruizione delle decorazioni.	4.46	0.70	0.15
	È stato semplice utilizzare l'audioguida.	4.30	0.88	0.20
	Ritengo l'audioguida uno strumento adatto alla visita del palazzo.	4.42	0.80	0.18

Tab. 11. Statistiche riassuntive relative a ogni domanda: Media, Deviazione standard (SD) e Coefficiente di variazione (CV).

Analizzando nel dettaglio le risposte divise per categorie generazionali, si può notare un generale apprezzamento dell'audioguida, con differenze interessanti in termini di preferenze e sensibilità (Grafico 3). La Generazione Z è in generale la fascia meno entusiasta, oltre che la meno rappresentata, con i punteggi più bassi concentrati sull'emotività narrativa e sulla facilità di utilizzo dell'audioguida. Apprezzano l'audioguida come strumento utile alla visita ma non particolarmente coinvolgente.

Al contrario, le generazioni Y e *Baby Boomers* sembrano le più soddisfatte: mostrano di apprezzare generalmente la narrazione e la semplicità di utilizzo dello strumento. Per ultima, la Generazione X, anche se soddisfatta dell'audioguida sembra rivolgere più attenzione agli aspetti informativi e culturali che a quelli emotivi. Infine, alla domanda su cosa si potrebbe migliorare dell'audioguida, è stato suggerito di rendere alcuni audio più concisi e aggiungere più informazioni sui dettagli architettonici e sugli usi delle stanze.

<sup>211</sup> Un CV < 0.1 (10%) = bassa variabilità delle risposte (dati omogenei); CV tra 0.1 e 0.3 = moderata variabilità; CV > 0.3 (30%) = alta variabilità (dati non omogenei).

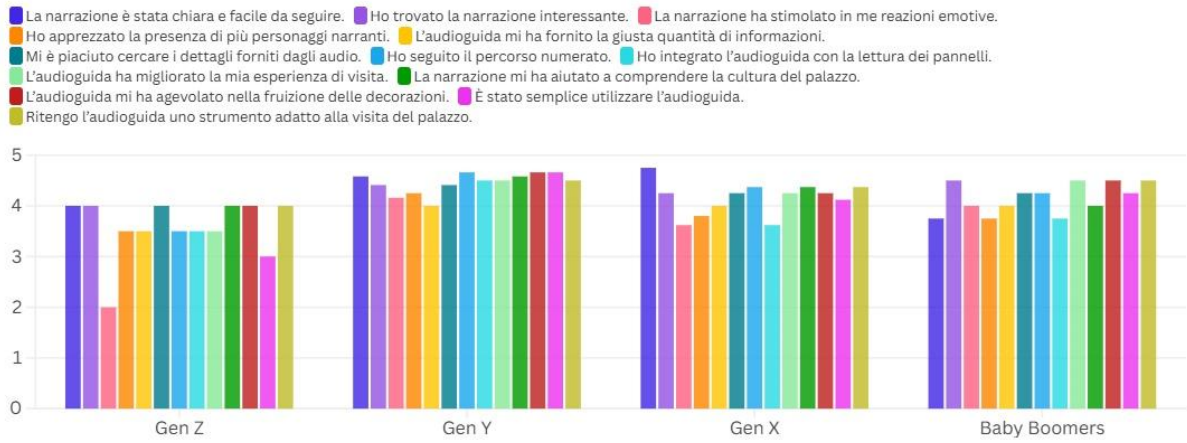


Grafico 3. Media per le dimensioni narration, visit e UX per ogni categoria generazionale.

## 2.3. *Architetture fortificate. Il Museo del Paesaggio dell'Appennino faentino – Rocca di Riolo*

### 2.3.1. *La storia, gli allestimenti, i visitatori*

- La storia

La Rocca di Riolo, situata nella cittadina di Riolo Terme (Ravenna), è passata attraverso numerose trasformazioni, fino alla sua configurazione del XV secolo e alle successive modifiche moderne. Un primo *castrum Rioli* è citato in un documento del 1187<sup>212</sup>. Da quel momento in poi, data la complessa stratigrafia degli interventi architettonici attuati sulla sua struttura, è plausibile che l'evoluzione della Rocca possa essere suddivisa in cinque fasi<sup>213</sup>.

Nel 1388 il governo bolognese (fase 1), a controllo della Valle del Senio, avvia la costruzione della prima torre e, probabilmente, delle mura poste a creare un cortile interno<sup>214</sup>. A metà del XV secolo (fase 2), i Manfredi si occupano di fasciare la torre (poi Mastio), rialzare il cortile interno ed erigere la Torre Sud, il fossato intorno alla fortezza e il ponte levatoio che ne garantiva l'accesso. Il Mastio diviene così una vera e propria roccaforte, cuore del sistema di sicurezza della fortezza<sup>215</sup>. Inoltre, le acque del torrente Canino (oggi Doccia) vengono utilizzate per riempire il fossato circostante la rocca, attribuendo così al borgo il nome di Riolo, dal latino *rivulus*. Purtroppo, una successiva frana probabilmente altera il corso del fiume, lasciando il fossato definitivamente asciutto<sup>216</sup>. Nel 1472, Carlo II Manfredi intraprende altre consistenti opere di rafforzamento e rinnovamento del sistema difensivo, come la costruzione della Torre Ovest e del rivellino (fase intermedia). Questa nuova fortificazione circolare è destinata alla difesa della porta d'accesso al borgo. A Carlo II sono attribuiti anche altri lavori tra il 1472 e il 1479 (fase 3), tra cui la ricostruzione della Torre Sud e della Torre Est. La fortezza passa poi nel 1479 in mano a Girolamo Riario e, alla sua morte, alla moglie Caterina Sforza, la quale non vi mette mai piede. Secondo gli ultimi studi, in questo periodo sono apportate ulteriori modifiche (fase finale) come la divisione del fossato con alcuni tramezzi e la costruzione di un rivellino del soccorso<sup>217</sup>. Nel 1500 Cesare Borgia conquista Riolo e, successivamente (1504), papa Giulio II priva la cittadina della propria autonomia sottoponendola al podestà di Imola. Solo tre secoli dopo il Comune vede un discreto rilancio economico. Dopo la caduta della magistratura pontificia nel 1859, e con l'annessione al Regno d'Italia, i cittadini liberali subentrarono nella giunta portando a uno sviluppo economico-sociale progressivo e continuativo. La Rocca di Riolo ospita ora il Museo del Paesaggio dell'Appennino faentino, inaugurato il 7 ottobre 2006 dopo importanti interventi di restauro<sup>218</sup> (Fig. 25).

- Gli allestimenti

Il Museo offre al visitatore un itinerario in cui la Rocca, il borgo e il territorio sono raccontati nei loro aspetti storico, archeologico, culturale e naturalistico in quattro diversi percorsi articolati tra la Torre Est e il Mastio<sup>219</sup>:

---

<sup>212</sup> Costa 1992, p. 270; Costa 1990, p. 279

<sup>213</sup> Monti 2002, pp. 41-61

<sup>214</sup> Ivi, pp. 44-45

<sup>215</sup> Marini Calvani 2000, p. 130

<sup>216</sup> Costa 1992, p. 268

<sup>217</sup> Monti 2002, p. 53

<sup>218</sup> Piersanti e Rava 2000, pp. 11-13

<sup>219</sup> Ancarani et al. 2007, p. 25

- *Assalire e proteggere* – Sviluppato all'interno delle casematte e dedicato alle tecniche di difesa e offesa nel periodo medievale, permette di osservare modellini di macchine da guerra, riproduzioni di armi e parti di armature utilizzate per la difesa personale.
- *Scudi di pietra* – Situato al primo piano del Mastio, il percorso dotato di plastico meccanico e audiovisivi è dedicato alle tecniche utilizzate nella costruzione della Rocca.
- *Sezione archeologica* – Al secondo piano del Mastio vi è l'esposizione di vari reperti dall'epoca preistorica fino a quella medievale rinvenuti nell'area di Riolo Terme grazie agli scavi effettuati dalla Soprintendenza Archeologica dell'Emilia Romagna. Approfondimenti sulla Vena del Gesso Romagnola e sul territorio circostante completano il percorso.
- *Caterina Sforza* – Nella Sala del pozzo dell'antico Mastio sono presenti un allestimento e un video interattivo dedicati alla figura di Caterina Sforza.



Fig. 25. Vista esterna della Rocca di Riolo. Dettaglio della Torre Sud e della Torre Est (fotografia di Sara Obbiso).

#### • I visitatori

La cooperativa Atlantide<sup>220</sup> ha raccolto e condiviso la sua indagine annuale sul numero di visitatori della Rocca durante l'anno 2024. Al 31 dicembre 2024 i visitatori totali del museo sono stati 12.425, con un decremento rispetto all'anno precedente quando i visitatori erano 13.941.

Di questi 12.425 visitatori, 7.374 risultano non paganti e quindi o beneficiari del biglietto omaggio o aventi esclusivamente accesso al cortile e ai camminamenti di ronda (Grafico 4). In generale, come si può osservare dal grafico, il numero di visitatori non paganti è sempre più alto di quelli paganti.

<sup>220</sup> Si veda il sito <https://www.atlantide.net/>.

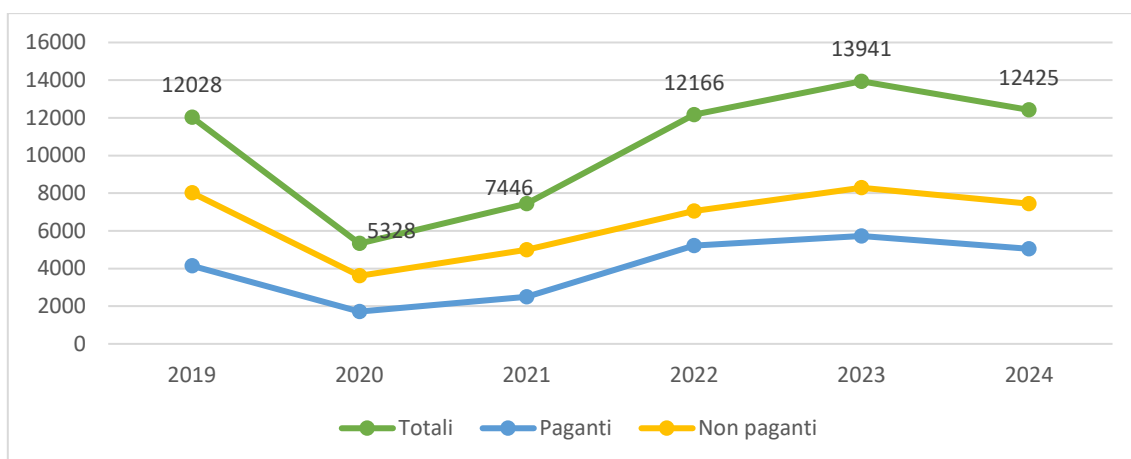


Grafico 4. Numero di visitatori totali per anno e differenziazione tra paganti e non paganti<sup>221</sup>.

### 2.3.2. Il progetto “A cielo Aperto”

La Regione esercita la pianificazione dei beni e delle istituzioni museali degli enti locali. Per la loro attuazione, predispone un programma pluriennale in cui vengono individuati gli obiettivi, gli indirizzi e le procedure per il raggiungimento delle finalità previste dalla Legge Regionale 18/2001<sup>222</sup> in materia di biblioteche, archivi e musei, quali favorire il continuo sviluppo, la qualificazione e il miglioramento dei servizi dell'istituzione culturale e valorizzare il patrimonio culturale regionale costruendo nuove opportunità di fruizione per i cittadini. Il progetto “A cielo aperto” è stato presentato dal Comune di Riolo Terme e dallo stesso Museo nell'ambito del Piano museale 2022 (Legge 18/2000), vincendo i contributi concessi dalla Regione Emilia-Romagna. Le attività proposte sono il risultato di una collaborazione avviata tra l'ente e il laboratorio FrameLAB, avente come fine la realizzazione di una complessiva ricostruzione e fruizione digitale della Torre Est e del territorio della Rocca di Riolo Terme nel XV secolo.

### 2.3.3. Lo studio preliminare

#### 2.3.3.1. Le necessità e la scelta delle tecnologie

Il Museo del paesaggio dell'Appennino faentino offre al suo interno quattro diversi percorsi di approfondimento legati alla Rocca e al suo territorio, articolati tra la Torre Est e il Mastio. L'ultimo piano della Torre Est è attualmente adibito a sala multimediale; l'arredamento fatto di tende, sedie, un tavolo per i relatori, e una struttura-armadio per i costumi storici (utile anche come superficie per la riproduzione da video-proiettore) e il suo assetto architettonico moderno (tetto) oscurano le fattezze originali dell'ambiente impedendo al visitatore di coglierne la forma e i dettagli quattrocenteschi (Fig. 26). L'obiettivo del museo era quindi quello di dare l'opportunità al pubblico di ovviare a questi ostacoli attraverso l'uso di strumenti digitali, tenendo in considerazione l'assenza di rete cablata all'interno della torre. Come descritto nel progetto “A cielo aperto”, infatti, le tecnologie digitali avrebbero permesso di migliorare la comunicazione, valorizzazione e fruizione del patrimonio della Rocca quale Museo di Qualità della Regione.

<sup>221</sup> La cooperativa Atlantide, responsabile della gestione del museo e dei suoi servizi, ha fornito l'indagine annuale condotta sugli ingressi dei visitatori alla Rocca sottoforma di tabelle Excel.

<sup>222</sup> L.R. 18/2001. Si veda <https://demetra.regione.emilia-romagna.it/al/assemblealegislativa:legge:2000>.

Come permettere quindi al visitatore di andare oltre l'attuale assetto, immergendosi in una realtà del tutto diversa da quella contemporanea? La tecnologia di realtà virtuale è sembrata fin da subito la giusta soluzione. Questa, infatti, permette di modificare la percezione di uno spazio trasformandolo, espandendolo, fornendo esperienze immersive e abbatte i limiti fisici e temporali facendo accedere l'utente a mondi diversi da quello reale. Inoltre, questo tipo di tecnologia non necessita obbligatoriamente dell'utilizzo di una rete internet per funzionare correttamente: difatti, esportando l'esperienza come APK, è possibile installarla all'interno dei visori VR ovviando a questo limite.



Fig. 26. Sala multimediale della Torre Est (fotografia di Gianna Bertacchi).

#### 2.3.3.2. La Riolo di XV secolo

Come già anticipato, il progetto “A cielo aperto” si poneva come obiettivo quello di offrire scenari significativi e plausibili di vita quotidiana del XV secolo visibili dalla Torre Est. Come prima cosa, è stata condotta una puntuale ricerca documentaria (di cui di seguito si dà un breve estratto) atta a ricostruire la vita quotidiana del borgo e del territorio circostante nel modo più verosimile e storicamente accurato possibile<sup>223</sup>. Si è approfondito l'uso delle armi d'assedio nella Romagna quattrocentesca la quale, contesa tra Medici, Sforza-Visconti e Papato, era attraversata da numerosi eserciti. Questo ha portato allo sviluppo di nuove tipologie di fortificazioni – come torri più basse, circolari e aggettanti, atte a contrastare le armi da fuoco ormai in uso<sup>224</sup>. Difatti, accanto alle già diffuse armi d'assedio come le catapulte, i manganelli e i trabucchi, un ruolo fondamentale è occupato dalle bombarde fungendo non più solo da mezzo difensivo ma anche offensivo<sup>225</sup>. In quest'epoca di conflitti, una posizione di rilievo era di conseguenza occupata dal mestiere del fabbro (o armaiolo). Molti armaioli, spesso proprietari di forni e fucine, erano dediti alla fabbricazione di armi ed equipaggiamenti protettivi come maglie metalliche, elmi e armature per la difesa del corpo, oltre che alla loro vendita<sup>226</sup>. Gran parte del loro profitto derivava dalle frequenti faide familiari: la gente, abituata a farsi giustizia da sola, possedeva infatti diverse armi come lame, dardi, coltelli, spade, scudi e balestre<sup>227</sup>.

<sup>223</sup> Nello specifico, la ricerca storica è stata condotta assieme alla Dott.ssa Sara Obbiso.

<sup>224</sup> Fiorini 2019, p. 16-18; Monti 2003, p. 91

<sup>225</sup> Romanoni e Bargigia 2017

<sup>226</sup> Picchianti 2018, p. 19

<sup>227</sup> Costa 1990, p. 20

Nel corso del XV secolo, le condizioni sanitarie nella Romagna erano terribili e i tassi di mortalità per epidemie e guerre erano estremamente elevati<sup>228</sup>. Nello specifico di Riolo, in mancanza di medici professionisti, la cura dei malati veniva spesso affidata a speziali, protomedici e talvolta persino a praticanti empirici e sedicenti guaritori. Per le medicazioni, questi si servivano di pozioni di erbe e, non di rado, di brandelli di serpente e formule magiche<sup>229</sup>. Le erbe medicinali come salvia, basilico, menta, iris, anice, lavanda, rosmarino e tanti altri erano comunemente coltivate negli orti dei monasteri, anche chiamati *Horti simplicium*<sup>230</sup>. Riolo stesso aveva un proprio monastero, situato a est, lontano dal paese, e tuttora noto come “Badia di San Pietro in Sala”. L'edificio fu costruito nel IX secolo dai monaci benedettini e soppresso da Papa Eugenio IV nel XV secolo. Oggi rimangono solo la cripta, il pozzo e il caratteristico campanile<sup>231</sup>.

#### 2.3.3.3. Gli oggetti

A seguito dell'indagine storica, nell'ottica di individuare ambientazioni utili allo sviluppo del prodotto digitale, l'attenzione è ricaduta sugli elementi esposti lungo il percorso museale del Museo; si è quindi deciso di realizzare scenari all'interno dei quali questi potessero essere ricollocati e contestualizzati. Dal percorso di visita sono stati quindi scelti uno o più elementi significativi della collezione da poter ricontestualizzare negli scenari di realtà virtuale. Nello specifico, è dal percorso “Assalire e proteggere” collocato nelle casematte della Torre Est che sono stati selezionati la maggior parte degli elementi: due modellini (catapulta e mantelletto), la bombarda di fine XV secolo conservata all'interno di una troniera e le riproduzioni di armi e parti di un'armatura. Dal percorso dedicato a Caterina Sforza, invece, sono state scelte le erbe officinali coltivate all'interno di alcuni terrari nel cortile della Rocca.

#### 2.3.3.4. Gli scenari

In seguito all'individuazione degli elementi caratteristici esposti lungo il percorso museale, e alla ricerca storica condotta sui vari aspetti legati alla vita nel XV secolo, si sono potute delineare le ambientazioni che potessero fornire ai visitatori informazioni utili alla comprensione della storia della Rocca e del territorio di Riolo. L'esperienza virtuale “A cielo aperto” è stata quindi articolata in quattro diversi scenari di cui uno principale (A) e tre secondari:

- **Scenario A – Torre Est.** Scenario di partenza dedicato alla Rocca di Riolo e, in particolare, alla Torre Est ripristinata nel suo aspetto originale di XV secolo. Per la sua ricostruzione sono impiegati i rilievi da Laser scanner e fotogrammetria;
- **Scenario 1 – Armi d'assedio.** Dedicato agli assedi e alle armi d'attacco e difesa utilizzate nel XV secolo. Al suo interno sono collocati i modelli 3D della catapulta, del mantelletto e della bombarda;
- **Scenario 2 – Officina del fabbro.** Dedicato alla rappresentazione di una delle tante botteghe artigianali presenti nella Rocca di XV secolo come quella dedicata alla produzione di armi e armature. Vi sono collocati i modelli 3D di spade, scudi, elmi, ecc.;
- **Scenario 3 – Erbario del monastero.** Dedicato all'esposizione delle erbe officinali tanto care a Caterina Sforza.

---

<sup>228</sup> Monti 2003, p. 91; Costa 1990, p. 7; Ferlini 1990, pp. 69-82; Golfieri 1990, pp. 310-312

<sup>229</sup> Costa 1990, p. 10

<sup>230</sup> Baggieri et al. 2020, p. 35; Ragazzini 1983

<sup>231</sup> Porta 2011

### 2.3.4. La metodologia digitale

#### 2.3.4.1. Le acquisizioni 3D

Al fine di ricavare dati geometrici utili ad ottenere una migliore rappresentazione 3D della Rocca di Riolo, nel maggio 2023 si è proceduto con il rilievo della fortezza tramite Laser Scanner e fotogrammetria aerea con drone, ponendo particolare attenzione alla Torre Est<sup>232</sup>. L'acquisizione dei dati metrici relativi all'intera superficie esterna della Rocca è stata effettuata con un Laser Scanner Terrestre Leica C5; le nuvole di punti ottenute sono poi state registrate sul software Leica CycloneTM v6.0. La campagna di rilievo fotogrammetrico con drone della Torre Est, invece, è stata condotta con un DJI Mavic 2 Pro<sup>233</sup>; le immagini raccolte sono poi state processate in Metashape Pro (v 1.7.1)<sup>234</sup>.

Una seconda giornata di rilievo, dedicata in questo caso all'acquisizione 3D dei modellini in legno delle armi d'assedio, si è svolta nell'ottobre del 2023. In particolare, sono stati acquisiti i modellini di una catapulta e di un mantelletto, relativamente un'arma d'assedio e una da difesa sicuramente in uso alla fine del XV secolo. Come primo passo, le riproduzioni in scala sono state tolte dalle teche in cui erano esposte e collocate in un punto della sala in cui l'illuminazione non avrebbe interferito con le operazioni di scansione. I modellini sono poi stati acquisiti con scanner a proiezione di luce strutturata (SLS) dell'azienda Artec: in particolare, date le dimensioni e il grado di dettaglio raggiunto dai modellini, è stato utilizzato lo scanner Artec Space Spider, uno strumento adatto all'acquisizione di oggetti di piccole e medie dimensioni con una risoluzione 3D fino a 0,1 cm<sup>235</sup>. Le scansioni sono state effettuate a 6 fps<sup>236</sup> e la sensibilità dello strumento è stata aumentata in modo da ovviare al problema della leggera riflettività dei modelli. Ogni scansione ottenuta è stata poi elaborata utilizzando il software proprietario Artec Studio Professional 15 e seguendo la procedura standard di creazione di un modello 3D (*editing*, allineamento, *global registration*, *outlier removal*, fusione e chiusura dei fori)<sup>237</sup>. È stata effettuata una semplificazione dei poligoni onde evitare che il peso eccessivo dei modelli gravasse sull'esperienza VR. Come ultimo passo, sono state poi applicate le texture con una risoluzione di 2.048 × 2.048. Infine, i modelli sono stati esportati in formato .OBJ.

#### 2.3.4.2. I modelli 3D

In generale, le fasi di acquisizione, post-processing e modellazione dei dati 3D sono state progettate e documentate strutturando il workflow così da rendere esplicite le fonti, i passaggi di elaborazione e il grado di intervento interpretativo, in linea con il London Charter e i Seville Principles<sup>238</sup>. La *pipeline* relativa alla creazione dell'esperienza di realtà virtuale è stata così divisa in tre fasi:

- Modello 1: modello base del borgo e del paesaggio con texture a bassa risoluzione.
- Modello 2: modello storicizzato, dotato di texture e dettagli architettonici storicamente plausibili + creazione di tre scenari secondari di vita quotidiana medievale.
- Modello 3: modello interattivo utilizzabile dal visore VR con interazioni e guida vocale.

---

<sup>232</sup> Le acquisizioni sono state effettuate rispettivamente dalle Dott.sse Gianna Bertacchi e Federica Giacomini.

<sup>233</sup> Drone con sensore CMOS da 1", obiettivo fisso Hasselblad L1D-20c da 35 mm e risoluzione di 5472x3648 pixel.

<sup>234</sup> Per approfondimenti sulla metodologia si rimanda a Collina et al. 2025c (articolo in attesa di *peer review*).

<sup>235</sup> Artec 3D 2023b, p. 4

<sup>236</sup> *Frame*, o fotogrammi, per secondo.

<sup>237</sup> Barzaghi et al. 2025

<sup>238</sup> Denard 2012; ICOMOS 2017

- Modello 1

Il Modello 1, comprendente il Castello di Riolo e il territorio circostante nel XV secolo, è servito da base per i successivi arricchimenti geometrici utili alla composizione degli scenari (Fig. 27)<sup>239</sup>.



Fig. 27. Modello 1 ottenuto su Rhino TM v7.

Per gestire al meglio la mole di dati generati dall'acquisizione tramite Laser Scanner, la nuvola di punti è stata importata nel software RhinoTM v7<sup>240</sup> e poi utilizzata come base per la modellazione della fortezza. Come prima cosa, i tetti della Rocca sono stati rimossi per ripristinare l'aspetto originale delle torri e quindi delle merlature. Per la creazione del borgo e del territorio, è stato fatto riferimento alle più antiche mappe catastali disponibili, ovvero il Catasto Gregoriano<sup>241</sup>, al Catasto attuale<sup>242</sup> disponibile nel database topografico della Regione Emilia-Romagna e al disegno acquerellato del Castello di Riolo di Domenico Dalmonte (Fig. 28). Inoltre, è stato ricostruito il rivellino all'ingresso del borgo e la Chiesa di San Giovanni Battista è stata dotata dei contrafforti laterali e del campanile originali.

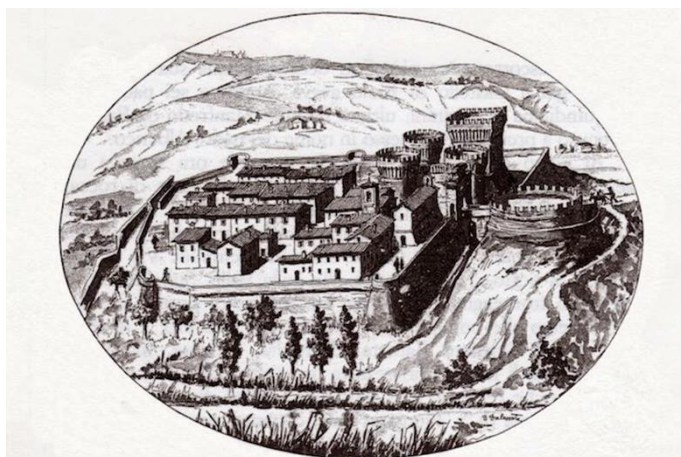


Fig. 28. Disegno acquerellato di Domenico Dalmonte. Archivio privato L. Costa, Riolo Terme (Costa, 1992).

<sup>239</sup> Questo modello è stato realizzato dalla Dott.ssa Gianna Bertacchi.

<sup>240</sup> Rhinoceros (o Rhino 3D) è un software commerciale di modellazione 3D di forme complesse e superfici scolpite. La scelta del software è stata dettata anche dalla familiarità dell'operatrice col suddetto software.

<sup>241</sup> <https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/applicazioni-gis/regione-emilia-romagna/cartografia-di-base/cartografia-storica/catasto-storico-terreni-di-ravenna>.

<sup>242</sup> [https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DBTR\\_HTML5/index.html](https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DBTR_HTML5/index.html).

Infine, per la ricostruzione del territorio, sono state utilizzate le curve di livello della Carta Tecnica Regionale, poi modificate secondo il disegno di Dalmonte, a cui è stata applicata una texture estratta da Google Earth™. Come ultimo step, il Modello 1 è stato esportato da Rhino in formato .FBX.

- Modello 2

Il Modello 2 è il risultato della particolarizzazione del Modello 1<sup>243</sup>. L'obiettivo principale è stato difatti quello di aggiungere dettagli architettonici più precisi e coerenti, creare gli scenari secondari di vita quotidiana e utilizzare texture storicamente accurate per una resa grafica fedele e ottimale. Una volta importato il Modello 1 in Blender<sup>244</sup>, gli oggetti più semplici sono stati modellati manualmente all'interno del software mentre quelli più complessi sono stati scaricati da librerie aperte come Sketchfab e CGTrader<sup>245</sup>.

Lo Scenario A, costituito dal modello della fortezza, del suo borgo fortificato e del territorio circostante, è stato il primo ambiente ad essere ricostruito nei suoi particolari (Fig. 29). Oltre ad aggiungere gli elementi caratterizzanti di spazi ed edifici (come infissi, balconi, carri, mercati, animali, ecc.), è stato effettuato un dettagliato lavoro di ricerca e ricostruzione sulle mura della fortezza, sulla porta di accesso al castello, sul fossato che circondava la Rocca e il rivellino e sui ponti levatoi. Come primo passo, le mura della Rocca sono state caratterizzate da feritoie, fori per le bombarde, marcapiani e mensole sui camminamenti e sulle torri, secondo quanto ancora visibile. Alle strutture murarie della fortezza e del borgo è stata poi applicata una texture simil-intonaco di colore rosso mattone, in contrasto rispetto all'immaginario di una fortificazione medievale<sup>246</sup>, ma perfettamente plausibile vista la presenza, già nella fase bolognese del XIV secolo, di intonaci affrescati a decorazione della torre (poi Mastio). Per la ricostruzione della porta originale del XV secolo, ormai andata perduta, sono state prese come riferimento strutture coeve della regione Emilia-Romagna, come la Rocca Brancaleone (Ravenna), il Castello di Vigoleno (Piacenza) e la Porta delle Chiavi (Faenza). Il fossato attorno alla Rocca, secondo le indagini archeologiche, era più profondo di quanto appaia oggi<sup>247</sup>; i dati raccolti con la campagna di rilievo ne restituiscono quindi una visione del tutto moderna. Questo ha quindi implicato l'abbassamento del livello di calpestio del fossato e la conseguente ricostruzione della porzione di fortezza oggi coperta. Infine, grazie alle informazioni pervenute dalle indagini archeologiche, sono stati eretti i divisori nel fossato e il ponte levatoio che dava accesso alla fortezza dal villaggio<sup>248</sup>. In generale, le informazioni riguardanti gli scavi archeologici riportate da Monti sono state il principale riferimento per la ricostruzione e la ricollocazione di tutti gli elementi "esterni" alla fortezza e ora non più o appena visibili.

I tre scenari dell'assedio, dell'officina e dell'erbario sono stati modellati come ambienti separati da quello principale e al loro interno, come già anticipato, sono stati inseriti e contestualizzati elementi e oggetti oggi esposti nel percorso museale della Fortezza.

---

<sup>243</sup> Nello specifico, il Modello 2 è stato realizzato assieme alla Dott.ssa Francesca Fabbri.

<sup>244</sup> Blender è un software di modellazione, animazione, rendering e composizione 3D e 2D, open source e gratuito. La scelta del software è stata dettata dalla sua semplicità di utilizzo, oltre che dalla familiarità delle operatrici con lo stesso.

<sup>245</sup> Per Sketchfab e CGTrader si vedano i siti <https://sketchfab.com/> e <https://www.cgtrader.com/>.

<sup>246</sup> Quinterio 2000, p. 29

<sup>247</sup> Monti 2002, p. 82-83

<sup>248</sup> Ivi, p. 77



*Fig. 29. Modello 2; render in Blender dello Scenario A.*

Per lo Scenario 1 è stato riutilizzato l'assetto dello scenario principale (A), posizionando l'assedio a ridosso del mastio. Sono quindi stati inseriti nell'ambiente i modelli 3D del mantelletto e della catapulta precedentemente acquisiti con scanner a luce strutturata e la bombarda di XV secolo esposta nelle casematte della Torre Est modellata a mano, oltre che altri elementi scaricati da Sketchfab e CG Trader come palizzate, soldati, sacchi, balestre, scale, un mangano animato, ecc. (Fig. 30).



*Fig. 30. Modello 2; render in Blender dello Scenario 1.*

Per la composizione generale dell'ambiente d'assedio è stato fatto riferimento a rappresentazioni storiche come "L'assalto alla città forte di Afrique" del Maestro di Harley Froissart <sup>249</sup>, "La scalata di Pontaudemer" della Chronique de Charles VII, roi de France<sup>250</sup>, "L'attacco a un castello con le catapulte" della Bibbia di Alba<sup>251</sup>, e "La morte di Bertrand du Guesclin" e "L'assedio al castello di Mortagne-sur-Gironde" della Chronique d'Angleterre<sup>252</sup>. In queste raffigurazioni del XV secolo sono chiaramente rappresentate macchine d'assedio in legno come catapulte, armi da lancio come archi e balestre, scale per risalire le mura delle fortezze e bombarde per sfondare le difese nemiche.

La bottega del fabbro (Scenario 2) è stata posizionata all'interno di uno degli edifici del borgo che si affacciano sulla piazza principale antistante la porta di accesso al castello, punto nevralgico del villaggio abbastanza vicino alla fortezza. Al suo interno sono state ricollocate le armi e le parti di armature tipiche dell'epoca e ora esposte all'interno del percorso museale e di cui esistono testimonianze d'archivio come spade, scudi, elmi, ecc. (Fig. 31). Per la ricostruzione dell'ambiente si è fatto riferimento a rappresentazioni storiche come la xilografia "Specchio della vita" del 1475 circa<sup>253</sup>.



Fig. 31. Modello 2; render in Blender dello Scenario 2.

Infine, l'idea di ricreare un erbario (Scenario 3) è nata dallo stretto legame tra Caterina Sforza e le erbe officinali che la sovrana utilizzava per la cura della sua bellezza e per altre ricette. Si è quindi deciso di far rivivere un *Horti simplicium* come quello che poteva esistere all'interno dell'Abbazia di San Pietro in Sala e di ricollocarvi le erbe medicinali oggi coltivate e visibili nel cortile della Rocca. La ricostruzione di una piccola porzione dell'abbazia si è basata sulle poche fonti storiche disponibili<sup>254</sup>. Da un sopralluogo nei primi decenni del XX secolo, si dice che la chiesa misurasse 8 m di larghezza e 17 m di lunghezza fino alla scala del presbiterio.

---

<sup>249</sup> Smith e Howill 1856

<sup>250</sup> Chartier 1858

<sup>251</sup> Arrangel 1430

<sup>252</sup> de Wavrin 1470

<sup>253</sup> Sánchez de Arévalo 1476

<sup>254</sup> Porta 2011; Gaddoni 1927

Dalle misurazioni effettuate con Google Earth™, l'edificio su cui si installa il campanile a vela (uno dei pochi elementi ancora esistenti) sembra corrispondere alle misure di Gaddoni. Inoltre, studiando l'edificio da mappe satellitari, sembra ancora esistere un piccolo cortile/chiostrato porticato sul lato nord dell'edificio. Questo ambiente è stato quindi scelto per rappresentare il possibile erbario dell'abbazia e modellato ricreando gli elementi visibili dalle immagini satellitari come il portico, i muri perimetrali e il campanile. Per l'allestimento dei terrari ci si è riferiti ad allestimenti recenti di erbari come quello del complesso abbaziale di San Pietro a Perugia e del castello Orsini di Vasanello (Viterbo). Lo scenario è stato poi "popolato" da alcuni elementi come zappe, panche e portoni scaricati dagli store online. A causa del peso proprio dei modelli 3D delle piante officinali si è deciso di aggiungerli in un secondo momento sul software Unreal Engine (Fig. 32). Una volta terminati, gli scenari sono stati esportati separatamente in formato .FBX.



Fig. 32. Modello 2; render in Blender dello Scenario 3.

- Modello 3

La messa a punto del Modello 3 è stata svolta sul software Unreal Engine v5.3<sup>255</sup>. Una volta terminati i modelli 3D dei quattro scenari, si è deciso come strutturare l'esperienza e le interazioni all'interno della VR<sup>256</sup>. La volontà è stata quella di offrire ai visitatori un'esperienza immersiva ma non sovraccarica di informazioni o input; di conseguenza, si è scelto di fornire loro delle narrazioni relativamente brevi con nozioni semplici ma interessanti sugli scenari da loro visitati, di ridurre le interazioni al minimo così da non far deviare la loro attenzione e di lasciarli liberi di esplorare gli scenari. Inoltre, si è voluto creare uno spazio di anteprima in cui i visitatori potessero apprendere le istruzioni di navigazione e provarle in autonomia prima di dare inizio all'esperienza.

---

<sup>255</sup> Unreal Engine è un motore grafico 3D proprietario disponibile con una licenza di tipo source-available utilizzato per creare videogiochi, film, animazioni e altre applicazioni interattive con grafica 3D. La scelta è ricaduta su questo software poiché permette di lavorare attraverso il linguaggio di programmazione visuale *Blueprint*, più facile da utilizzare per i non esperti. Si veda <https://www.unrealengine.com/en-US>.

<sup>256</sup> Il Modello 3 è stato realizzato assieme alla Dott.ssa Federica Giacomini che si è occupata dell'implementazione delle interazioni. La progettazione dell'esperienza e della veste grafica è invece stata oggetto di mia competenza.

Un diagramma esemplificativo dell'esperienza è riportato in Fig. 33. Come prima cosa sono stati preparati i cinque brevi testi relativi ai diversi scenari da esplorare, compreso quello di anteprima, ponendo particolare attenzione a non realizzare tracce troppo lunghe e sovraccariche di informazioni<sup>257</sup>. Alessandro Zaniboni, studente di doppiaggio presso la Universal Film Academy, è stato contrattualizzato per prestare la sua voce alle narrazioni. Dopo una prima prova di registrazione presso gli spazi dipartimentali, gli audio sono stati registrati, editati e mixati ed esportati dallo stesso narratore e poi inviati per l'inserimento all'interno dell'applicazione.

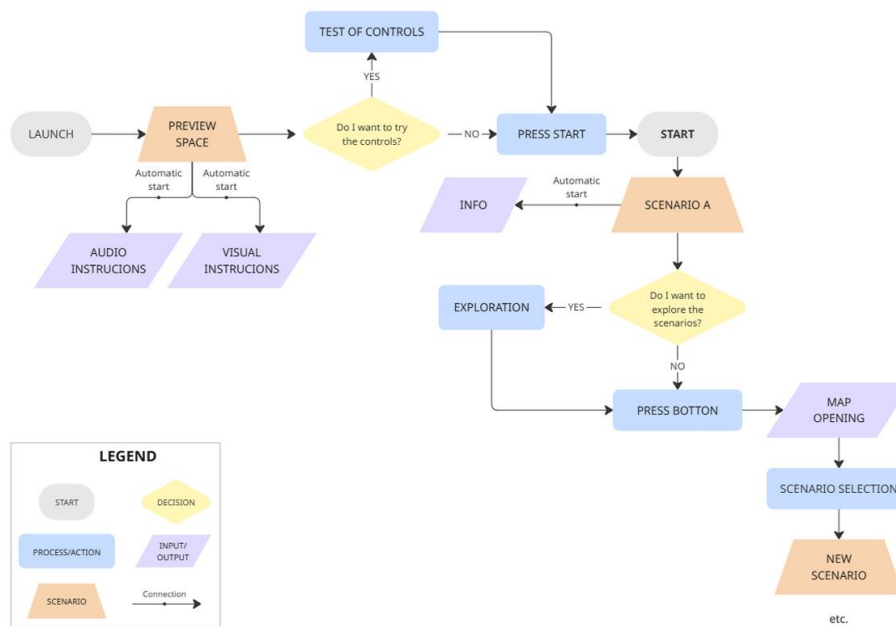


Fig. 33. Diagramma dell'UX relativo alla prima esperienza VR<sup>258</sup>.

In merito allo sviluppo della vera e propria applicazione VR, dopo aver creato un livello di riferimento metricamente georeferenziato grazie all'import del Modello 1 su Unreal Engine, con il plugin *Datasmith* è stato possibile sincronizzare la nostra ricostruzione con la nuova interazione VR evitando la perdita di dati. Il Modello 2 relativo allo Scenario A e le sue texture sono stati poi importati in formato .FBX, aggiunti elementi atmosferici per migliorare il realismo della scena ed è stata impostata l'illuminazione statica degli ambienti. Successivamente i tre scenari secondari sono stati importati e configurati come sottolivelli: ogni scenario è stato abbinato a un *Level Streaming Volume* permettendo di caricare i dati della scena esclusivamente quando attivati da condizioni specifiche nel *Blueprint* corrispondente. Grazie ai *NavMeshBoundsVolumes* è stato possibile rendere la mappa navigabile, posizionandoli e modellandoli così da delimitare le aree accessibili agli utenti. Per gli spostamenti all'interno degli spazi è stato utilizzato il teletrasporto, riducendo la *motion sickness*, mentre per consentire l'esplorazione dei diversi scenari è stata creata una mappa con il "*WidgetMenu*" accessibile da ogni livello tramite un pulsante interattivo su cui sono stati posizionati degli hotspot cliccabili (Fig. 34 e Fig. 35. Mappa dell'esperienza VR con i vari hotspot puntabili e cliccabili. Fig. 35)<sup>259</sup>.

<sup>257</sup> Rizvic et al. 2017; Bonacini 2021

<sup>258</sup> Collina et al. 2025c (articolo in attesa di *peer review*)

<sup>259</sup> I pannelli di mappa e istruzioni sono stati disegnati a mano dalla sottoscritta su Adobe Illustrator.

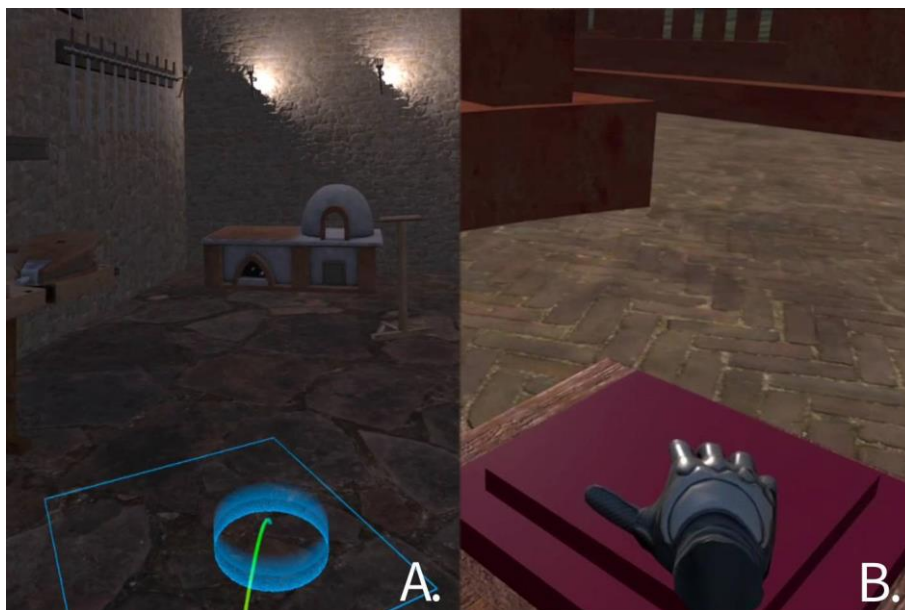


Fig. 34. A. Modalità teletrasporto all'interno degli scenari; B. Pulsante utile ad aprire la mappa degli scenari.



Fig. 35. Mappa dell'esperienza VR con i vari hotspot puntabili e cliccabili.

È stato poi aggiunto un livello di anteprima allo scopo di introdurre l'utente all'esperienza e fornirgli le informazioni necessarie alla navigazione degli spazi e degli scenari tramite una guida audio e un pannello illustrato (Fig. 36) <sup>260</sup>. Ogni scenario è stato dotato di guida narrata così da accompagnare il visitatore nell'esplorazione della Rocca in modalità "guidata". Prima di eseguire il *baking* delle luci, è stata utilizzata la modalità di visualizzazione ottimizzata della *lightmap* per regolare le risoluzioni degli elementi statici mentre, per migliorare la navigazione, tutte le texture sono state ridimensionate a un massimo di 2048x2048 pixel. Infine, il progetto è stato preparato e confezionato come file APK per dispositivi Android (ASTC).

<sup>260</sup> Questo pannello è accessibile anche nel livello principale, scorrendo la mappa verso il basso.

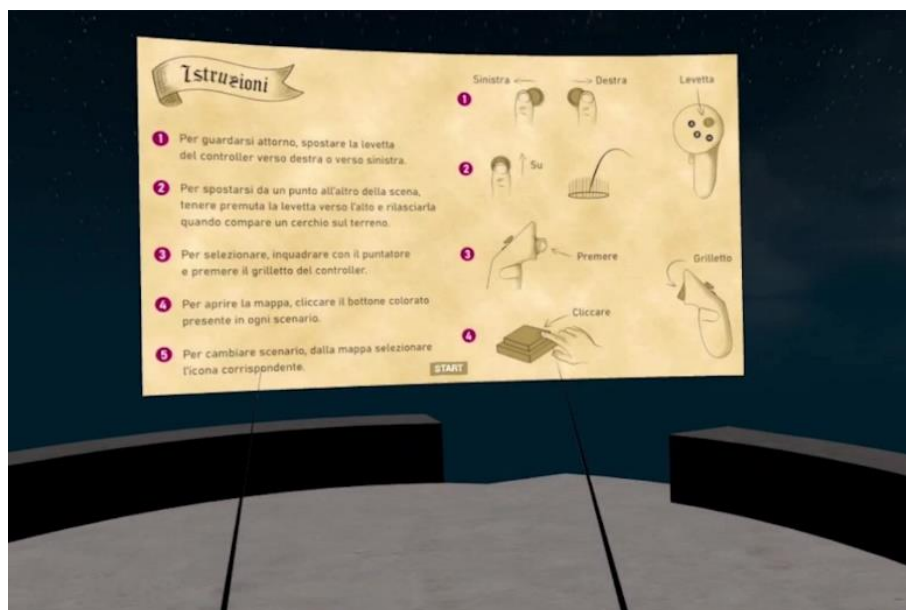


Fig. 36. Scenario di anteprima e pannello con istruzioni.

#### 2.3.4.3. La beta Virtual Reality

La VR ottenuta nella sua versione beta è strutturata come segue:

- **Livello introduttivo** – questo livello aiuta il visitatore ad ambientarsi. Come primo passo, una voce narrante fornisce tutte le istruzioni utili per la navigazione virtuale, in modo che l'utente possa memorizzare e testare i comandi in un ambiente neutro e proseguire con la navigazione vera e propria quando si sente pronto.
- **Scenario A - Torre Est** – l'esperienza inizia qui. Il visitatore si trova al centro della Torre Est, priva del tetto attuale, e gode così di una vista senza ostacoli sulla fortezza, sul villaggio e sul territorio. Dopo aver fornito informazioni utili sulla scena, una voce narrante invita l'utente a guardarsi intorno e/o continuare a esplorare gli altri scenari attraverso la mappa accessibile in ogni livello (l'invito viene ripetuto in tutti gli scenari).
- **Scenario 1 - Armi d'assedio** – questo scenario è collocato nel mastio. Intorno all'utente sono posizionate diverse bombarde, come quella conservata nelle casematte della Torre Est, e balestre con le relative munizioni. Al di là dei merli, lungo il pendio che porta alla fortezza, un esercito è all'attacco con le sue macchine da guerra. La voce narrante rassicura immediatamente l'utente sulla sua sicurezza e fornisce informazioni sulle diverse tipologie di armi da attacco e da difesa presenti sulla scena.
- **Scenario 2 - Officina del fabbro** – l'utente si trova nella piazza del villaggio, nel mezzo del mercato con le sue bancarelle. Viene invitato a entrare nella prima porta accanto a lui e a raggiungere così la bottega. Una volta entrato, il visitatore può osservare una serie di armi e attrezzature tipiche del XV secolo. Nel frattempo, la voce narrante racconta la professione del fabbro nella società di Riolo e ciò che veniva prodotto nella sua bottega. Per continuare l'esplorazione, il visitatore deve tornare nella piazza e trovare il bottone della mappa nascosto tra le merci esposte del mercato.
- **Scenario 3 - Erbario del monastero** – l'ultimo scenario proietta il visitatore all'interno dell'ipotetico chiostro della Badia di San Pietro in Sala. Qui si trovano grandi terrari contenenti erbe medicinali tipiche delle ricette di Caterina Sforza. Dopo aver fornito informazioni sull'abbazia e sulle erbe, il narratore saluta il visitatore.

La beta VR è stata installata presso il Museo del Paesaggio dell'Appennino Faentino nella Rocca di Riolo nel maggio 2024 e il personale del museo è stato istruito sul funzionamento dell'esperienza così da poter guidare al meglio i visitatori nella navigazione. Il venerdì 24 maggio 2024, l'applicazione è stata inaugurata e presentata alle autorità e alla cittadinanza.

### 2.3.5. I test di User Experience (UX)

#### 2.3.5.1. I test e la raccolta dati

- Gli utenti

Gli studi evidenziano l'assenza di uno standard nella selezione dei partecipanti ai test di *User Experience*: Gao e Boehm-Davis dividono i partecipanti in classi di età, Pei, Fu e Jiang prendono in considerazione solo giovani tra i 18 e i 29 anni, mentre i test di Okanovic et al. riflettono la composizione dei visitatori presenti all'inaugurazione<sup>261</sup>. La stessa problematica interessa la scelta del numero di partecipanti ai test UX. Da una revisione sistematica della letteratura emerge, come già trattato precedentemente, come il numero medio dei partecipanti alle analisi miste (sia quantitative che qualitative) a questo genere di test sia in generale di 15 partecipanti<sup>262</sup>. Considerando i pubblici eterogenei del Museo della Rocca di Riolo ed essendo la nostra un'analisi dell'esperienza mista, si è deciso di andare ad eseguire l'indagine su un campione di 20 individui divisi per quattro categorie generazionali<sup>263</sup>:

- *Baby Boomers*, nati tra il 1946 e il 1964;
- Generazione X, nati tra il 1965 e il 1980;
- Generazione Y, o Millennials, nati tra il 1981 e il 1996;
- Generazione Z, nati dal 1996 in poi.

In totale hanno partecipato 20 utenti maggiorenni, equamente distribuiti per ogni generazione. Questi sono stati reclutati su invito/passaparola all'interno del Dipartimento di Beni Culturali e dei corsi di laurea triennale e magistrale del Campus di Ravenna. È stata mandata loro una mail che chiariva lo scopo di questi test e, una volta confermata l'adesione all'esperimento, si è chiesta loro una disponibilità di orario per la partecipazione all'esperimento. Le caratteristiche demografiche dei partecipanti sono riportate in Tab. 12.

DATI DEMOGRAFICI		n	%
<b>Genere</b>	Maschi	5	20.0
	Femmine	15	80.0
<b>Generazione</b>	Gen Z	5	25.0
	Gen Y	5	25.0
	Gen X	5	25.0
	Baby boomers	5	25.0
<b>Livello di formazione</b>	Non laureati	4	20.0
	Laureati	16	80.0

Tab. 12. Distribuzione delle caratteristiche socio-demografiche.

<sup>261</sup> Gao and Boehm-Davis 2023; Pei et al. 2023; Okanovic et al. 2022

<sup>262</sup> Friedl-Knirsch et al. 2024

<sup>263</sup> Fry 2018

- Il questionario

Dopo un'accurata ricerca su quale potesse essere il giusto questionario da sottoporre agli utenti di questa sessione di User Experience, il modello proposto da Pei et al.<sup>264</sup> è sembrato adeguato alle nostre esigenze. Per prima cosa, come nell'articolo appena citato, è stato creato un Pre-test contenente i dati anagrafici e domande riguardanti la familiarità col Museo della Rocca di Riolo e con la tecnologia VR, utili a escludere l'impatto delle conoscenze pregresse sullo studio (Tab. 13)<sup>265</sup>. Successivamente, è stato creato il vero e proprio questionario di UX sulla base del modello di Pei et al. 2023. Questo è diviso in sei fattori quattro dei quali indicano la percezione dell'utente rispetto all'esperienza (*enjoyment, immersion, presence* ed *expectation*), mentre gli ultimi due si rifanno alla *System Usability Scale* (SUS) sviluppata da Grier et al. 2013 per misurare l'usabilità e la facilità di apprendimento della navigazione dell'esperienza (*usability* e *learnability*).

DIMENSIONE	DOMANDA	RISPOSTA
Dati Anagrafici	Età	
	Sesso	
	Titolo di studio	
	Professione	
Riolo	Conosci la Rocca di Riolo Terme?	Scelta multipla
	Conosci la storia della Rocca di Riolo Terme?	
	Hai già visitato la Rocca di Riolo Terme?	
VR	Conosci la tecnologia VR?	
	Hai mai provato un'esperienza VR?	

Tab. 13. Prima parte del questionario (Pre-test) dedicata ai dati anagrafici e alle conoscenze pregresse.

Per ogni fattore è stata svolta una selezione, adattamento e integrazione delle domande, eliminando quindi quelle più simili tra loro e/o sostituendole con domande riportate su altri studi, allo scopo di ottenere un questionario più breve ma in grado di raccogliere il maggior numero di informazioni utili alla valutazione della VR. Infine, sono state aggiunte tre domande aperte per raccogliere al meglio i feedback positivi e negativi degli utenti, oltre che i loro suggerimenti su come migliorare l'esperienza.

Il questionario, per un totale di 22 domande, è stato inserito su un modulo di Microsoft Forms e reso fruibile ai partecipanti attraverso un tablet (Tab. 14). Tranne nel caso delle domande aperte, le risposte sono state fornite su una scala *Likert* a 5 punti<sup>266</sup>, dove 1 corrisponde a "fortemente in disaccordo" e 5 a "fortemente d'accordo".

- I test

Le sessioni di test sono state svolte su un totale di quattro giornate, dal 24 al 27 aprile 2025, all'interno degli spazi dipartimentali in base alla loro disponibilità (in Fig. 37 un esempio di test svolto all'interno del FrameLAB).

<sup>264</sup> Pei et al. 2023

<sup>265</sup> Le domande del Pre-test sono state formulate ex novo poiché in Pei, Fu e Jiang 2023 mancano i riferimenti, forse per un errore di caricamento delle appendici all'articolo.

<sup>266</sup> Batterton e Hale 2017

DIMENSIONE	DOMANDA	RISPOSTA	FONTE
Enjoyment	Mi è piaciuto vivere questa esperienza.		Hall 2009
	Ho trovato l'esperienza divertente.		Pei et al. 2023
Immersion	Il tempo è sembrato volare durante l'esperienza.		Schaufeli et al. 2002 Pei et al. 2023
	Mi sono immers* nell'esperienza.		
	La narrazione mi ha suscitato interesse.		Okanovic et al. 2022
Presence	Sono stato completamente affascinat* dagli scenari.		Schubert et al. 2001 Pei et al. 2023
	L'ambiente in generale era realistico.		Okanovic et al. 2022
	Mi sembrava quasi di essere lì.		
Expectation	La mia esperienza è stata migliore di quanto mi aspettassi.		Bhattacharjee 2001 Pei et al. 2023
	Il livello di informazioni fornito dall'esperienza è stato migliore di quanto mi aspettassi.		
	Nel complesso, la maggior parte delle mie aspettative sull'esperienza sono state confermate.	5-point Likert scale	
	Mi sono sentit* in grado di usufruire dell'esperienza.		Gao e Boehm-Davis 2023
Usability	Ho trovato la navigazione generale semplice.		Grier et al. 2013 Pei et al. 2023
	Credo che la maggior parte delle persone imparerebbe a utilizzare i comandi molto rapidamente.		
	Interagire con i comandi è stato semplice.		Okanovic et al. 2022
	Ho avuto le vertigini mentre navigavo.		
	Ho avuto la sensazione che le mie mani reali corrispondessero alle mani virtuali.		Gao and Boehm-Davis 2023
Learnability	Avrei bisogno di supporto per poter ri-utilizzare questo sistema.		Grier et al. 2013 Pei et al. 2023
	Ho dovuto imparare molte cose prima di poter utilizzare questo sistema.		
Domande Aperte	Cosa ti è piaciuto di questa esperienza VR?		-
	Cosa invece non ti è piaciuto?	Risposta breve	
	Cosa cambieresti/aggiungeresti?		

Tab. 14. Seconda parte del questionario dedicata alla User Experience (UX)<sup>267</sup>.

Ogni sessione è durata indicativamente 45 minuti ed è stata strutturata come segue:

- *Introduzione alla ricerca* – i partecipanti sono stati informati sulle generalità del progetto come nome, museo nel quale è installato, finalità di questa applicazione VR, che tipologia di ricostruzioni avrebbero visto e finalità dei test.
- *Consenso informato* – agli utenti favorevoli, è stata fatta firmare la “Liberatoria per l'utilizzo del ritratto/riprese audio-video”.
- *Pre-test* – tramite tablet, gli è stata sottoposta la prima parte del questionario.

<sup>267</sup> Gao e Boehm-Davis 2023; Pei et al. 2023; Okanovic et al. 2022; Grier et al. 2013; Hall 2009; Schaufeli et al. 2002; Bhattacharjee 2001; Schubert et al. 2001

- *Introduzione all'esperienza* – sono state poi fornite all'utente le informazioni necessarie ad affrontare l'esperienza di VR, cioè come usufruirne e cosa avrebbero incontrato.
- *Esperienza VR* – i partecipanti sono stati fatti posizionare in uno spazio con almeno 1 m di raggio attorno in modo da potersi muoversi liberamente senza urtare superfici o oggetti. Gli è poi stato fatto indossare il visore e sono stati consegnati loro i controller. Data la presenza di istruzioni nello scenario di anteprima, si è detto loro di chiedere aiuto solo nel caso in cui queste non fossero sembrate chiare, permettendo ai partecipanti di usufruire dell'esperienza nella maniera più autonoma possibile.
- *Questionario di UX* – una volta terminata l'esperienza, è stata sottoposta loro la seconda parte del questionario e, una volta completato, sono stati ringraziati e congedati.



Fig. 37. Sessione test di User Experience (UX).

#### 2.3.5.2. L'analisi dei dati

- Analisi quantitativa

I risultati del pre-test hanno mostrato come il 50% dei partecipanti fosse a conoscenza dell'esistenza della Rocca di Riolo Terme, ma solo il 10% l'avesse già visitata. Per quanto riguarda la conoscenza pregressa della tecnologia VR, il 45% dei partecipanti aveva già avuto un'esperienza di realtà virtuale al momento del test.

Per l'analisi dei dati derivati dalla seconda parte del questionario sulla UX della Rocca di Riolo, abbiamo voluto analizzare tre valori fondamentali nell'indagine statistica<sup>268</sup>: la media, la Deviazione Standard (DS) e il Coefficiente di Variazione (CV).

---

<sup>268</sup> Theodorsson 2025

In generale, i valori medi delle prime quattro dimensioni (*enjoyment, immersion, presence* ed *expectation*) si mostrano piuttosto alti e con un coefficiente di variazione tra lo 0.1 e lo 0.3 indice di una variabilità moderata; nel caso della *usability* e della *learnability*, invece, i valori medi tendono a scendere facendo conseguentemente alzare il coefficiente di variazione e mostrando quindi una bassa coerenza nelle risposte (Tab. 15)<sup>269</sup>. Analizzando nel dettaglio le risposte delle diverse categorie generazionali, per le prime quattro dimensioni la Generazione X è risultata la più soddisfatta dell'esperienza, mentre i *Baby Boomers* hanno espresso meno entusiasmo (Grafico 5). In generale, per quanto riguarda la *usability* e la *learnability*, i punteggi sono stati più bassi.

Le generazioni Z e Y sono state in grado di utilizzare i comandi con maggiore facilità, mentre i *Baby Boomers* hanno espresso la necessità di ricevere ulteriori istruzioni sulla navigazione per godersi nuovamente l'esperienza e hanno dichiarato di aver dovuto imparare molte cose prima di iniziare. In generale, tutte le generazioni non sembrano aver sofferto di *motion sickness* durante la navigazione (Grafico 6).

- Analisi qualitativa

Nelle domande aperte, i partecipanti hanno espresso le loro opinioni sull'esperienza, mostrando un generale apprezzamento per il grado di immersione raggiunto, per le ambientazioni storiche e per la possibilità di esplorare gli scenari in autonomia. Di contro, è stata denunciata la limitata possibilità di interazione con lo spazio e gli oggetti, così come la scarsa verosimiglianza di alcuni elementi grafici e la difficoltà nell'utilizzo dei comandi. Tra i suggerimenti più ricorrenti, infatti, figurano la possibilità di interagire maggiormente con gli asset disseminati negli spazi, la riduzione e la semplificazione dei controlli e il miglioramento della verosimiglianza degli scenari.

L'osservazione degli utenti durante la fase di test ha evidenziato alcuni comportamenti generalmente ripetuti, come la scarsa attenzione alle istruzioni iniziali, la conseguente necessità di chiedere informazioni ai ricercatori e la preferenza per l'esplorazione dello scenario a discapito dell'ascolto della narrazione. Per quanto riguarda l'applicazione stessa, quando gli utenti si muovevano nello spazio troppo velocemente, soprattutto all'interno dello Scenario A (il più ricco di elementi e, quindi, il più pesante), l'esperienza tendeva a bloccarsi e doveva essere riavviata.

La nostra valutazione di *User Experience* aveva un duplice obiettivo: da una parte quello di validare il lavoro e valutare il successo di questa applicazione nella sua versione Beta, dall'altra quello di raccogliere impressioni, commenti e suggerimenti così da poter esplorare la possibilità di implementare l'esperienza con nuove interazioni e contenuti. Questo tipo di valutazione, infatti, ha il vantaggio di fornire ai progettisti/sviluppatori un feedback immediato sulla risposta degli utenti all'esperienza<sup>270</sup>.

---

<sup>269</sup> Un CV < 0.1 (10%) = bassa variabilità delle risposte (dati omogenei); CV tra 0.1 e 0.3 = moderata variabilità; CV > 0.3 (30%) = alta variabilità (dati non omogenei).

<sup>270</sup> Okanovic et al. 2022

DIMENSIONE	DOMANDA	MEDIA	SD	CV
Enjoyment	Mi è piaciuto vivere questa esperienza.	4.50	1.00	0.22
	Ho trovato l'esperienza divertente.	4.55	0.68	0.14
Immersion	Il tempo è sembrato volare durante l'esperienza.	4.40	0.68	0.15
	Mi sono immers* nell'esperienza.	4.65	0.67	0.14
	La narrazione mi ha suscitato interesse.	4.55	0.60	0.13
Presence	Sono stato completamente affascinat* dagli scenari.	4.45	0.68	0.15
	L'ambiente in generale era realistico.	4.15	0.74	0.17
	Mi sembrava quasi di essere lì.	4.30	0.73	0.17
Expectation	La mia esperienza è stata migliore di quanto mi aspettassi.	4.40	0.75	0.17
	Il livello di informazioni fornito dall'esperienza è stato migliore di quanto mi aspettassi.	4.15	0.74	0.18
	Nel complesso, la maggior parte delle mie aspettative sull'esperienza sono state confermate.	4.45	0.68	0.15
Usability	Mi sono sentit* in grado di usufruire dell'esperienza.	4.15	0.87	0.20
	Ho trovato la navigazione generale semplice.	3.90	0.85	0.22
	Credo che la maggior parte delle persone imparerebbe a utilizzare i comandi molto rapidamente.	3.75	1.01	0.27
	Interagire con i comandi è stato semplice.	3.65	0.98	0.27
	*Ho avuto le vertigini mentre navigavo.	3.90	1.16	0.30
	Ho avuto la sensazione che le mie mani reali corrispondessero alle mani virtuali.	3.70	1.17	0.31
Learnability	*Avrei bisogno di supporto per poter ri-utilizzare questo sistema.	3.30	1.26	0.38
	*Ho dovuto imparare molte cose prima di poter utilizzare questo sistema.	3.95	1.05	0.26

Tab. 15. Statistiche riassuntive relative a ogni domanda: Media, Deviazione standard (SD) e Coefficiente di variazione (CV). \* Le domande contrassegnate rappresentano comportamenti negativi, pertanto le risposte sono state integrate prima del calcolo.

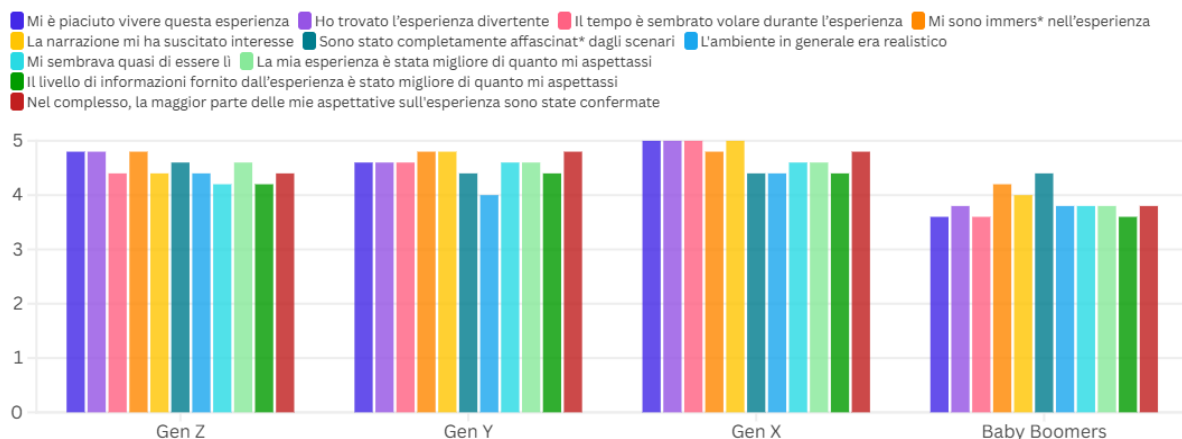


Grafico 5. Media per le dimensioni enjoyment, immersion, presence ed expectation per ogni categoria generazionale.

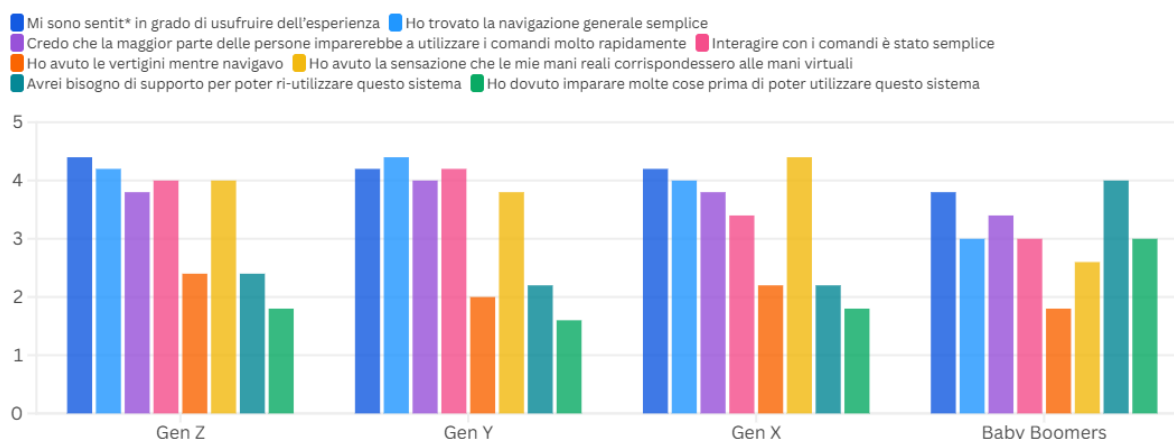


Grafico 6. Media per le dimensioni usability e learnability per ogni categoria generazionale.

### 2.3.6. L'ottimizzazione

Nonostante i risultati dei test abbiano mostrato una risposta generalmente positiva all'esperienza beta, si sono manifestate alcune problematiche come la limitata interazione con gli oggetti facenti parte delle scene, la difficoltà di utilizzo dei comandi e la poca autenticità delle ambientazioni. Si è quindi deciso di rimettere mano all'esperienza così da dotare il Museo di uno strumento più efficace, immersivo e interattivo, migliorandola in ognuno degli aspetti più criticati.

- I modelli

In primo luogo, allo scopo di ottenere degli scenari realistici e più fondati storicamente, si è richiesto il coinvolgimento di un esperto in grado di fornire i riferimenti storici più adeguati a una restituzione puntuale della Rocca e del suo borgo. Nell'ambito di un diverso progetto chiamato "Castelli invisibili delle vallate del Senio e del Lamone"<sup>271</sup>, di cui però la stessa Rocca di Riolo fa parte, si è richiesta la consulenza storica del professor Enrico Cirelli, professore associato dell'Università di Bologna.

I modelli delle abitazioni del borgo sono stati dapprima decimati e semplificati, portando la geometria ad essere il più *low poly* possibile e, per caratterizzare al meglio gli edifici, sono stati presi ad esempio i portici di Brisighella e Bologna e l'estetica tipica delle "case a graticcio"<sup>272</sup> (Fig. 38). Facendo riferimento al ciclo di affreschi "Allegoria ed effetti del Buono e del Cattivo Governo", realizzato da Ambrogio Lorenzetti tra il 1338 e il 1339 nel Palazzo pubblico di Siena, e al "Ciclo dei mesi", attribuito al maestro Venceslao tra fine 1300 e inizio 1400, alle abitazioni del borgo è stata assegnata una texture simil-intonaco di colori tra cui il bianco, il rosso e il grigio e sono stati aggiunti i comignoli.

<sup>271</sup> Il progetto, dal titolo completo "Castelli invisibili delle vallate del Senio e del Lamone. Valorizzazione, digitalizzazione e nuove opportunità di studio per una innovativa visione di una delle identità più riconoscibili della Romagna", è stato presentato e vinto dall'Unione della Romagna Faentina nel 2024 nell'ambito del "Bando per la Digitalizzazione del Patrimonio Culturale della Regione Emilia-Romagna (Programma Regionale FESR 2021-2027)" con lo scopo di sviluppare itinerari virtuali e reali attorno ai siti dei principali insediamenti fortificati di Brisighella, Rontana, Ceparano, Castel Bolognese, Monte Battaglia, Riolo Terme e Solarolo.

<sup>272</sup> Guarnieri 2007, p. 129. Alcune "case a graticcio" sono ancora visibili in città come Biella (BI), Monza (MB) o Bergamo Alta (BG).



Fig. 38. A. Dettaglio di un edificio porticato, Bologna (BO); B. Dettaglio di una “casa a graticcio”, Biella (BI).

Infine, data l’inverosimile distanza tra le strutture abitative e le mura riportata nel disegno di Dalmonte, si è deciso di ricalcare l’estensione da alcune piante storiche (Fig. 39). Le mura del castello, su riferimento agli impianti medievali ancora esistenti di Monteriggioni e Gradara, sono state rialzate a 5 m di altezza dal pavimento del borgo e dotate di merlature. Le stesse modifiche sono state apportate alle torri, rialzate rispetto al piano di camminamento del borgo di 8 m e dotate di merlature<sup>273</sup>. Infine, sulla sommità delle mura è stato creato un camminamento sorretto da travature. Sulla struttura della Rocca in sé non sono stati effettuati particolari cambiamenti, se non una più puntuale semplificazione dei poligoni. I “tramezzi” del fossato stati innalzati, dotati di merlature e vi sono stati aperti degli archi funzionali al passaggio dell’acqua.

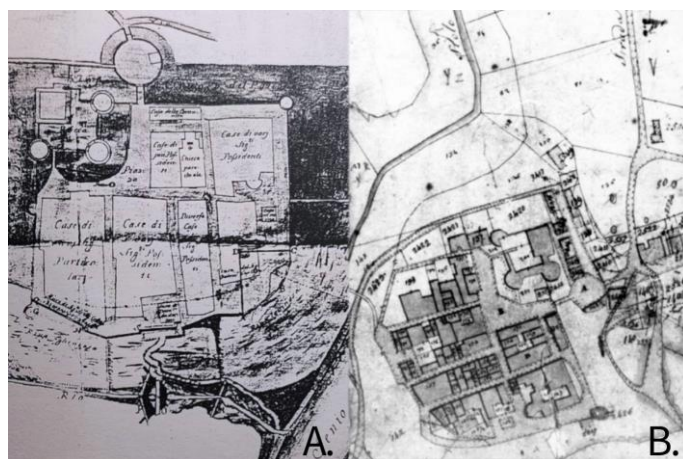


Fig. 39. A. Progetto per il risanamento delle mura del castello, 1766; B. Pianta del castello e del borgo di Riolo secondo il catasto napoleonico, 1814.

In questa seconda fase, forti della consulenza storica, si è deciso di realizzare il “rivellino del soccorso”, omesso nella prima ricostruzione.

<sup>273</sup> In Piersanti e Rava 2000, p. 158 è riportata una fotografia di inizio 900 dove una delle torri appartenente alle mura risulta di gran lunga più alta rispetto ad ora.

Dalla pianta del 1766 se ne comprende l'ingombro e la posizione rispetto alla struttura del mastio mentre da un disegno dell'artista Liverani del 1850 circa si intravede l'evoluzione del probabile collegamento tra porta e rivellino (Fig. 40A); inoltre, la "portella del soccorso" è ancora oggi visibile e accessibile (Fig. 40B).

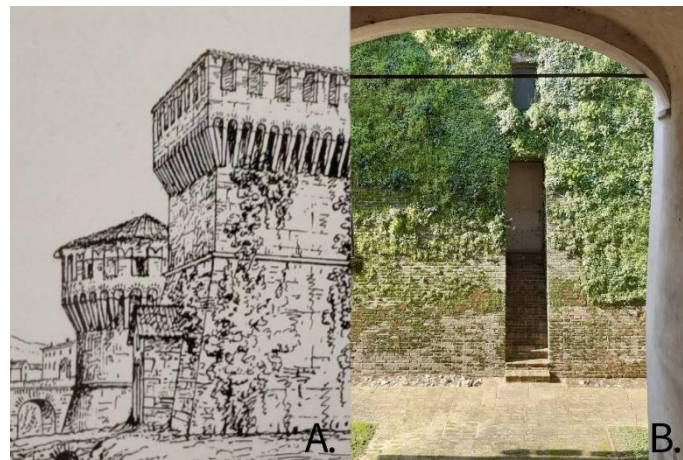


Fig. 40. A. La "portella del soccorso" in un disegno a inchiostro di Romolo Liverani, 1850 circa. B. La portella oggi.

Date le dimensioni ridotte dell'elemento rispetto al più esteso rivellino principale, questo è stato alzato di circa 9 m dal livello del fossato (più merlature) e di circa 2,5 m rispetto alla sommità dei rispettivi muri di contenimento. È stato poi collegato al mastio tramite una struttura semi-mobile (muratura più ponte levatoio) simile a quella utilizzata per accedere al rivellino principale. Infine, la sommità è stata dotata di merlature (Fig. 41A). Dalla pianta del 1766 si po' vedere anche l'ingombro sul rivellino principale della *caxella custodiae diurnae*. Come per il "rivellino del soccorso", si è deciso di procedere alzando una struttura di 5 m più merlature, dotata di ingresso e di pensilina in legno (Fig. 41B). Lo Scenario 1 – Armi d'assedio non è stato interessato da nessuna modifica, se non dalla decimazione dei poligoni degli asset che ne componevano la scena. Ben diverso il discorso per gli scenari 2 e 3. La Bottega del fabbro, essendo direttamente connessa alla piazza, è stata ripensata così da meglio armonizzarsi al nuovo aspetto del borgo.

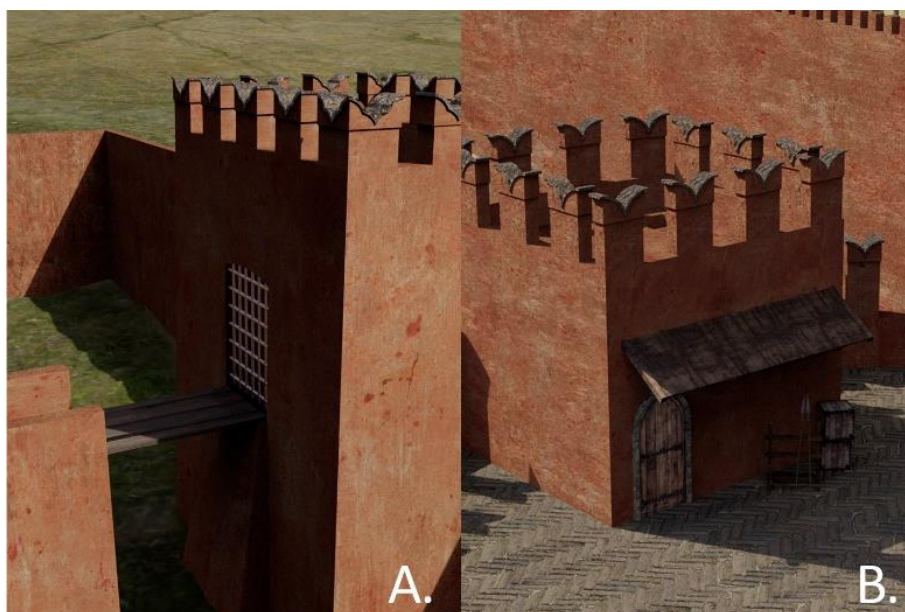


Fig. 41. A. La ricostruzione del "rivellino del soccorso"; B. La ricostruzione della *caxella custodiae diurnae*.

All'esterno sono stati aggiunti degli espositori all'ingresso, oltre che un'insegna (Fig. 42). All'interno, invece, lo spazio è stato ampliato e popolato di strumenti di lavoro, armi e armature.



*Fig. 42. Dettaglio della nuova bottega del fabbro.*

Per quanto riguarda la piazza e il suo mercato, per meglio particolareggiarli, si è fatto riferimento alle rievocazioni medievali del “Mercato delle Gaite”, una delle più importanti e autentiche rievocazioni storiche italiane che si tiene ogni anno a Bevagna (PG) (Fig. 43). Sono quindi stati inseriti banchetti di alimentari come frutta, verdura, carne e pesce, oltre che banchetti di stoffe, utensili e suppellettili. Per quanto riguarda lo Scenario 3 – L'erbario del monastero, è stata mantenuta la struttura originaria della scena. Sono stati sostituiti alcuni asset come le porte e gli utensili e alcune texture allo scopo di rendere l'ambiente più verosimile. Inoltre, in questa fase, si è proceduto a popolare la scena con le erbe officinali e con un acciottolato (Fig. 44).



*Fig. 43. Nuovo aspetto del borgo di Riolo e del suo mercato.*



Fig. 44. Vista del nuovo erbario del monastero.

In generale, per ogni texture e con l'obiettivo di ottenere una simulazione realistica dell'interazione della luce con la superficie degli oggetti<sup>274</sup>, si è deciso di mantenere, quando e se possibile, solo le mappe PBR principali – *base color*, *metallic*, *roughness*, *normal*, *alpha* e *displacement*. Prima dell'export finale degli scenari, sono stati effettuati dei *baking* cumulativi in 4K delle texture allo scopo di portare su Unreal risultati visivi di qualità più alta; difatti, "fissare" gli effetti dell'illuminazione globale e delle ombre permette di ottimizzare le prestazioni alleggerendo il peso dei modelli complessivi ed evitando che il motore di *rendering* del software – in questo caso Unreal Engine – ne calcoli gli effetti ogni volta<sup>275</sup>. Infine, ogni scenario è stato esportato in formato .FBX<sup>276</sup>.

---

<sup>274</sup> Farella et al. 2022

<sup>275</sup> Si veda <https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/cycles/baking.html>.

<sup>276</sup> Si specifica che il lavoro di ottimizzazione è stato portato avanti in autonomia.

## 2.4. Musei di storia e archeologia. Il Museo Archeologico Nazionale di Ravenna

### 2.4.1. La storia, gli allestimenti, i visitatori

- La storia

Il Museo Nazionale di Ravenna nasce per iniziativa dello scultore Enrico Pazzi tra il 1877 e il 1889. Nel 1885, anche in ragione dell'importante ruolo svolto da alcuni illustri ravennati nelle nuove istituzioni del Regno d'Italia, il Museo si trasforma da Civico a Nazionale. Inizialmente incluso all'interno dell'antica abbazia di Classe in Città, con lo storico Corrado Ricci trova sede nel 1910 all'interno del complesso benedettino di San Vitale, uno dei siti architettonici più significativi per la città<sup>277</sup>. Tra il 1913 e il 1914, sotto la direzione di Giuseppe Gerola si procede al riallestimento dei reperti marmorei dei due chiostri al piano terra, oltre che a un iniziale allestimento delle salette al primo piano. I lavori di completamento proseguono fino all'inaugurazione del 1921 con Ambrogio Annoni. A seguito del secondo conflitto mondiale il Museo subisce gravi danni; diventa quindi necessaria una riorganizzazione, oltre che restauro, degli spazi. In quel momento entra in gioco la Soprintendenza Archeologica di Bologna, momentanea affidataria della direzione. Infine, un ultimo passaggio negli anni '60 pone definitivamente il Museo sotto il controllo della Soprintendenza di Ravenna, la quale dà il via a una nuova gestione attraverso l'allestimento di mostre poi diventate ordinamenti espositivi permanenti<sup>278</sup>.

- Gli allestimenti

Attualmente il percorso è suddiviso tra i due piani del museo. Al piano terra la collezione lapidaria si estende nei primi due chiostri del museo e nelle salette adiacenti, mentre al piano primo, collezioni eterogenee legate al territorio si collocano lungo i perimetri dei due chiostri sottostanti. Nello specifico, le tipologie di oggetti esposti sono:

- *Piano terra* – nei due chiostri sono esposte le collezioni lapidarie dall'età romana fino all'età moderna (Fig. 45); nelle stanze laterali – Sala delle Erme e delle antichità, Sala della Porta Aurea e Sala delle necropoli del territorio – sono conservate rispettivamente una collezione di bassorilievi e statuaria di provenienza eterogenea, i resti dell'antico accesso monumentale alla città di Ravenna voluto dall'imperatore Claudio nel 43 d.C. e materiali recuperati da scavi archeologici eseguiti nel territorio romagnolo. Infine, vi è il grande Refettorio nel quale sono conservati gli affreschi provenienti dalla chiesa di Santa Chiara<sup>279</sup>.
- *Piano primo* – attraverso lo Scalone Fiandrini si sale al piano superiore del museo dove si possono osservare collezioni di antichi bronzetti e l'antico mobilio da farmacia. Vi sono inoltre le sale dedicate alla nascita del Museo Nazionale, la sala sulla Ravenna tardoantica e bizantina e quelle dei tessuti antichi, degli avori e degli arredi lignei<sup>280</sup>. Lungo il confine del secondo chiostro si susseguono sale riservate alle icone, alla numismatica, un corridoio dedicato ad armi e armature e sette sale interessate da un riallestimento e dedicate all'arte romagnola (XV - XVIII secolo)<sup>281</sup>.

---

<sup>277</sup> Ranaldi 2011, p. 3-4

<sup>278</sup> Fiori e Scalini 2019, p. 5

<sup>279</sup> Muratori 1937; Ranaldi 2014, p. 98; Ranaldi 2015; Fiori e Scalini 2019, pp. 21-22; Volpe 2017

<sup>280</sup> Bovini, 1951; Martini, 1985; Martini e Rizzardi 1990; Rizzardi 1993; Martini 2004; Fiori 2019

<sup>281</sup> Pavan, 1979; Zurlì e Iannucci, 1982; Ercolani Cocchi, 1983; Boccia, 1989



Fig. 45. Il Chiostro I con l'esposizione dei materiali lapidei del Museo Nazionale di Ravenna.

- I visitatori

L'Ufficio di Statistica del Ministero della Cultura MIC, nella sua indagine annuale "Visitatori e introiti di Musei, Monumenti e Aree Archeologiche Statali"<sup>282</sup>, ha pubblicato i dati relativi alle visite effettuate al Museo Nazionale di Ravenna durante l'anno 2024. Al 31 dicembre 2024 i visitatori totali del museo erano 23.425, con un decremento rispetto all'anno precedente quando i visitatori erano 25.674<sup>283</sup>. Di questi 23.425, 16.566 risultano non paganti e quindi beneficiari del biglietto omaggio. Come si può osservare nel Grafico 7, il numero di visitatori non paganti è sempre più alto di quelli paganti, fatta eccezione per l'anno 2021.

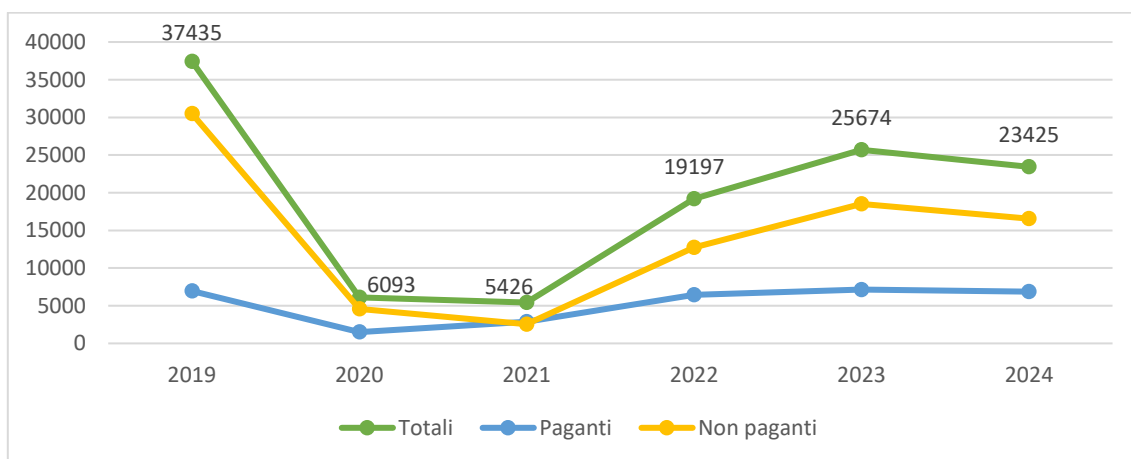


Grafico 7. Numero di visitatori totali per anno e differenziazione tra paganti e non paganti<sup>284</sup>.

<sup>282</sup> Ufficio di Statistica 2025, p. 5

<sup>283</sup> Ufficio di Statistica 2024, p. 9

<sup>284</sup> Ufficio di Statistica 2021, p. 10; Ufficio di Statistica 2022a, p. 6; Ufficio di Statistica 2022b, p. 5; Ufficio di Statistica 2023, p. 9; Ufficio di Statistica 2024, p. 9; Ufficio di Statistica 2025, p. 5

## 2.4.2. Lo studio preliminare

### 2.4.2.1. Le necessità e la scelta delle tecnologie

In generale, a eccezione delle ultime sale appena ristrutturare, le collezioni e i rinvenimenti esposti lungo i chiostri dell'antico monastero sono resi fruibili in un percorso museale complesso a causa della disomogeneità e della sovrabbondanza dei materiali in esso esposti (Fig. 46A), oltre che per l'intricato percorso su cui sono articolate le diverse sale. Inoltre, la scarsità di informazioni che accompagnano il visitatore durante il percorso di visita impedisce una chiara comprensione delle collezioni, oltre che del loro contesto. Difatti, le schede informative sono presenti in una minima quantità rispetto alla mole di reperti esposti e le nozioni riportate risultano perlopiù complesse e destinate a un pubblico di esperti. Questo, unitamente a uno stile grafico poco attrattivo, fa in modo che l'attenzione del visitatore non venga catturata e che la comunicazione del reperto venga meno (Fig. 46B).

Gli obiettivi della direzione del museo, come conseguenza dell'impulso digitale dato dal Covid-19, miravano alla valorizzazione digitale delle collezioni, anche attraverso applicativi virtuali in grado di comunicare al meglio il patrimonio e di mettere in evidenza i reperti di maggior rilevanza, e alla conseguente capacità di coinvolgere un numero maggiore di visitatori, stimolando l'interesse verso il percorso. Allo scopo di creare un prodotto digitale informativo, accattivante e coinvolgente, si è deciso di realizzare un'esperienza di visita degli spazi museali sotto forma di Virtual Tour a 360° in cui collocare informazioni e contenuti (tra cui i modelli tridimensionali di alcuni reperti).

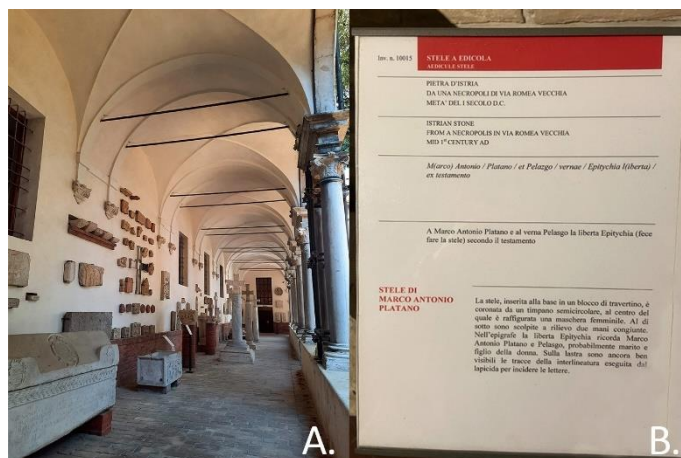


Fig. 46. A. Il Chiostro II con l'esposizione di numerosi materiali lapidei; B. Esempio di scheda informativa esposta lungo il percorso del Chiostro I.

### 2.4.2.2. Le grafiche

L'apparato grafico, su richiesta del Museo, si era ispirato allo stile *Art déco* di alcune teche espositive del vecchio allestimento novecentesco. Grazie alla collaborazione delle studentesse della Laurea Magistrale a Ciclo Unico in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali (Università di Bologna – Campus di Ravenna) il logo, le icone, la "barra delle icone", la mappa, i font, i colori e le schede informative sono stati pensati, disegnati con Adobe Illustrator e Adobe Photoshop e abbinati così da richiamare l'atmosfera dell'epoca (Fig. 47).



Fig. 47. I vari elementi grafici realizzati per l'interfaccia del Virtual Tour.

### 2.4.2.3. Gli oggetti

Come primo passo è stata effettuata una selezione degli oggetti esposti al piano terra del Museo, ovvero nei due chiostri e nelle sale limitrofe: in tutto, per il loro interesse storico e culturale, sono stati scelti 24 reperti dalle funzionarie della Direzione Regionale Musei – Elisa Emaldi e Paola Novara – così da essere inseriti all'interno nel Virtual Tour e fungere da anteprima della collezione. Tra i reperti scelti risultano frammenti di statue, sarcofagi, erme, croci e capitelli.

### 2.4.3. La metodologia digitale

#### 2.4.3.1. Le acquisizioni 3D

Il primo passaggio è consistito nella digitalizzazione dei reperti esposti nei primi due chiostri del Museo e nelle sale ad essi collegati. Questa attività sul campo è stata svolta nell'ambito di una collaborazione tra il Museo Nazionale di Ravenna e il laboratorio FrameLAB – Multimedia & Digital Storytelling dai tirocinanti curriculari del Corso di Laurea Magistrale in Beni Archeologici Artistici e del Paesaggio: storia, tutela e valorizzazione (Università di Bologna – Campus di Ravenna) e sotto la supervisione congiunta dello staff del FrameLAB e del Museo. Questa collaborazione, nata in un primo momento con il solo fine didattico, si è trasformata ben presto in un'occasione per valorizzare digitalmente il Museo e la sua stessa collezione.

Si è proceduto quindi con l'acquisizione dei reperti mediante scanner a proiezione di luce strutturata della ditta Artec. Nello specifico, e come già discusso precedentemente, sono stati utilizzati i due strumenti in dotazione al laboratorio di ricerca FrameLAB; nello specifico, lo scanner Artec Space Spider per scansionare oggetti di piccole-medie dimensioni e l'Artec Eva per gli oggetti di medie-grandi dimensioni, entrambi strumenti di altissima precisione<sup>285</sup>. La campagna di acquisizione è durata da aprile 2021 a giugno 2022, comprendendo la digitalizzazione di più di 100 reperti conservati al piano terra del Museo.

<sup>285</sup> Artec 3D 2023b, p. 6; Artec 3D 2023a, p. 4; Modabber 2016

#### 2.4.3.2. I modelli 3D

Le scansioni ottenute durante la campagna di acquisizione sono state poi post-processate col software associato Artec Studio v15<sup>286</sup> fino all'ottenimento dei modelli 3D finali texturizzati; qualora presenti lacune o difetti sulle texture legati alle difficoltà insite nelle acquisizioni di oggetti esposti all'interno di un museo<sup>287</sup>, questi sono stati colmati o riparati mediante l'uso di software come Adobe Photoshop o Blender (nella sua modalità *Texture Paint*). Un iter differente è stato seguito per la creazione del modello 3D dell'antica Porta Aurea, i cui resti sono conservati nell'omonima sala al piano terra del Museo. In questo caso, è stato avviato dal FrameLAB un laboratorio didattico di modellazione 3D tramite Blender v2.9 per gli studenti del corso di Laurea Magistrale in Beni Archeologici, Artistici e del Paesaggio. Seguendo i rilievi di Andrea Palladio<sup>288</sup>, e tenendo conto delle opinioni contrastanti degli storici sulla forma originaria del basamento<sup>289</sup>, il lavoro degli studenti ha consentito di restituire un'ipotesi di struttura originale della porta permettendo la ricollocazione virtuale dei frammenti conservati all'interno del Museo. In generale, tutte le operazioni sono state condotte ponendo particolare attenzione alla trasparenza del processo e alla tracciabilità delle scelte interpretative<sup>290</sup>.

#### 2.4.3.3. Il beta Virtual Tour

L'obiettivo del progetto è stato fin da subito quello di creare un apparato comunicativo multimediale che stuzzicasse l'attenzione e la curiosità del visitatore allo scopo di portarlo a visitare il museo. La prima attività per la creazione di un Virtual Tour (VT) interattivo realizzato con il software 3DVista Virtual Tour Pro, ha interessato l'acquisizione di 51 panoramiche degli spazi al piano terra, utili alla realizzazione dello scheletro di navigazione del tour.

Nello specifico delle schede informative, queste sono state realizzate sul software Adobe Illustrator riportando su un lato le informazioni storiche, materiche e conservative di base, mentre sull'altro i contenuti visuali in quattro diverse varianti<sup>291</sup>:

- Per i reperti le cui caratteristiche e dettagli fossero meritevoli di maggiore attenzione, è stato aggiunto il modello 3D texturizzato e ottimizzato del reperto, manovrabile (l'utente può ruotare l'oggetto, ingrandirlo e indagarlo) e dotato di annotazioni puntuali interrogabili – i modelli sono stati caricati su Sketchfab e poi embeddati all'interno delle schede così da essere raggiungibili (Fig. 48A);
- Per gli oggetti la cui lacuna si mostrava ridotta e facilmente ipotizzabile, è stato riportato il disegno ricostruttivo delle parti mancanti dell'oggetto effettuato sulla base del modello 3D dell'oggetto stesso; a questo sono state aggiunte informazioni più puntuali su alcuni dettagli dell'oggetto a mo' di annotazioni manuali (Fig. 48B);
- Per gli oggetti la cui lacuna si mostrava estesa e più difficilmente ipotizzabile, è stato inserito il disegno ricostruttivo delle parti mancanti dell'oggetto effettuato sulla base di un disegno dell'oggetto stesso; a questo sono state aggiunte informazioni più puntuali a mo' di annotazioni manuali (Fig. 48c);

---

<sup>286</sup> Artec 3D 2024

<sup>287</sup> Barzaghi et al. 2025

<sup>288</sup> Ranaldi 2015, pp. 48-51; Burns 1973, p. 154

<sup>289</sup> Mansuelli 1967; Rosi 1939, pp. 42-43

<sup>290</sup> Denard 2012; ICOMOS 2017

<sup>291</sup> I testi riportati nelle schede sono stati redatti sotto la supervisione del personale del Museo, il quale ha fornito gli articoli, i libri e i documenti di archivio necessari ad estrapolare ogni informazione utile alla stesura delle schede.

- Per gli oggetti completi ma impossibili da acquisire a causa della tipologia del materiale o della posizione in cui questi erano esposti, è stato realizzato un semplice disegno dell'oggetto; a questo sono state aggiunte informazioni più puntuali a mo' di annotazioni manuali (Fig. 48D).

Il percorso virtuale è stato poi scandito, oltre che dalle schede informative dedicate ai vari oggetti della collezione, anche dalla figura di Enrico Pazzi, fondatore e primo direttore del Museo Nazionale. Ogni qualvolta si entra in un nuovo ambiente, difatti, è possibile interrogare l'icona riportante un suo ritratto così da avere informazioni in merito alla storia del Museo e dello spazio espositivo in particolare. In generale, le informazioni riportate sono state selezionate e rielaborate allo scopo di non sovraccaricare l'utente<sup>292</sup>, fornendo al tempo stesso curiosità altrimenti non reperibili in museo.

Un'anteprima di questo apparato comunicativo multimediale è stata presentata alla cittadinanza e al museo in data 14 maggio 2022, in occasione della Notte dei Musei; il tour è stato successivamente implementato e completato nell'ambito di questo progetto di dottorato. Di seguito un estratto del Virtual Tour (Fig. 49)<sup>293</sup>.

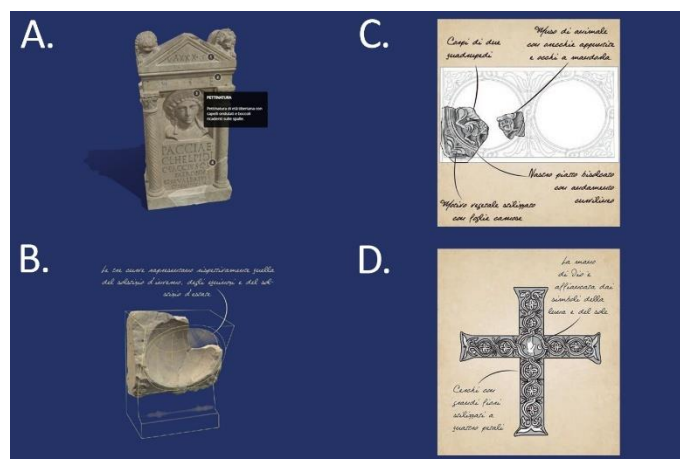


Fig. 48. Le quattro tipologie di schede informative.

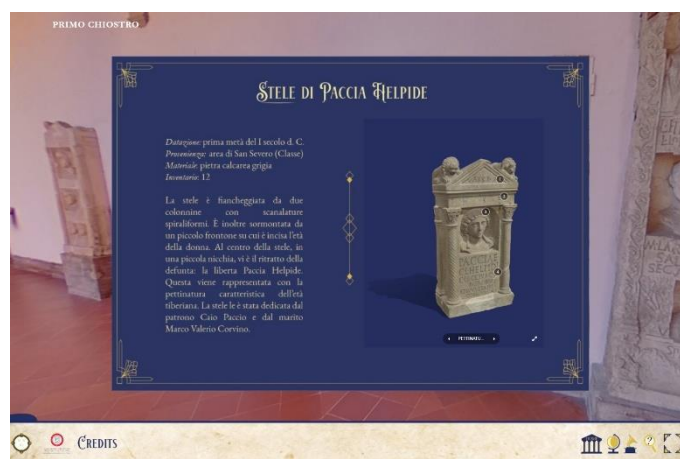


Fig. 49. Estratto del Virtual Tour.

<sup>292</sup> Rizvic et al. 2017

<sup>293</sup> Per la versione beta del Virtual Tour 360 si veda <https://framelab.unibo.it/vt/museonazionale/>.

## 2.4.4. I test di User Experience (UX)

### 2.4.4.1. I test e la raccolta dati

- Gli utenti

Come per il precedente caso studio, anche in questo caso si è fatto riferimento al numero medio di partecipanti ai test di UX riportato da Friedl-Knirsch et al. (2024) per le analisi miste. Considerando i pubblici eterogenei del Museo Archeologico Nazionale di Ravenna, sono state prese in esame le stesse quattro categorie generazionali già esaminate precedentemente nel caso studio della Rocca di Riolo<sup>294</sup>:

- *Baby Boomers*, nati tra il 1946 e il 1964;
- Generazione X, nati tra il 1965 e il 1980;
- Generazione Y, o Millennials, nati tra il 1981 e il 1996;
- Generazione Z, nati dal 1997 in poi.

In totale hanno partecipato 27 utenti maggiorenni, equamente distribuiti per ogni generazione. Questi sono stati reclutati su invito/passaparola tra i canali social del laboratorio FrameLAB. Una volta ricevuta l'adesione alla partecipazione, ai volontari è stata mandata una mail introduttiva dove si specificava lo scopo del test. Le caratteristiche demografiche dei partecipanti sono riportate in Tab. 16.

DATI DEMOGRAFICI		n	%
Genere	Maschi	8	29.6
	Femmine	19	70.4
Generazione	Gen Z	5	18.5
	Gen Y	6	22.2
	Gen X	5	18.5
	Baby boomers	11	40.7
Livello di formazione	Non laureati	9	33.3
	Laureati	18	66.7

Tab. 16. Distribuzione delle caratteristiche socio-demografiche.

- Il questionario

Come nei precedenti casi di studio presentati in questo elaborato, è stato creato un Pre-test contenente i dati demografici, alcune domande riguardanti la familiarità col Museo Nazionale e con la tecnologia dei Virtual Tour, così da raccogliere informazioni utili a escludere l'impatto delle conoscenze pregresse sullo studio e a verificare l'effettiva fruizione della tecnologia (Tab. 17). Per lo sviluppo del questionario vero e proprio di *User Experience* non si è fatto riferimento ad uno studio in particolare ma a più casi. Questo è stato suddiviso in quattro fattori riguardanti il gradimento, la navigazione, l'accessibilità e l'attitudine.

Per ogni sezione sono state scelte le domande più adeguate al contesto allo scopo di ottenere un questionario breve, scientificamente valido e in grado di fornire tutte le informazioni utili alla valutazione del Virtual Tour.

---

<sup>294</sup> Fry 2018

DIMENSIONE	DOMANDA	RISPOSTA
Dati Anagrafici	Età	
	Sesso	
	Titolo di studio	
	Professione	
Museo Nazionale	Conosci il Museo Archeologico Nazionale di Ravenna?	Scelta multipla
	Conosci la sua collezione?	
	Hai già visitato il museo?	
VT	Hai mai sentito parlare di Virtual Tour 360°?	
	Ne hai mai usufruito?	

Tab. 17. Prima parte del questionario (Pre-test) dedicata ai dati anagrafici e alle conoscenze pregresse.

Infine, sono state aggiunte tre domande aperte allo scopo di raccogliere al meglio i feedback positivi e negativi degli utenti, oltre che i loro suggerimenti su come migliorare l'esperienza (Tab. 18). Il questionario, per un totale di 15 domande, è stato somministrato ai partecipanti attraverso un modulo di Microsoft Forms. Le prime 12 risposte sono state fornite su una scala *Likert* a 5 punti<sup>295</sup>, dove 1 corrisponde a “decisamente no” e 5 a “decisamente sì”.

DIMENSIONE	DOMANDA	RISPOSTA	FONTE
Enjoyment	Mi è piaciuto vivere questa esperienza.		<i>Argyriou et al. 2020</i>
	Le informazioni ricevute sono state interessanti.		<i>Li, Nie e Ye 2022</i>
Navigation	Ho trovato la navigazione generale semplice.		<i>Mander et al. 2022</i>
	I contenuti hanno risposto in modo rapido alle mie azioni.		<i>Matyushina 2022</i>
	Ho capito facilmente con cosa potevo interagire.		<i>Li et al. 2022</i>
Accessibility	Ho trovato che il VT avesse una buona qualità dell'immagine.		<i>Matyushina 2022</i>
	Penso che i colori, il contrasto e i font dei testi abbiano reso la navigazione accessibile.		5-point <i>Likert scale</i>
	Il linguaggio era chiaro e comprensibile.		-
Attitude	Dopo la mia esperienza online, voglio visitare fisicamente il museo.		<i>Vu et al. 2025</i>
	Il VT mi ha preparat* per la visita al museo.		
	Dopo questa esperienza desidero imparare di più sul museo e sulle sue collezioni.		<i>Kyrlitsias et al. 2020</i>
	Penso che il VT sia uno strumento utile alla promozione del Museo.		<i>Ren e Chen 2021</i>
Domande Aperte	Cosa ti è piaciuto di questo Virtual Tour?	Risposta breve	-
	Cosa invece non ti è piaciuto?		
	Cosa cambieresti/aggiungeresti?		

Tab. 18. Seconda parte del questionario dedicata alla User Experience (UX)<sup>296</sup>.

<sup>295</sup> Batterton e Hale 2017

<sup>296</sup> Vu et al. 2025; Pei et al. 2023; Li et al. 2022; Mander et al. 2022; Matyushina 2022; Ren e Chen 2021; Argyriou et al. 2020; Kyrlitsias et al. 2020

- I test

L'esecuzione dei test da parte dei partecipanti è stata effettuata online e in completa autonomia. Difatti, questi sono stati forniti del link per accedere alla pagina relativa al Virtual Tour, oltre che dell'indirizzo attraverso cui raggiungere il questionario. L'attivazione delle notifiche di avvenuta risposta su Microsoft Form ha permesso di tenere monitorato l'esperimento. In totale, il questionario è rimasto disponibile alla compilazione per 47 giorni.

#### 2.4.4.2. L'analisi dei dati

- Analisi quantitativa

I risultati del pre-test hanno evidenziato come il 63% dei partecipanti conoscesse, almeno di nome, il Museo Archeologico Nazionale di Ravenna, ma solo il 26% l'avesse già visitato. Per quanto riguarda la conoscenza pregressa dei Virtual Tour 360, soltanto il 37% dei partecipanti ne aveva già usufruito in precedenza al momento del test.

Riguardo i dati derivati dalla seconda parte del questionario sulla UX del Virtual Tour 360 del Museo Archeologico Nazionale, anche in questo caso abbiamo analizzato i tre valori della Media (*mean*), Deviazione Standard (SD) e Coefficiente di variazione (CV)<sup>297</sup>. In generale, i valori medi riguardanti la prima e l'ultima dimensione (*enjoyment* e *attitude*) mostrano valori tra il 3.55 e il 4.25, con CV tra lo 0.12 e lo 0.22, indice di una variabilità moderata<sup>298</sup>. Nel caso della *navigation* e dell'*accessibility*, invece, i valori si attestano tra il 3.66 e il 4.14, con un CV compreso tra lo 0.16 e lo 0.29, mostrando una minor coerenza delle risposte (Tab. 19).

DIMENSIONE	DOMANDA	MEDIA	SD	CV
<b>Enjoyment</b>	Mi è piaciuto vivere questa esperienza.	3.92	0.87	0.22
	Le informazioni ricevute sono state interessanti.	4.14	0.53	0.12
<b>Navigation</b>	Ho trovato la navigazione generale semplice.	3.74	1.09	0.29
	I contenuti hanno risposto in modo rapido alle mie azioni.	3.74	0.98	0.26
	Ho capito facilmente con cosa potevo interagire.	3.81	0.96	0.25
<b>Accessibility</b>	Ho trovato che il VT avesse una buona qualità dell'immagine.	4.11	1.12	0.27
	Penso che i colori, il contrasto e i font dei testi abbiano reso la navigazione accessibile.	3.66	1.00	0.27
	Il linguaggio era chiaro e comprensibile.	4.14	0.66	0.16
<b>Attitude</b>	Dopo la mia esperienza online, voglio visitare fisicamente il museo.	3.62	0.74	0.20
	Il VT mi ha preparat* per la visita al museo.	3.96	0.80	0.20
	Dopo questa esperienza desidero imparare di più sul museo e sulle sue collezioni.	3.55	0.80	0.22
	Penso che il VT sia uno strumento utile alla promozione del Museo.	4.25	0.94	0.22

Tab. 19. Statistiche riassuntive relative a ogni domanda: Media, Deviazione standard (SD) e Coefficiente di variazione (CV).

<sup>297</sup> Theodorsson 2025

<sup>298</sup> Un CV < 0.1 (10%) = bassa variabilità delle risposte (dati omogenei); CV tra 0.1 e 0.3 = moderata variabilità; CV > 0.3 (30%) = alta variabilità (dati non omogenei).

Analizzando nel dettaglio le risposte delle diverse categorie generazionali, per le dimensioni *enjoyment* e *attitude* i *Baby Boomers* sembrano essere la categoria più soddisfatta dall'esperienza, al contrario della Generazione Z che non ha ritenuto il VT uno strumento abbastanza accattivante (Grafico 8).

Sulle dimensioni *navigation* e *accessibility* l'andamento dei punteggi non sembra discostarsi di molto dal grafico precedente. Qui le tre generazioni Y, X e *Baby Boomers* si mostrano generalmente soddisfatti – con punteggi che oscillano attorno al 4 – delle modalità di navigazione dell'esperienza e della grafica. Anche in questo caso la Generazione Z manifesta un malcontento tangibile, soprattutto in merito all'accessibilità delle grafiche (Grafico 9).

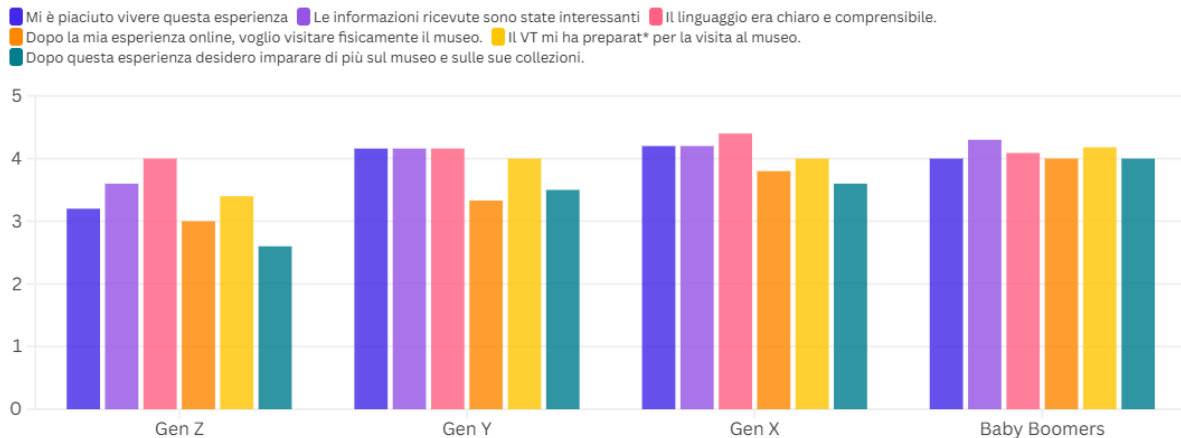


Grafico 8. Media per le dimensioni *enjoyment* e *attitude* per ogni categoria generazionale.

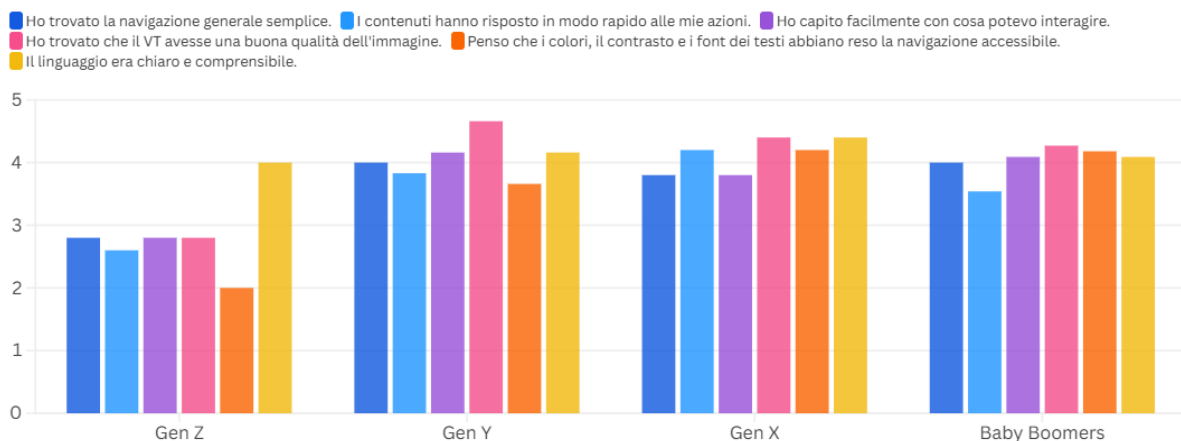


Grafico 9. Media per le dimensioni *navigation* e *accessibility* per ogni categoria generazionale.

- Analisi qualitativa

Nelle domande aperte, i partecipanti hanno espresso le loro opinioni sull'esperienza, mostrando apprezzamento per la presenza di modelli 3D interattivi e disegni ricostruttivi dell'opera originale. 10 risposte su 27 hanno manifestato soddisfazione in merito alla possibilità di avere un'anteprima digitale del museo e poterne osservare le stanze comodamente da casa. Di contro, è stata segnalata una scarsa accessibilità dei font, soprattutto nelle note a corredo dei disegni, e una navigazione difficoltosa a causa della perdita dell'orientamento all'interno dei chiostrì. Inoltre, il numero di reperti interrogabili non è stato giudicato sufficiente.

Tra i suggerimenti più ripetuti vi sono quelli di migliorare l'accessibilità delle grafiche, scegliendo colori e font diversi, inserire più info sugli oggetti, sulla città di Ravenna e sul museo stesso. Infine, viene consigliato di rendere le indicazioni di navigazione più chiare e intuitive così da non perdersi tra gli spazi virtuali del museo. In particolare, emerge la richiesta di inserire una mappa nonostante questa sia presente e raggiungibile dalle icone in basso nella barra di navigazione; probabilmente molti utenti hanno fruito dell'esperienza da smartphone non pensando di ruotarne l'orientamento in orizzontale. Questo dato evidenzia quindi la necessità di implementare il VT anche per smartphone e dare informazioni più chiare sul suo utilizzo.

In generale, le criticità riscontrate dagli utenti coincidono con quelle già individuate dal team di ricerca<sup>299</sup>.

#### 2.4.5. I Musei Nazionali di Ravenna

##### 2.4.5.1. Le nuove necessità

I Musei Nazionali di Ravenna sono stati organizzati come istituto autonomo nel dicembre 2024 a seguito della riforma voluta dal Ministero della Cultura. Come recita il DPCM 15 marzo 2024 n. 57<sup>300</sup>, ai sensi dell'Art. 14, comma 2, del DL 31 maggio 2014 n. 83 (modificato dalla L. 29 luglio 2014 n. 106), alcuni uffici del Ministero – come i musei dotati di autonomia speciale – godono di piena autonomia gestionale, scientifica, finanziaria, organizzativa e contabile. Con il DM 09 febbraio 2024 n. 53<sup>301</sup> vengono quindi aggiornati gli elenchi ufficiali sull'organizzazione e la gestione dei musei statali, comunicando gli istituti italiani dotati di autonomia speciale. I Musei Nazionali sono ora composti da sei dei più importanti siti della città di Ravenna<sup>302</sup>: il Museo Archeologico Nazionale di Ravenna, il Battistero degli Ariani, il Mausoleo di Teodorico, il Palazzo di Teodorico, la Basilica di Sant'Apollinare in Classe e la Villa romana di Russi.

Da questa riorganizzazione, e rispetto a quanto riportato precedentemente alla sezione 2.4.2.1. *Le necessità e la scelta delle tecnologie*, ne è derivata una nuova urgenza, ovvero quella di dotare il visitatore di uno strumento comunicativo e ingaggiante che fosse, allo stesso tempo, uno stimolo alla visita fisica così come un ausilio utile a destreggiarsi tra i vari siti culturali dei Musei Nazionali. Dati i problemi riscontrati già in fase di esecuzione del tour, visti i risultati dei test di UX, e visti i nuovi obiettivi del museo e del suo direttore, si è deciso di realizzare un nuovo Virtual Tour che potesse rispondere a questi bisogni.

Date le numerose variabili alle quali deve far fronte ancora ad oggi la direzione dei Musei Nazionali, e viste le tempistiche ristrette rispetto alla consegna del presente lavoro<sup>303</sup>, quella riportata di seguito sarà una proposta preliminare di Virtual Tour interattivo realizzata in stretta collaborazione col Museo. Nel tempo, questa potrà essere integrata, ampliata e modificata così da far fronte alle nuove necessità dell'istituzione museale, dei suoi siti e dei suoi pubblici.

---

<sup>299</sup> Collina et al. 2024

<sup>300</sup> DPCM 57/2024

<sup>301</sup> DM 53/2024

<sup>302</sup> Si veda <https://museiravenna.cultura.gov.it/>.

<sup>303</sup> Dal primo Virtual Tour a questa nuova proposta sono intercorsi anni di instabilità con continui cambi di vertice alla direzione del Museo; questi non hanno permesso di sviluppare un tour definitivo ma anzi hanno posticipato nel tempo una decisione in merito.

## 2.4.5.2. Le grafiche

Considerata la mancanza di un'identità grafica dei nuovi Musei Nazionali di Ravenna, e viste le tempistiche ristrette, su consiglio dello stesso direttore Andrea Quintino Sardo si è optato – per questa proposta iniziale – per seguire le linee guida dettate da AGID sul design dei servizi digitali<sup>304</sup>. Come font è stato scelto il Titillium Web, il carattere sans-serif accessibile utilizzato per i siti del Governo italiano e delle Pubbliche Amministrazioni<sup>305</sup>. I colori della palette sono quindi stati estratti dalla nuova pagina dei Musei Nazionali di Ravenna (Fig. 50):

- Blu – RGB (33, 44, 86) / CMYK (212C56)
- Azzurro – RGB (48, 73, 154) / CMYK (30499A)
- Bianco – RGB (255, 255, 255) / CMYK (FFFFFF)
- Verde – RGB (54, 89, 93) / CMYK (36595D)



Fig. 50. La palette di colori scelta.

## 2.4.5.3. Gli oggetti

Con l'obiettivo di non sovraccaricare l'esperienza, ma anzi di renderla leggera e accattivante, sono stati scelti un totale di 10 oggetti distribuiti tra il piano terra e il piano primo del Museo e comprendenti erme, sarcofagi, elementi decorativi e strutture monumentali; tra questi, solo quattro elementi erano già presenti nel precedente Virtual Tour. I sei elementi aggiuntivi provengono da elaborati di tesi di Laurea Magistrale a Ciclo Unico in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali (Università di Bologna – Campus di Ravenna) e da ricerche condotte all'interno del FrameLAB, il tutto volto alla valorizzazione di elementi di notevole interesse storico frammentati, decontestualizzati, dimenticati o, addirittura, andati perduti.

- La cosiddetta “corazza” di Teoderico.

In merito agli oggetti andati perduti di cui si è appena fatto cenno, si riporta nello specifico il caso della cosiddetta “corazza” di Teoderico<sup>306</sup>. Questo elemento d'oro finemente e riccamente decorato, fu rinvenuto casualmente nel 1854 durante alcuni lavori eseguiti per l'ampliamento del canale Candiano in zona Darsena di Ravenna.

<sup>304</sup> AGID 2020

<sup>305</sup> Ivi, p. 107

<sup>306</sup> Per qualsiasi approfondimento sulla metodologia si faccia riferimento a Collina et al. 2025a.

Da subito riconosciuto come il pezzo di oreficeria di maggior pregio e qualità dell'Alto Medioevo, venne erroneamente considerato come parte di una corazza/armatura bizantina<sup>307</sup>. Una volta riconosciuta la somiglianza della sua decorazione "a tenaglia" con il fregio presente al mausoleo di Teodorico, l'oggetto è poi stato immaginato come appartenente a un goto di altissimo lignaggio; nello specifico, grazie al rinvenimento di un reperto di confronto nella necropoli franca di Krefeld-Gellep, è stato possibile affermare che le due placche d'oro a forma di D lavorate a cloisonné facevano parte di una sella da parata per cavalli, realizzata in legno rivestito di pelle<sup>308</sup>. Nella notte tra il 19 e il 20 novembre 1845, gran parte degli elementi in oro furono rubati dal Museo Nazionale dove erano esposti andando perduti per sempre<sup>309</sup>.

La ricostruzione 3D di questo elemento è stata realizzata nel 2024 in occasione dei 100 anni dal suo furto con il duplice obiettivo di approfondire la ricerca e gli studi su questo oggetto e di restituire al museo e ai visitatori un oggetto della collezione ormai perduto, consentendone la valorizzazione, l'esposizione e la fruizione<sup>310</sup>. Una volta identificate le fonti documentarie e fotografiche a disposizione, si è proceduto con l'acquisizione fotografica del supporto espositivo originale esposto ancora al Museo Nazionale; questo, in velluto rosso ma ormai annerito dal tempo, riporta l'impronta in negativo degli elementi a D caratteristici della sella, permettendone la verifica delle dimensioni (Fig. 51).

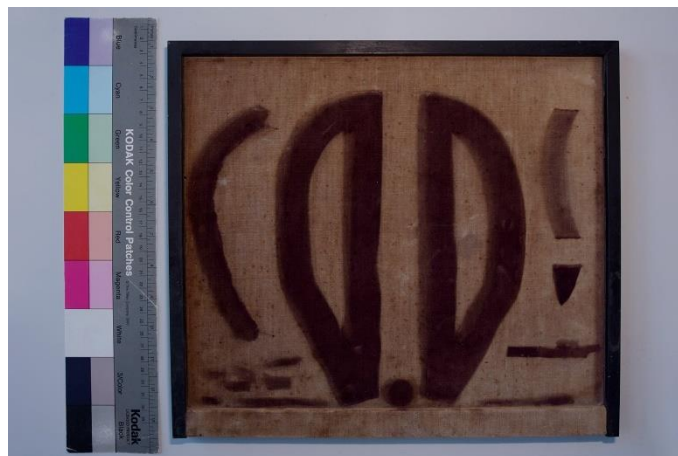


Fig. 51. Fotografia del supporto espositivo della sella (fotografia di Francesca Fabbri).

Dopo un'attenta valutazione di quale Livello di dettaglio (LoD) si volesse ottenere<sup>311</sup>, oltre che delle possibili metodologie da seguire per la ricostruzione digitale della sella, si è optato per l'integrazione di due software in grado di restituire un prodotto altamente dettagliato e preciso in tempi brevi: AutoCAD 2023<sup>312</sup> per l'ottenimento del disegno 2D dell'intricata decorazione degli elementi a D e Blender v4.1 per l'estrusione, modellazione, texturizzazione e *rendering* 3D degli elementi. Nel caso della sella di Teoderico, vista la qualità e la quantità delle fonti disponibili, si è puntato a raggiungere un LoD tra il 2 e il 3.

<sup>307</sup> Pavirani 1854

<sup>308</sup> Bierbrauer 1995, p. 40

<sup>309</sup> Cavani 2011, pp. 153-154

<sup>310</sup> Collina et al. 2025a

<sup>311</sup> Lanjou e Waagen 2021

<sup>312</sup> AutoCAD è un software con licenza a pagamento di disegno tecnico vettoriale utile alla produzione 2D e 3D in ambito ingegneristico, architettonico, meccanico ed elettrotecnico. Si veda <https://www.autodesk.com/it/products/autocad/overview>.

Considerando le dimensioni dell'oggetto – ottenute misurando le impronte lasciate sull'espositore e confrontandole con quanto riportato nelle fonti<sup>313</sup> – è stata importata su AutoCAD 2023 la fotografia storica con il maggior numero di dettagli disponibili, per poi essere messa in scala (Fig. 52). Dopo aver verificato che la visualizzazione dei prodotti esportati da AutoCAD risultasse corretta su Blender, utilizzando gli strumenti di disegno *Polyline*, *Line* e *Arch* sono state disegnate le varie fasce a composizione dell'elemento sinistro a forma di D per poi passare al riempimento delle decorazioni. Una volta completate le decorazioni, l'elemento a D di sinistra è stato specchiato così da ottenere l'elemento di destra; a quest'ultimo sono poi state apportate lievi modifiche così da adattarlo meglio all'elemento destro rappresentato in fotografia. In seguito, sono state estrapolate le due polilinee di contorno dai due elementi a D decorati così da ottenere due superfici utili come basi delle D una volta in Blender. Come ultimo passo tutti gli elementi sono stati esportati in formato .DXF.

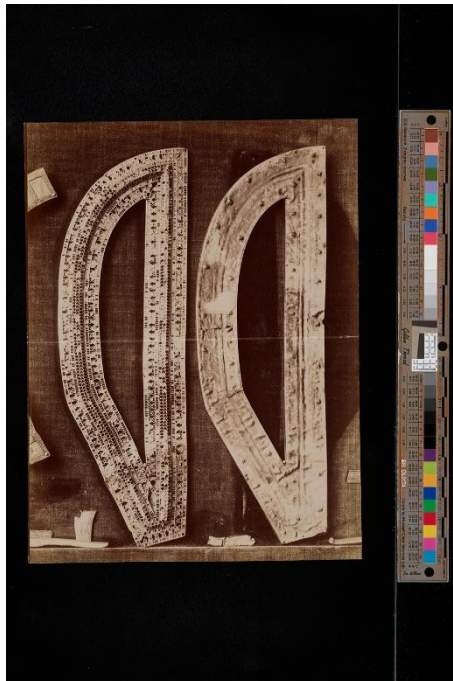


Fig. 52. Ravenna. Museo Classense nella ex Chiesa S. Romualdo, frammenti della corazza di Teodorico; fotografia 1880 ca. (Fondo Archivio Ministero della Pubblica Istruzione MPI6089191).

Una volta in Blender, gli elementi sono stati importati in blocco, per poi essere divisi e trasformati singolarmente in *mesh*. Sempre singolarmente, questi sono stati estrusi con lo strumento *Extrude* sull'asse delle Z<sup>314</sup>. Nello specifico, per la profondità da assegnare agli elementi, si è fatto riferimento agli scritti ottocenteschi di Pavirani e Zabberoni dove riportavano la “groschezza” delle due D a, rispettivamente, “poco più di quella d’uno scudo d’argento” e “poco più di un pezzo da cinque franchi d’argento”<sup>315</sup>; si è quindi deciso di ottenere una profondità massima di 0,3 cm dove alle basi si è associata una misura di 0,05 cm e agli elementi decorati una misura massima di 0,25 cm. Terminata l’estrusione, è stato assegnato lo spessore di 0,02 cm tramite lo strumento *Solidify* tenendo come base e riferimento la fotografia storica; inoltre, i bordi sono stati smussati tramite lo strumento *Bevel*.

<sup>313</sup> Cavani 2011, p. 150

<sup>314</sup> Questo strumento, nel nostro caso utile per dare profondità agli elementi, permette di duplicare i vertici mantenendo la nuova geometria collegata ai vertici originali.

<sup>315</sup> Zabberoni 1871; Pavirani 1854

Terminato il modello geometrico, questo è stato poi dotato di una texture che richiamasse il più possibile l'oro antico grazie ad una serie di *nodes*<sup>316</sup> messi in relazione tra loro all'interno dello spazio *Shader Editor* (Fig. 53). Si è poi passati alla creazione degli almandini in granato rosso. Dopo varie prove si è deciso di procedere con la creazione di 3 diverse superfici a seconda del livello del rilievo: una superiore per la decorazione a foglia di alloro, una intermedia per i trapezi e una inferiore per le decorazioni rettangolari e a tenaglia. In un secondo momento è stata realizzata la texture tramite *nodes* in tre diverse varianti (Fig. 54); in *Edit mode*, queste sono state assegnate casualmente ad alcune facce delle superfici per diversificare le varie pietre e dare più profondità e tridimensionalità al materiale.

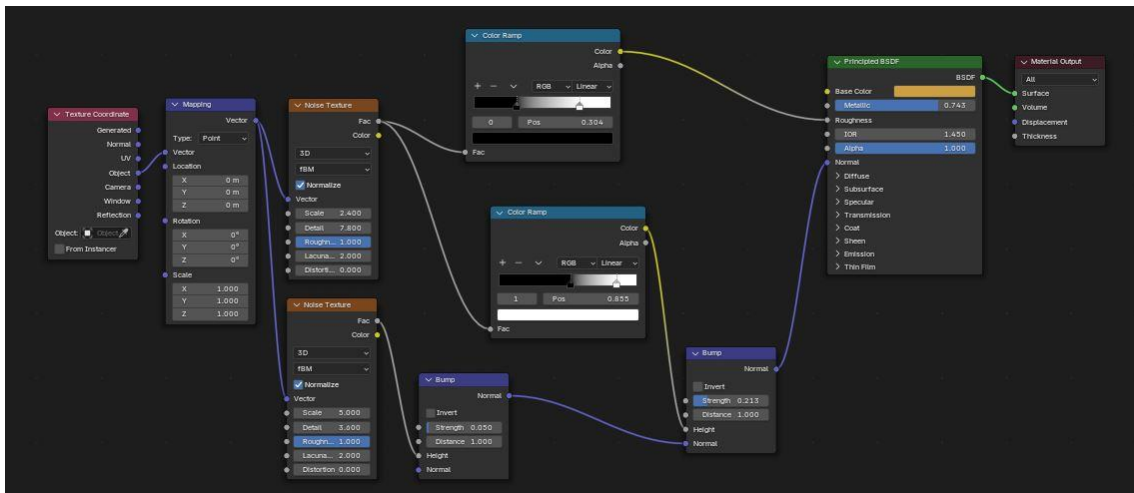


Fig. 53. I nodes utilizzati per replicare una texture simil oro antico.

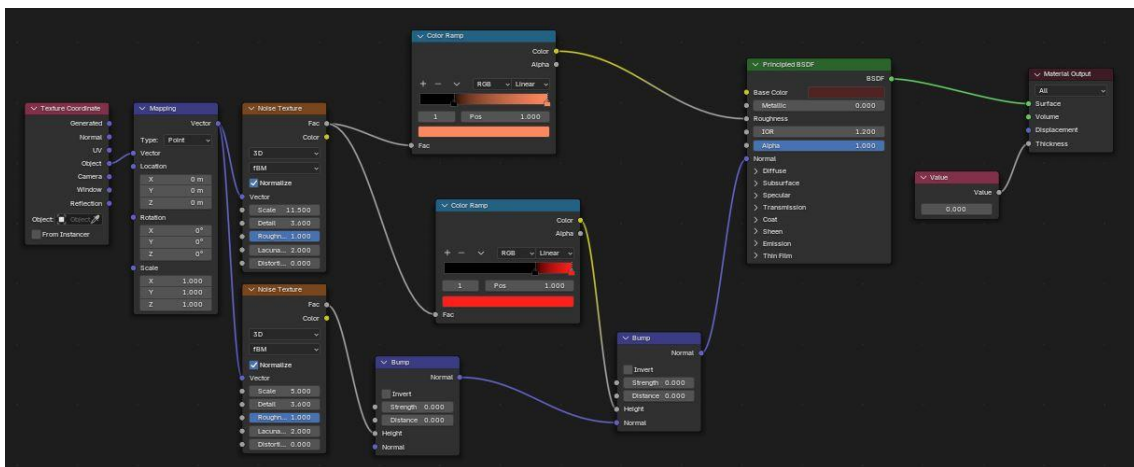


Fig. 54. I nodes utilizzati per replicare una texture simil granato.

Infine, si è deciso di ricostruire anche il supporto espositivo. Dalla fotografia in alta definizione dotata di riferimento metrico (Fig. 51) sono state dedotte le misure dell'espositore e si è proceduto poi a modellarlo in tutti i suoi elementi. Alle parti in legno è stata applicata una texture simil legno che richiamasse l'originale mentre alle zone ricoperte di velluto è stata associata come texture la fotografia stessa del supporto.

<sup>316</sup> Sistema di input e output che si integrano tra loro in un workflow di interazioni. Nel caso delle texture, questi permettono di combinare tra loro più pattern visivi così da ottenere le caratteristiche del materiale che più si preferisce.

Infine, gli elementi a D sono stati ricollocati sul proprio supporto espositivo per la prima volta dopo cento anni (Fig. 55). Prima di esportare tutti gli elementi, è stato effettuato il *baking* delle texture e delle luci. Infine, il tutto è stato esportato in formato .OBJ.



Fig. 55. Modello 3D degli elementi della cosiddetta “corazza” di Teodorico ricollocati nel loro supporto espositivo.

Una prima versione di questo modello è stata presentata in occasione della Giornata di Studi dal titolo “La sella perduta. L'oreficeria tardoantica a Ravenna a 100 anni dal furto della «corazza di Teodorico», tenutasi presso il Museo Nazionale di Ravenna il 14 giugno 2024<sup>317</sup>; questo modello preliminare è stato inoltre caricato sulla piattaforma Zenodo così da renderlo accessibile e citabile alla e dalla comunità scientifica<sup>318</sup>. Un elaborato più sintetico e volto all'identificazione di una metodologia utile a identificare il grado di incertezza nelle ricostruzioni di oggetti di piccole dimensioni è stato presentato in occasione della conferenza internazionale “GCH 2024 – Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage”, tenutasi a Darmstadt (Germania) tra il 16 e il 18 settembre 2024<sup>319</sup>.

#### 2.4.5.4. La proposta del nuovo VT

Considerata la provvisorietà di questo nuovo *tour* virtuale, si è deciso di circoscrivere la navigazione al solo centro di Ravenna e ai siti ivi collocati. Inoltre, è stata effettuata un'ulteriore selezione decidendo di rendere navigabile via panoramiche a 360° solo il Museo Archeologico Nazionale di Ravenna mentre, i restanti 3 siti (Battistero degli Ariani, Palazzo e Mausoleo di Teodorico), sono stati provvisoriamente resi fruibili da immagini, video e testi che ne illustrassero le caratteristiche principali. Il primo step è consistito nel disegno delle icone. Per distinguere tra loro i sei siti relativi ai Musei Nazionali di Ravenna, sono stati identificati degli elementi distintivi e identificativi per ognuno di essi: per il Museo Archeologico Nazionale è stato utilizzato il logo attuale, per il Mausoleo e il Palazzo di Teodorico sono stati scelti rispettivamente la cupola a blocco monolitico (vista dall'alto) e gli archi ciechi presenti in facciata, per il Battistero degli Ariani è stata scelta la colomba dello Spirito Santo, per la Basilica di Sant'Apollinare in Classe la grande croce presente nel mosaico absidale e, infine, per la Villa Romana di Russi è stato ricavato dai mosaici pavimentali il motivo floreale (Fig. 56).

---

<sup>317</sup> Collina et al. 2025a

<sup>318</sup> Collina e Fabbri 2024c

<sup>319</sup> Collina e Fabbri 2024a



Fig. 56. Le icone identificative dei sei siti dei Musei Nazionali di Ravenna.

Successivamente è stata realizzata la *skins*<sup>320</sup> del VT sul software 3DVista Virtual Tour Pro 2025, comprendente la mappa<sup>321</sup>, le icone relative ai servizi, ai siti e alle azioni principali – come l’apertura dello schermo intero, la selezione della lingua e la visualizzazione degli itinerari (Fig. 57).

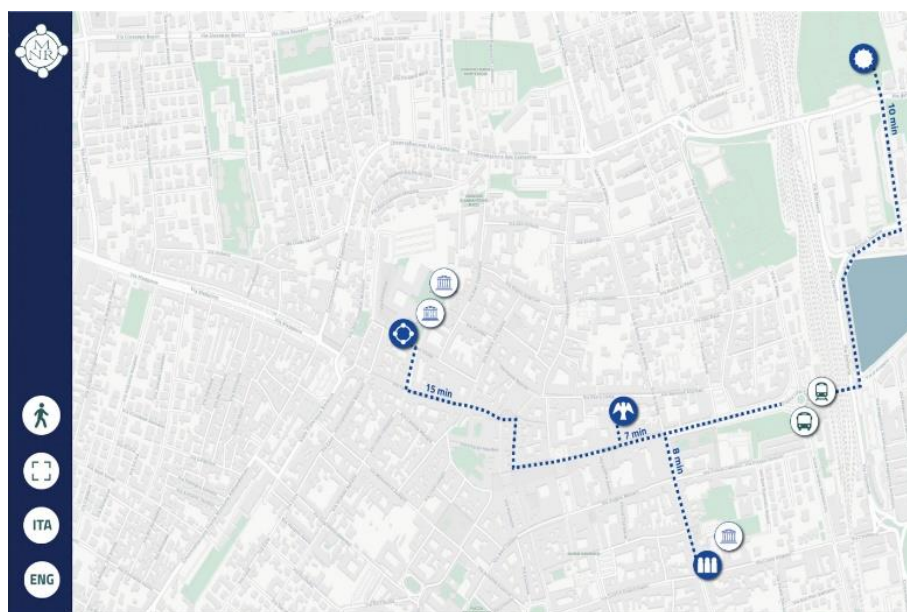


Fig. 57. La skins del nuovo Virtual Tour 360.

In figura si possono notare le posizioni dei siti dei Musei Nazionali, oltre che i siti UNESCO nelle vicinanze e le stazioni di treni e autobus. Cliccando sull’icona “Percorsi” compare inoltre una linea tratteggiata indicante il tragitto da effettuare a piedi per raggiungere i siti culturali e il tempo di percorrenza dalla stazione. Come descritto precedentemente, per i siti del Battistero degli Ariani, del Palazzo e del Mausoleo di Teodorico sono state realizzate delle schede informative con video in LIS, trascrizioni o alcune semplici informazioni descrittive e un bottone utile a raggiungere la pagina dedicata all’acquisto dei biglietti (Fig. 58).

<sup>320</sup> La *skins* consiste nell’interfaccia grafica del tour. Nel nostro caso non è stata utilizzata una *skins* predefinita ma è stata realizzata da zero secondo le esigenze del Museo e in linea con l’identità grafica individuata.

<sup>321</sup> La mappa è stata estrapolata dal sito uMap. Questo permette di visualizzare e creare mappe grazie ai *layer* di sfondo di Open Street Map. Si veda <https://umap.openstreetmap.fr/it/>.

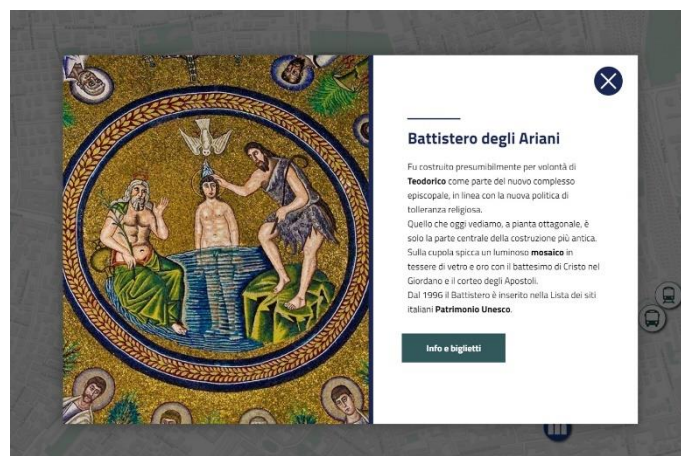


Fig. 58. Esempio di scheda informativa sul Battistero degli Ariani.

Per quanto riguarda il Museo Archeologico Nazionale, è stato realizzato un nuovo Virtual Tour. Le panoramiche sono state riacquisite così da integrare nuovi spazi – come il giardino di San Vitale e il piano primo – ed elementi esposti. Come per il precedente VT del museo, i contenuti delle schede informative sono stati diversificati tra modelli 3D interattivi e interrogabili, ricostruzioni 2D e disegni. Le informazioni corredate sono state snellite e rese più accessibili sia visivamente che lessicalmente<sup>322</sup> e, dove necessario, è stato inserito un *hot-spot* per ottenere approfondimenti in merito al reperto (Fig. 59A). Per entrambi i piani è stata realizzata una mappa raggiungibile in qualsiasi momento dalla barra laterale utile all’utente per orientarsi al meglio all’interno dello spazio virtuale; al suo interno sono riportati i nomi delle varie sale e gli hotspot attraverso cui raggiungere rapidamente il punto corrispondente (Fig. 59B).

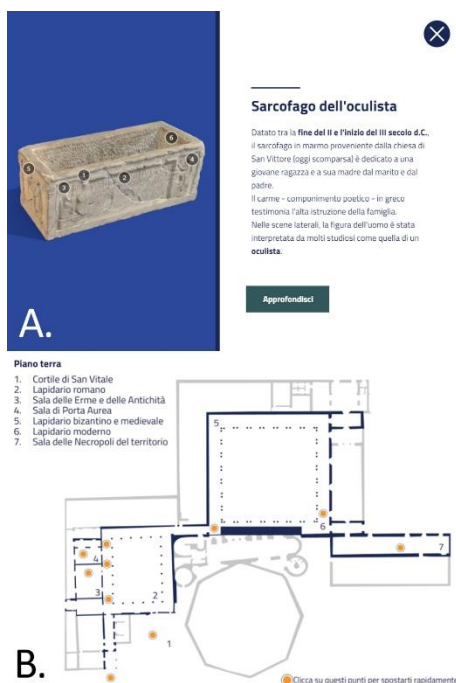


Fig. 59. A. Esempio di scheda informativa con oggetto 3D. B. Mappa del primo piano dotata di hotspot per lo spostamento rapido.

<sup>322</sup> Rizvic et al. 2017; Bonacini 2021

## 2.5. Aree di interesse storico/archeologico. Il Parco Nazionale di Butrinto

### 2.5.1. La storia, i visitatori

- La storia

Il sito archeologico di Butrinto, nell'antica regione della Caonia (Albania), è collocato sulla parte terminale della penisola di Ksamil e circondato dal lago di Butrinto e dal canale di Vivari. Città-santuario fin dall'VIII secolo a.C., Butrinto cresce attorno al suo nucleo originario dove si sviluppa, tra il VI e il IV secolo a.C. la prima fase urbana con la costruzione dell'importante Santuario di Asclepio<sup>323</sup>. La città viene ufficialmente dedotta come protettorato romano nel 288 a.C., per poi essere designata come colonia prima sotto Cesare (44 a.C.) poi sotto Augusto (31 a.C.); in età romana, la crescente ricchezza della città permette la costruzione di nuovi edifici pubblici, oltre che l'ampliamento del Santuario<sup>324</sup>. Nel VI secolo d.C. il cristianesimo si afferma a Butrinto e, dopo una prima fase di declino nel VII secolo, nella città ormai diventata un'importante base militare per la flotta bizantina, si svilupparono due nuovi circuiti di mura. Il controllo del territorio porta alla costruzione del castello dell'Acropoli e alla prima fase della Fortezza Triangolare, rinforzati durante l'ultima fase di vita sotto la Repubblica di Venezia. La città fu probabilmente abbandonata tra il 1517 e il 1571, dopo la battaglia di Lepanto, finendo per essere conquistata dagli Ottomani nel XVIII<sup>325</sup>. Diventa infine parte dell'Albania solo nel 1912.

I primi scavi nel sito si avviano alla fine degli anni '20 del secolo scorso, con l'attività di Luigi Maria Ugolini su mandato del governo italiano<sup>326</sup>. Alla sua morte, gli scavi continuano fino al 1940, quando la Missione Archeologica Italiana si scioglie, per poi essere ripreso nel 1945 dagli archeologi albanesi<sup>327</sup>. Dopo essere stata zona di frontiera fino al 1959, Butrinto diventa accessibile ai mezzi pubblici grazie alla costruzione di una strada utile al suo raggiungimento in vista della visita al sito dell'allora segretario del partito sovietico. Negli anni '60 diviene così una destinazione culturale per i pochi turisti stranieri. Nel 1993, è avviato il progetto "Butrint Foundation", passando il testimone delle indagini archeologiche agli inglesi<sup>328</sup>. Dal 2015, infine, il "Butrint Project"<sup>329</sup> si occupa dello studio, della documentazione topografica, del monitoraggio e della mappatura dello stato di conservazione dei monumenti del parco, portando avanti anche scavi archeologici utili alla formazione degli studenti italiani e albanesi.

Dopo essere stato inserito nella lista dei siti UNESCO nel 1992, nel 2000 Butrinto è stato proclamato Parco Nazionale sotto la protezione dello Stato Albanese. Questa designazione ha avuto un duplice obiettivo: da una parte quello di proteggere e conservare i monumenti storici, dall'altro quello di coinvolgere la comunità della zona nelle attività di valorizzazione e sensibilizzazione delle attività del parco. In Fig. 60 una veduta aerea della penisola.

---

<sup>323</sup> De Maria 2007

<sup>324</sup> Rivoli 2024

<sup>325</sup> Hodges 2013; Martin 2004

<sup>326</sup> Muka e Giorgi 2017, p. 329

<sup>327</sup> De Maria 2003

<sup>328</sup> Hodges 2012, p. 53

<sup>329</sup> La missione archeologica, sostenuta dal Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale della Repubblica Italiana, fa parte di un accordo più ampio nato nel 2000 tra l'Università di Bologna Alma Mater Studiorum e l'Istituto Archeologico di Tirana. Si veda <https://site.unibo.it/butrint/en>.



Fig. 60. Veduta aerea della penisola su cui sorge il Parco archeologico nazionale di Butrinto<sup>330</sup>.

### *Il Santuario di Asclepio e il suo Tempio*

Il complesso del Santuario di Asclepio fu edificato tra la fine del IV e l'inizio del III secolo a.C., per essere poi ampliato dopo la conquista romana. Il Santuario ha rappresentato il cuore pulsante della città e la sua organizzazione su più livelli fu sfruttata dalla popolazione per assolvere a un duplice utilizzo: il livello inferiore svolgeva con ogni probabilità una funzione pubblica, mentre quello superiore era dedicato alle pratiche curative e votive<sup>331</sup>.

Il Tempio, uno dei tanti edifici che andavano a comporre il Santuario, è situato sulla terrazza superiore del complesso, in posizione dominante rispetto al Teatro<sup>332</sup>. L'edificio, probabilmente prostilo tetrastilo, eretto su una piattaforma a gradoni, e che conserva ancora parte della parete posteriore costruita contro la roccia, è stato descritto come simile nella pianta al santuario di Zeus a Dodona<sup>333</sup>. Del tempio probabilmente raggiungibile da Est, si conservano inoltre la terrazza o *euthynteria*, le parti posteriori della crepidine, oltre a parte della cella scavata sul retro del tempio; anche il pavimento, dotato di basamento per la statua di culto, risulta conservato per ampi tratti<sup>334</sup>(Fig. 61). Il suo orientamento, come la tecnica costruttiva a blocchi squadrati di calcare, sono coerenti con il "santuario"/tesoreria sottostante, associandolo alla sistemazione più antica dell'area precedente la costruzione del teatro<sup>335</sup>. La posizione di rilievo del Tempio nel complesso del Santuario, suggerisce quindi che fosse dedicato al dio guaritore Asclepio<sup>336</sup>.

- I visitatori

Il Ministero del Turismo e dell'Ambiente della Repubblica d'Albania, nel suo bilancio annuale<sup>337</sup>, ha pubblicato i dati relativi alle visite effettuate al Parco Archeologico Nazionale di Butrinto durante l'anno 2024. Al 31 dicembre del 2024 i visitatori totali del parco erano 200.570, con un incremento rispetto all'anno precedente quando i visitatori erano 119.125.

<sup>330</sup> Si veda <https://www.butrintfoundation.co.uk/aerial-photography>.

<sup>331</sup> Aleotti et al. 2020; Cabanes et al. 2007

<sup>332</sup> Muka e Giorgi 2018

<sup>333</sup> Wilkes 2003; Ugolini 1937

<sup>334</sup> Muka e Giorgi 2017, p. 333

<sup>335</sup> Martin 2004

<sup>336</sup> Melfi 2007, p. 26

<sup>337</sup> Ministria e Turizmit dhe Mjedisit, 2025

## 2.5.2. Lo studio preliminare

### 2.5.2.1. Le necessità e la scelta delle tecnologie

Il Parco archeologico nazionale di Butrinto vanta un patrimonio archeologico unico e prezioso. Compito del Butrint Project<sup>338</sup> e della Butrint Management Foundation<sup>339</sup> è quello di studiarlo e valorizzarlo al meglio. A seguito di un proficuo confronto con gli esperti del sito, il Tempio di Asclepio è stato individuato come soggetto principale del progetto di valorizzazione. Come descritto precedentemente, l'edificio si mostra ora in gran parte distrutto, privo della quasi totalità degli elevati e di gran parte degli arredi originali (Fig. 61). Inoltre, molte delle informazioni provenienti dagli scavi risultano mancanti: infatti, quasi nessuna documentazione stratigrafica risulta essere stata pubblicata prima dell'arrivo della missione archeologica inglese<sup>340</sup>. Infine, il tempio si trova in una posizione più defilata rispetto al teatro, raggiungibile solo dopo aver salito tutta la cavea e aver percorso un piccolo tratto in salita tra gli arbusti; questo, unitamente alla mancanza di indicazioni che segnalino la presenza dei resti dell'edificio sacro, fa sì che solo i visitatori più avventurosi arrivino al tempio.

Alla luce di queste considerazioni, la volontà del parco e delle associazioni che vi lavorano a stretto contatto è quella di ottenere un prodotto digitale storicamente accurato del tempio, in forza anche delle acquisizioni condotte con laser scanner durante le campagne di scavo del 2015<sup>341</sup>, utile sia alla ricerca scientifica svolta dagli archeologi sia al Parco Nazionale di Butrinto che potrebbe renderlo fruibile alla popolazione e alle centinaia di turisti che annualmente visitano il sito, permettendo loro di esplorare e decodificare la complessità del Santuario e del Tempio in particolare. Lo strumento migliore per poter ottenere un prodotto utile alla ricerca e, allo stesso tempo, alla comunicazione e valorizzazione del patrimonio culturale è stato individuato nell'*Extended Matrix*<sup>342</sup>.

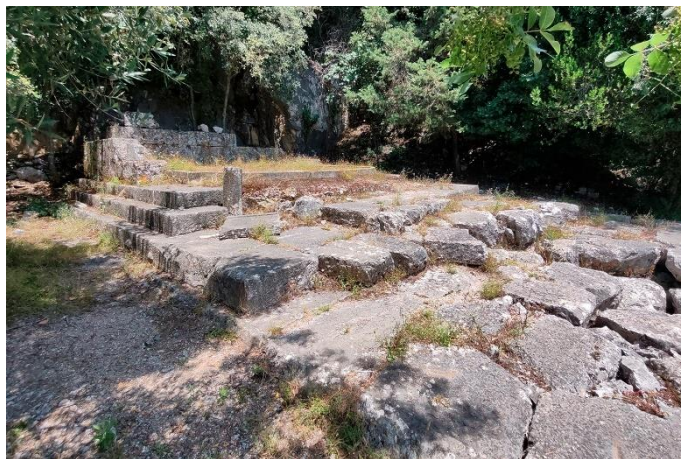


Fig. 61. Il Tempio di Asclepio.

---

<sup>338</sup> Il Butrint Project nasce nel 2015 da una collaborazione tra Belisa Muka (Istituto di Archeologia di Tirana) e il Dipartimento di Storie Culture e Civiltà, Università Di Bologna, su iniziativa del professor Enrico Giorgi, in accordo con il Parco Archeologico Nazionale di Butrinto. Si veda <https://site.unibo.it/butrint/en>.

<sup>339</sup> La Butrint Management Foundation è stata istituita nel 2021 allo scopo di amministrare il patrimonio culturale conservato all'interno del Parco archeologico nazionale di Butrinto. Si veda <https://bmf.al/en/>.

<sup>340</sup> Hodges 2012, p. 53

<sup>341</sup> Giorgi et al 2024, p. 53

<sup>342</sup> Si veda la sezione 1.2.2.2. *Le linee guida*.

### 2.5.2.2. Gli oggetti

Allo scopo di inserire all'interno della ricostruzione 3D del tempio anche parte dei suoi arredi originali, sono stati presi in oggetto i resti di due sostegni per *trapeza* a zampe leonine presenti sul sito del tempio (L2 e L3<sup>343</sup>), il frammento di un capitello ionico (L1) e il frammento di mosaico con l'emblema di serpente esposto presso il museo del parco. Gli elementi architettonici si trovano nei pressi del tempio mentre il lacerto di mosaico è conservato all'interno del museo del parco.

### 2.5.3. La metodologia digitale

#### 2.5.3.1. La raccolta dati (1/5)

- I rilievi 3D

Il soggetto principale della ricostruzione, il tempio, è stato oggetto di una campagna di rilievo nel 2015 da cui è stata ottenuta una nuvola densa di punti in formato .e57 (Fig. 62A). Per l'ottenimento del modello tridimensionale si è ricorsi a Metashape Professional v2.2.0. Dopo aver importato la nuvola sul software si è proceduto direttamente con la creazione della *mesh* prima e con l'ottenimento della texture poi. Infine il modello è stato esportato in formato .OBJ (Fig. 62B).

Durante la prima settimana di agosto 2025 è stata condotta una campagna di rilievo fotogrammetrico sul campo allo scopo di digitalizzare due dei tre frammenti della *trapeza* e il lacerto di mosaico<sup>344</sup>. Vista l'impossibilità di muoverli dalle loro posizioni – i primi due a causa del peso mentre il terzo a causa del suo ancoraggio alla parete – le acquisizioni si sono svolte nei pressi del tempio e all'interno del cortile del museo. È stata utilizzata una fotocamera Sony α 5100<sup>345</sup> con cui sono state scattate 99 fotografie per il sostegno di *trapeza* frammentato, 309 per quello integro e 103 per il frammento di mosaico. Le fotografie, almeno nel caso dei sostegni di *trapeza*, sono state scattate in condizioni di illuminazione non ottimali a causa del filtraggio dei raggi del sole tra gli alberi e della luce diretta del sole sugli oggetti. Considerata non necessaria la riuscita di una buona resa della texture ai fini della ricostruzione, si è deciso di procedere senza effettuare la calibrazione del bianco. Nel caso del mosaico, invece, si è utilizzato un foglio bianco. Le fotografie sono state successivamente processate tramite il software Agisoft Metashape Professional v2.2.0 allineando dapprima le foto per ottenere la nuvola sparsa di punti, poi creando la nuvola densa. Una volta ottenuta si è passati dapprima alla creazione della *mesh*, poi alla creazione della texture<sup>346</sup> e infine all'esportazione in formato .OBJ. Lo stesso procedimento è stato ripetuto per tutti e tre i reperti. Lo stesso procedimento è stato applicato in una seconda campagna di rilievo effettuata nel settembre 2025, che ha visto l'acquisizione e il post processamento degli elementi rimanenti, ovvero il terzo frammento di *trapeza* appartenente a L3 e i resti del capitello ionico (L1). Per il primo elemento sono state scattate 55 fotografie, mentre per il capitello 50.

---

<sup>343</sup> L3 non è completo e risulta diviso in due frammenti.

<sup>344</sup> Sono stati acquisiti due di tre frammenti della *trapeza* poiché il terzo frammento era sfuggito ad una prima ricognizione. Le attività di rilievo fotogrammetrico sono state svolte da me e dalla Dott.ssa Veronica Castignani, membro del gruppo di ricerca del Butrint Project.

<sup>345</sup> Fotocamera con obiettivo da 16-50 mm e risoluzione da 6000x4000 pixel.

<sup>346</sup> Nonostante la texture non fosse utile ai fini della ricostruzione, si è deciso di applicarla così da avere comunque il dato a disposizione.

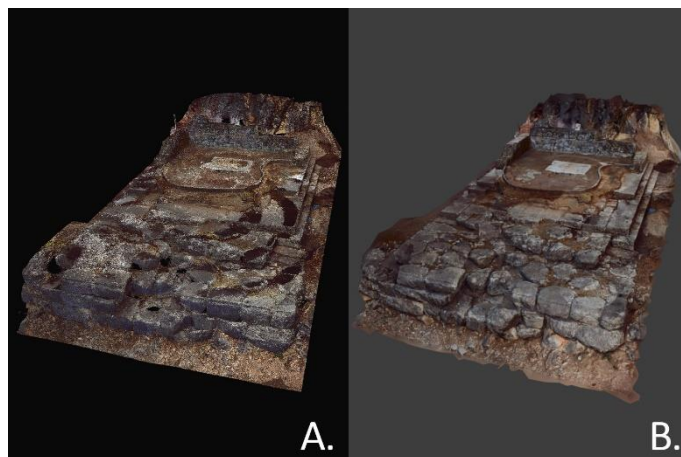


Fig. 62. A. Nuvola di punti densa visualizzata all'interno del software Agisoft Metashape; B. Modello 3D texturizzato visualizzato all'interno del software Blender.

Per quanto riguarda le fonti utili alla compilazione del grafo di conoscenza e, in un secondo momento, alla ricostruzione digitale del tempio, oltre ai rilievi fotogrammetrici e da TLS, durante la ricognizione sono state scattate diverse fotografie atte a documentare gli elementi costitutivi della struttura (US). Dalla ricerca documentaria sono state individuate tre fonti principali: il volume di Mancini<sup>347</sup> e un rilievo a mano realizzato negli anni '30 da Dario Roversi Monaco – l'ingegnere-topografo della Missione Italiana diretta da Ugolini – per la struttura in elevato del tempio e il volume di Raynaud e Islami<sup>348</sup> per la pavimentazione. Alla luce delle informazioni disponibili, si è scelto di ricostruire il tempio nella sua seconda fase di età romana, in quanto meglio documentata e più utile per una restituzione scientificamente fondata. Infine, il volume di Kosmopoulos<sup>349</sup> ha permesso di individuare confronti utili alla ricostruzione.

#### 2.5.3.2. La gestione e analisi dei dati (2/5)

A seguito della ricognizione e della consultazione delle fonti documentarie e fotografiche è stata redatta una bozza del Matrix di Harris allo scopo di comprendere al meglio la relazione tra le varie unità che compongono i resti del tempio. Si è poi proceduto nel creare il grafo di conoscenza sul software yEd Graph Editor v3.25.1. Dopo aver importato la palette di nodi *Extended Matrix* v1.4, le US appartenenti al tempio sono state messe in relazione tra loro secondo i rapporti stratigrafici identificati in precedenza. Le tipologie di unità identificate sono:

- Unità Stratigrafica (US) = associata a banco roccioso, *euthyneria*, stereobate, crepidoma e relativi riempimenti, *oikos*, preparazione pavimentale, pavimenti di I e II fase, intonaci di I e II fase e basamento;
- *Special Find* (SF) = elemento non in situ che deve essere riposizionato. Associato ai due piedi della *trapeza* e ai resti di capitello.

Per ogni US sono state poi aggiunte le fonti documentarie, fotografiche e di rilievo che potessero fornire informazioni utili e puntuali sulle caratteristiche e proprietà dei vari elementi del tempio – come materiale, colore, dimensioni, elementi particolari, ecc. (Fig. 63).

<sup>347</sup> Mancini 2021, pp. 445-469

<sup>348</sup> Raynaud e Islami 2018, pp. 24-34

<sup>349</sup> Kosmopoulos 2021

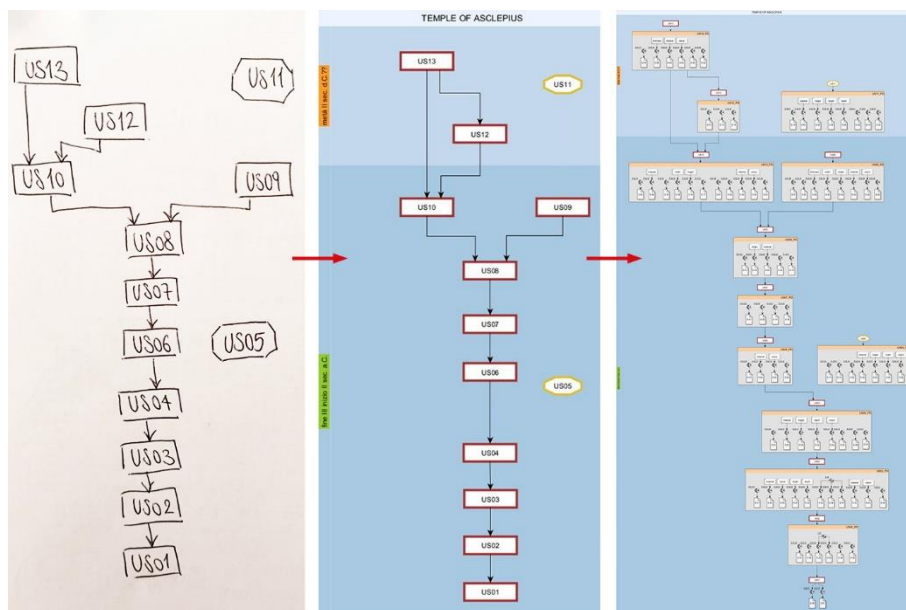


Fig. 63. Dal Matrix di Harris al grafo di conoscenza<sup>350</sup>.

Contemporaneamente è stata realizzata una tabella Excel in cui sono state riportate tutte le informazioni riguardanti le fonti utilizzate<sup>351</sup>, come denominazione, descrizione, URL, proprietà validata, tipologia e, se disponibile, preview della fonte (immagine/fotografia). Una volta terminato il grafo relativo alle US fisiche, il file relativo in formato .graphml è stato importato sul software Blender v4.4 tramite l'add-on "EM tools v1.4.3". Qui, ogni US è stata associata ad una *mesh* allo scopo di realizzare il modello *proxy* degli elementi fisici del tempio. Gli elementi *proxy* sono stati modellati tenendo come riferimento le fonti documentarie e i rilievi<sup>352</sup>. Secondo la visualizzazione a colori del livello di certezza, propria della metodologia, queste strutture fisiche sono state automaticamente colorate di rosso (Fig. 64). Ogni US è stata poi assegnata ai vari periodi storici corrispondenti.

### 2.5.3.3. L'interpretazione e ricostruzione virtuale (3/5)

È stato poi il momento di identificare la stratigrafia virtuale e inserire le US virtuali (USV) relative all'ipotesi ricostruttiva all'interno del grafo di conoscenza, oltre che di metterle in relazione con le unità già presenti, permettendo così la visualizzazione dei livelli di certezza. Nello specifico, sono state inserite quattro nuove tipologie di US:

- Unità Stratigrafica Virtuale strutturale (USV/s) = ipotesi di ricostruzione basata su una US frammentata presente *in situ*. Associata alle ricostruzioni di *euthynteria*, stereobate, crepidoma, riempimento pavimentale e pavimentazioni di I e II fase.
- Unità stratigrafica Virtuale non-strutturale (USV/n) = ipotesi ricostruttiva basata su "fonti" e confronti, non è "fisicamente provata". Associata a *oikos*, soglia, intonaci, architrave e tetto.

<sup>350</sup> Nell'immagine viene mostrato un grafo di conoscenza parziale dove mancano ancora le US virtuali relative alla ricostruzione.

<sup>351</sup> *Extended Matrix* 1.5.0dev. Si veda [https://docs.extendedmatrix.org/en/1.5.0dev/source\\_node.html#source-list-tool](https://docs.extendedmatrix.org/en/1.5.0dev/source_node.html#source-list-tool).

<sup>352</sup> Il modello 3D del tempio, prima di essere utilizzato come base per la realizzazione del modello proxy, è stato decimato così da ridurre il peso: da 8'337'022 poligoni si è passati a 333'480. L'operazione è stata compiuta all'interno del software Blender v4.4 con il modificatore *Decimate*.

- *Virtual Special Find (VSF)* = restauro/integrazione/completamento di un elemento architettonico originale che è stato riposizionato tramite anastilosi. Associato alla *trapeza* e alla colonna singola ionica.
- Unità stratigrafica Virtuale non-strutturale Seriale (serUSVn) = serie di oggetti USVn considerati nel loro insieme. Associata al colonnato.

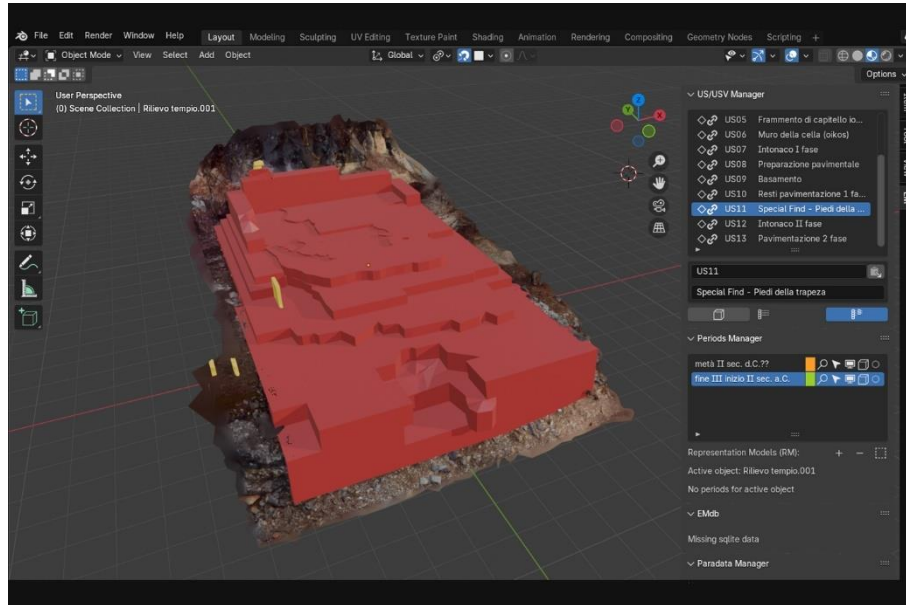


Fig. 64. Associazione delle US da grafo di conoscenza ai modelli proxy all'interno del software Blender.

Ad ogni nuova USV sono state poi associate le relative fonti e proprietà utili alla sua ricostruzione, come era stato fatto in precedenza con le unità stratigrafiche relative al *proxy* del tempo (Fig. 65). In questo caso, al contrario che per le US *in situ*, il numero delle fonti è risultato più esiguo a causa della scarsità di confronti di edifici templari ancora in elevato nella regione dell'Epiro. Si è poi passata alla vera e propria fase ricostruttiva delle nuove unità virtuali.

Per la ricostruzione dello stereobate e del crepidoma, è stato fondamentale il rilievo di Roversi Monaco, in cui sono state annotate con precisione le misure e la posizione di ogni blocco e tenone. Rispetto al rilievo da TLS, le misure totali delle varie larghezze dei gradoni differiscono però di qualche centimetro; considerata la precisione del rilievo moderno – confermata anche a seguito di un sopralluogo con misure eseguite direttamente sulle strutture – si è deciso di ritenere come corrette le misure derivate da quest'ultimo e di "aggiustare" di conseguenza le misure riportate da Roversi Monaco. Lo stereobate è stato "allungato" verso sud-est fino al limitare più certo dell'*euthynteria*<sup>353</sup>, mentre il numero dei blocchi mancanti è stato ricavato dividendo lo spazio rimanente tra l'ultimo blocco *in situ* e il limitare sud-est per la misura media dei blocchi disegnati da Roversi Monaco. Riguardo all'effettiva lunghezza dello stereobate, la ricostruzione 3D ha permesso di definirne la misura a 12.17 m circa, a differenza dei 12.65 m riportati da Mancini<sup>354</sup>, probabilmente frutto di un errore nel calcolo della proporzione. Infine, i blocchi del lato sud-est sono stati ricostruiti specchiando quelli sul lato nord-ovest.

<sup>353</sup> I cordoli sui lati est e ovest dell'*euthynteria* segnalano l'alloggiamento dello stereobate e fanno dedurre che quest'ultimo proseguisse fino al bordo sud-est. Qui la maggior parte dei blocchi è slittata in avanti per l'assenza del terrapieno: il cordolo del blocco meno compromesso è stato quindi preso come limite di riferimento.

<sup>354</sup> Mancini 2021, p. 448

Lo stesso procedimento è stato applicato anche per il crepidoma, mantenendo la stessa pedata dei lati nord-ovest, est e ovest anche sul lato sud-est.

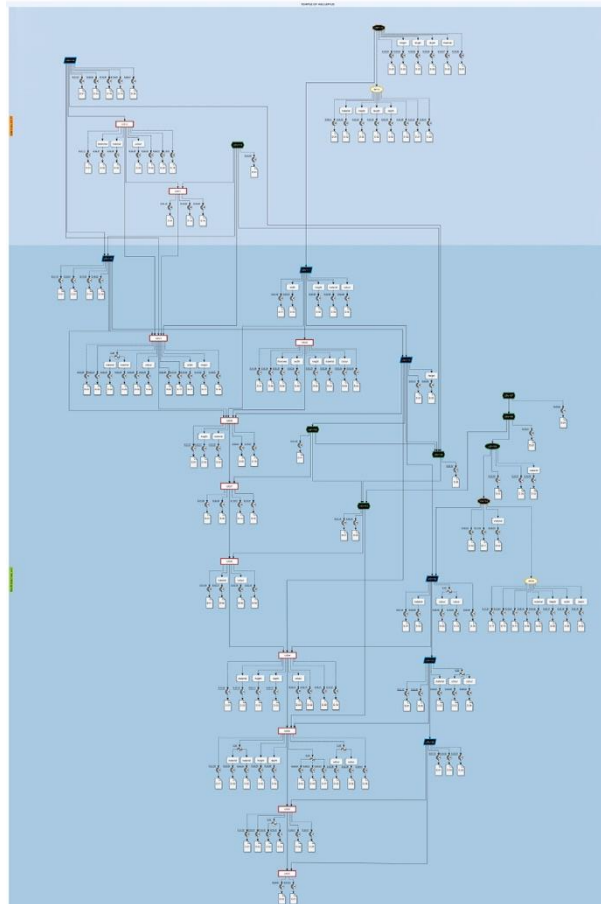


Fig. 65. Grafo di conoscenza completo di US virtuali.

La colonna ionica è stata ricostruita seguendo i disegni di Mancini<sup>355</sup>. Nonostante l'incertezza sull'effettiva appartenenza dei frammenti di colonna ionica a questo tempio, si è deciso di ricollocarla comunque così da verificarne le proporzioni e restituire una ricostruzione del tempio più completa. Dopo aver inscritto un cilindro all'interno del frammento più completo e averne ricavato una circonferenza coerente con l'andamento della curva del frammento stesso, è stato possibile constatare che, a differenza di quanto riportato da Mancini, le dimensioni virtuali al collarino risultano leggermente superiori: circa 36 cm contro i 32 cm indicati dallo studioso. Conseguentemente, anche l'ipotetica misura all'imoscapo<sup>356</sup> sale da 38 a 42 cm. Così, l'intercolumnio scende da 1.65 m a 1.57 m, nonostante i diametri calino a 3.6, il ritmo del colonnato che si ottiene continua a rientrare nella *species aerostila*<sup>357</sup>. Per i dettagli del capitello, sono state prese come base, e quindi riadattate alla nostra *mesh*, alcune parti di modelli presenti su Sketchfab<sup>358</sup>. Dal secondo frammento di capitello è stata invece ricavata la foglia d'acanto (Fig. 66).

<sup>355</sup> Mancini 2021, p. 457; p. 467

<sup>356</sup> Estremità inferiore del fusto di una colonna (senza considerare la base e/o il plinto).

<sup>357</sup> Pollio III,3,5. Vitruvio denomina così il tempio in cui l'intercolumnio (la distanza tra una colonna e l'altra al loro imoscapo) ha una larghezza maggiore di tre diametri. Questo obbliga ad utilizzare architravi in materiale ligneo al posto della pietra.

<sup>358</sup> Si specifica che sono stati scaricati e utilizzati solo modelli 3D aventi licenza CC BY 4.0.

Infine, l'altezza della colonna è stata ricavata seguendo la tradizione proporzionale dell'ordine ionico come codificata da Vitruvio, ovvero moltiplicando il diametro inferiore (imoscapo) per nove: ne deriva quindi un'altezza di 3.78 m<sup>359</sup>.

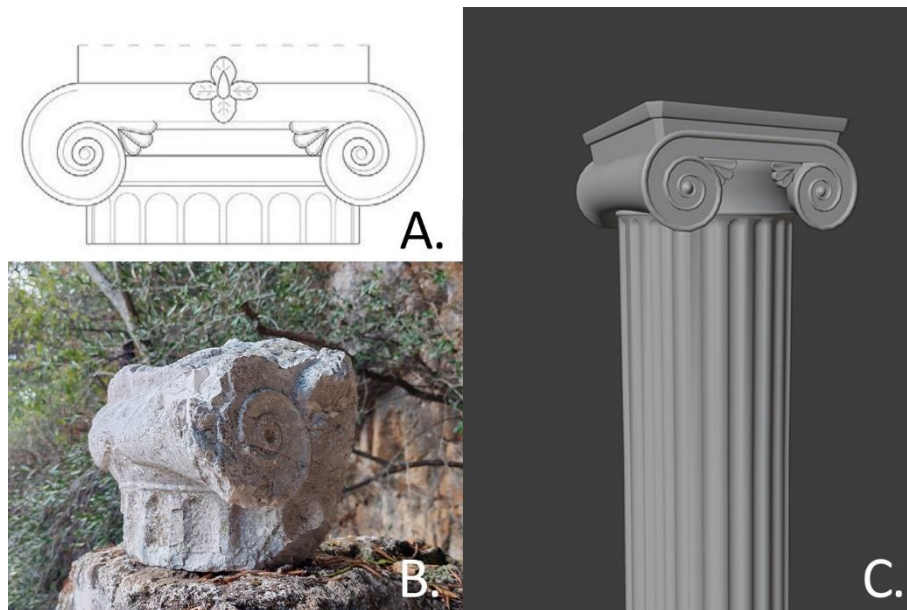


Fig. 66. A. Disegno ricostruttivo della colonna<sup>360</sup>; B. Fotografia del frammento di colonna; C. Ricostruzione 3D.

Per la ricostruzione della *trapeza* è stato selezionato e specchiato il piede più integro così da ottenere il suo corrispettivo. Sono poi stati creati due elementi poligonali, uno a collegamento dei due piedi e uno come piano di appoggio. Questo “blocco” è stato quindi posizionato sulla parte anteriore del basamento, mentre sulla parte posteriore è stata inserita una base per la statua di culto. Una volta ricollocati i due piedi, è risultato chiaro come questi non corrispondessero nelle misure alle due zone rettangolari dotate di canaline per il fissaggio di perni presenti ai lati del basamento; l'assenza di perni al di sotto dei due piedi conferma l'ipotesi che la *trapeza* possa appartenere ad una fase successiva rispetto a quella del basamento. Della statua di Asclepio non rimane altro che la testa, conservata al Museo archeologico nazionale di Tirana e al momento impossibile da acquisire. Per questo motivo si è deciso di inserire una statua del dio proveniente da Sketchfab<sup>361</sup> (Fig. 67).

In mancanza dello strato più superficiale del crepidoma e di dettagli strutturali certi, l'*oikos* è stato verosimilmente esteso verso sud-ovest fino al limite dell'elemento strutturale trasversale presente e visibile nello stereobate, assegnandone lo stesso spessore (circa 88 cm). In questo modo, le dimensioni interne in pianta risultano pari a circa 6.15 x 5.40 m (ovvero circa 7.55 x 6.50 m esternamente), in contrasto con quanto ipotizzato da Mancini<sup>362</sup>. Infine, per la realizzazione della soglia, dell'architrave e del tetto<sup>363</sup>, viste l'epoca e la tipologia, si è deciso di utilizzare come confronto il tempio di Zeus a Magnesia (Turchia)<sup>364</sup>.

<sup>359</sup> Pollio III,3

<sup>360</sup> Mancini 2021, p. 467

<sup>361</sup> Si specifica che è stato utilizzato un modello 3D avente licenza CC BY 4.0.

<sup>362</sup> Mancini 2021, p. 450. Le dimensioni riportate dallo studioso sono di 6.65 x 5.45 m.

<sup>363</sup> Pur essendo più numerosi, gli elementi strutturali del tempio sono stati ridotti al minimo e ricostruiti con la massima semplicità, data l'assenza di confronti diretti.

<sup>364</sup> Kosmopoulos 2021, p. 87

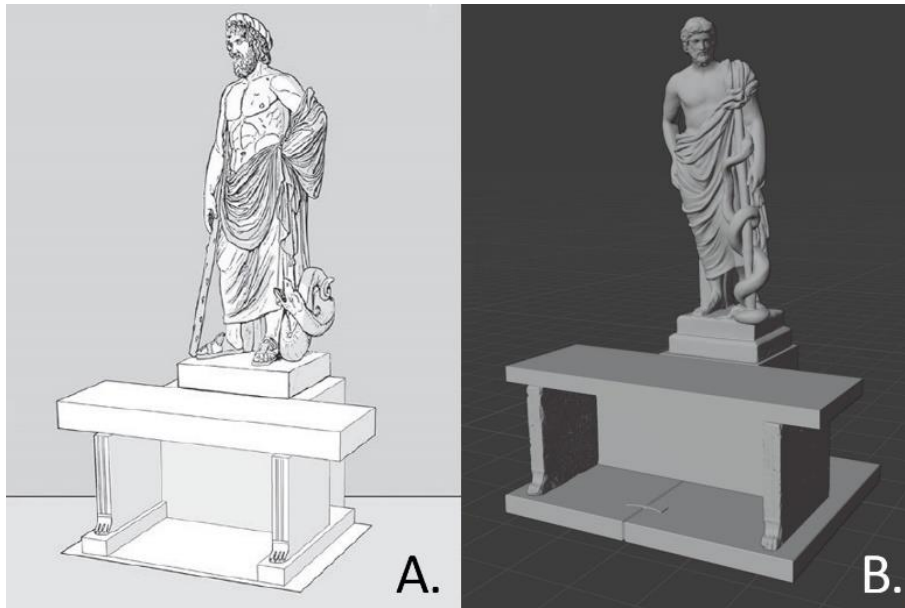


Fig. 67. A. Disegno ricostruttivo della trapeza<sup>365</sup>; B. Ricostruzione 3D.

Una volta ricostruiti tutti gli elementi, questi sono stati collegati alle rispettive US virtuali, ottenendo una visualizzazione per livelli di certezza (Fig. 68).

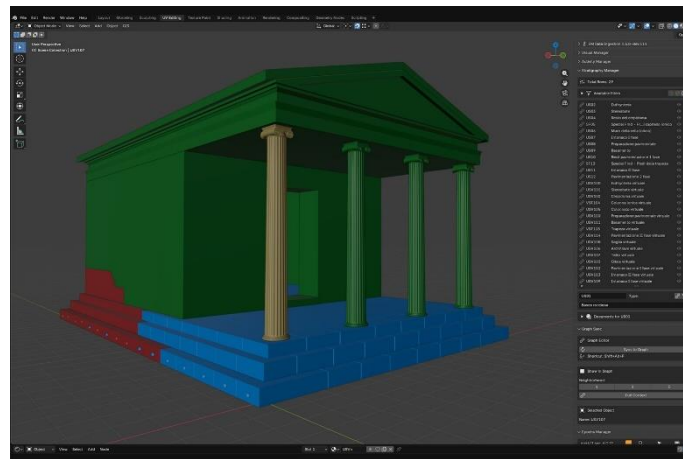


Fig. 68. Visualizzazione a colori dei livelli di certezza del modello ricostruttivo del tempio.

#### 2.5.3.4. Il modello rappresentativo (4/5)

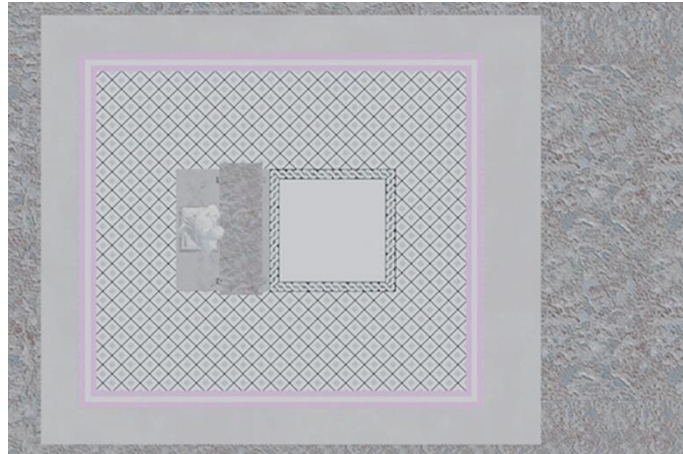
Come ultimo step, a ogni elemento della ricostruzione sono state applicate le texture e i materiali corrispondenti<sup>366</sup>. Nello specifico degli elementi certi, sono stati utilizzati il calcare grigio per lo stereobate, il resto del crepidoma e la *trapeza*, il calcare bianco e il bronzo per il basamento e le relative grappe e, infine, il marmo bianco per la statua della divinità<sup>367</sup>. Per quanto riguarda le colonne, l'intonaco, l'architrave e il tetto, non conoscendo l'impianto decorativo del tempio, si è deciso di mantenere una texture neutra simil intonaco bianco, aggiungendo solo le tegole sulla sommità dell'edificio.

<sup>365</sup> Mancini 2021, p. 457

<sup>366</sup> Mancini 2021, pp. 446-469

<sup>367</sup> I materiali e le texture sono stati scaricati da Poly Heaven e 3D TEXTURES, librerie gratuite online. Si veda <https://polyhaven.com/textures> e <https://3dtextures.me/>.

La texture più complicata è risultata essere quella relativa alla pavimentazione di II fase, ovvero il mosaico a motivi geometrici bianchi e neri. Questa, quasi del tutto andata perduta, si è conservata in soli sette frammenti. Da questi e dalla documentazione storica è stato possibile restituire un'ipotesi, per quanto non ancora completa, del mosaico. Dopo aver replicato il reticolato obliquo con i relativi quadrati dentati all'interno, sono state aggiunte due fasce rosa intervallate da una bianca al perimetro<sup>368</sup> (Fig. 69). Grazie a un disegno realizzato nel 1987 durante la rimozione del frammento di mosaico di I fase con motivo a serpente, oltre che a una foto storica in bianco e nero facente parte dell'archivio Ugolini, è stato possibile determinare la presenza di un riquadro di dimensioni 1.90 x 1.85 m delimitato da una cornice con motivo a guilloche proprio davanti al basamento<sup>369</sup>.



*Fig. 69. Dettaglio della pavimentazione di II fase ripristinata.*

In Fig. 70 i render della ricostruzione del Tempio di Asclepio.



*Fig. 70. Il Tempio di Asclepio ricostruito.*

<sup>368</sup> Mancini 2021, p. 454

<sup>369</sup> Raynaud e Islami 2018, pp. 24-34

### 3. Risultati e discussioni

#### 3.1. L'analisi delle visite

L'analisi quantitativa del numero di visitatori dei quattro casi studio italiani – distinguendo tra ingressi paganti e gratuiti – consente di restituire una fotografia articolata non solo dei livelli complessivi di affluenza ma, soprattutto, dell'attrattività dei musei e delle dinamiche che orientano le scelte di visita.

Il primo elemento evidente nei dati riportati nei grafici precedenti è il crollo delle presenze registrato nell'anno 2020 in tutti i casi studio. Tale diminuzione è direttamente riconducibile alla pandemia da Covid-19 e alle conseguenti misure restrittive a cui l'Italia, così come tutto il resto del mondo, si è trovata a far fronte. Come si può osservare dal Grafico 10, le chiusure prolungate e le limitazioni agli ingressi hanno provocato un calo drastico delle visite, in alcuni casi fino al -70/80% rispetto al 2019. Le realtà analizzate non hanno fatto eccezione: il museo che ha subito le riduzioni più significative è il Museo Nazionale dell'Età Neoclassica in Romagna in Faenza – Palazzo Milzetti (CS2), con una contrazione dell'87% delle visite rispetto all'anno precedente. Seguono la Collezione di Antropologia (CS1) e il Museo Archeologico Nazionale di Ravenna (CS4), entrambi con un calo pari all'84%. Ultima la Rocca di Riolo (CS3) che, tra i casi considerati appare il museo meno penalizzato, pur registrando un calo del 66%.

La situazione non sembra migliorare nel 2021, quando tre realtà su quattro registrano un ulteriore calo delle visite annuali, in controtendenza rispetto ai segnali di ripresa segnalati dal MiC<sup>370</sup>. Solo il CS3, la Rocca di Riolo, mostra un lieve incremento nel numero di visitatori. Ciò evidenzia come le piccole realtà culturali, già fragili, abbiano risentito maggiormente delle misure restrittive e abbiano impiegato più tempo per riprendersi, seppur non completamente. In generale, è necessario attendere il 2022 per osservare una ripresa più consistente degli ingressi nei musei considerati; tuttavia, due realtà su quattro (CS1 e CS4) non riescono ancora a raggiungere i livelli pre-Covid.

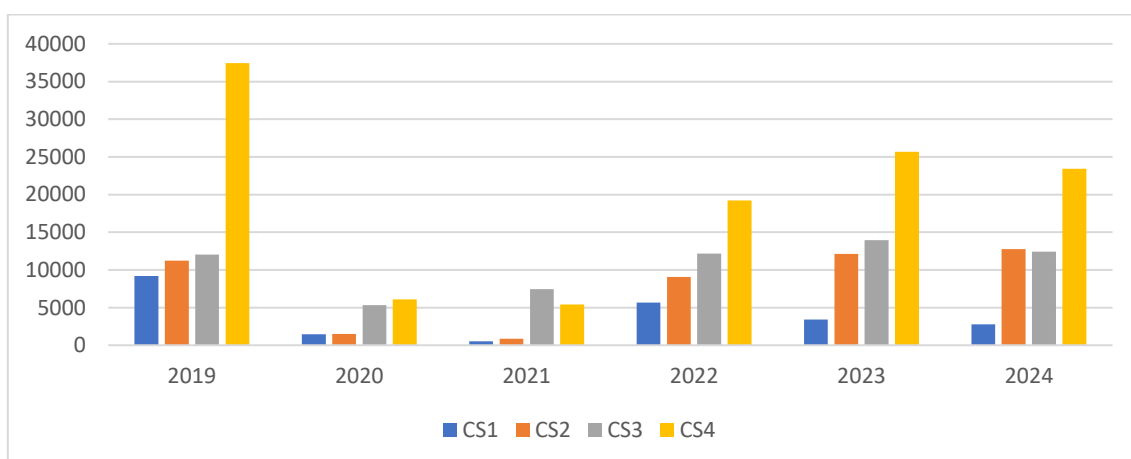


Grafico 10. Numero di visitatori totali per ogni caso studio per anno.

<sup>370</sup> MiC 2023, p. 186.

Un secondo elemento di rilievo riguarda la distinzione tra ingressi paganti e non paganti. Fatta eccezione per il CS1, dove l'accesso è sempre gratuito, nei restanti tre casi studio emerge una tendenza costante: il numero di visitatori a titolo gratuito risulta generalmente superiore a quello dei visitatori paganti (Grafico 11). In generale, considerando la media degli ingressi non paganti per museo tra il 2019 e il 2022, si nota come questi rappresentino sempre oltre il 60% del totale, arrivando quasi a toccare il 70% nel CS4. Questo dato si colloca in linea con quanto osservato da Trevisani nel 2016 in un'indagine sui piccoli musei di Roma<sup>371</sup>: anche qui, come per i casi studio presi in esame, la percentuale di non paganti risulta più del 60%. Le ragioni di questi numeri possono essere diverse e riconducibili a:

- Preferenza a visitare i musei durante le prime domeniche del mese, quando il biglietto è gratuito per tutti<sup>372</sup>;
- Maggioranza di visitatori che ricadono nelle fasce gratuite – come minori di 18 anni, insegnanti e altre gratuità riportate ai sensi del DM 11 dicembre 1997, n. 507<sup>373</sup>;
- Agevolazioni o eventi a titolo gratuito promossi dai piccoli musei per favorire un aumento degli ingressi al museo<sup>374</sup>.

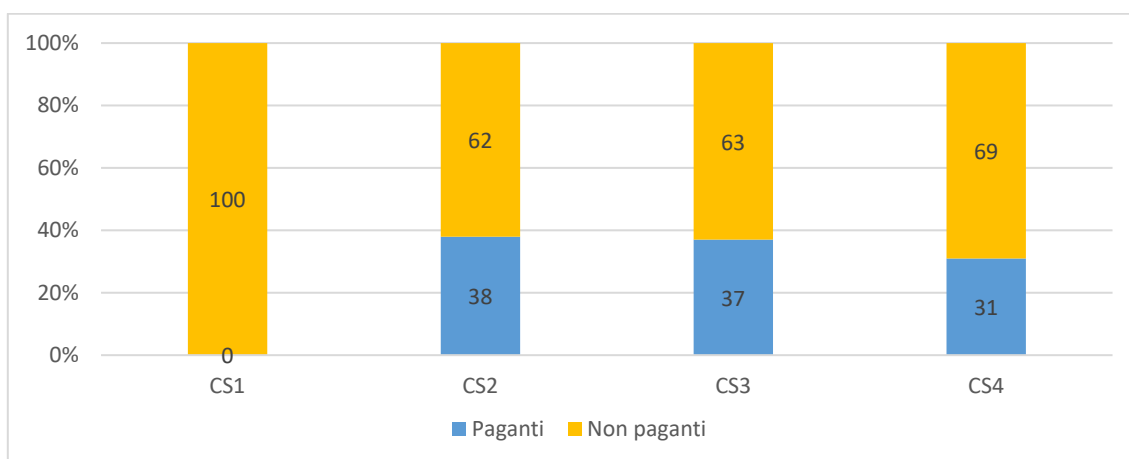


Grafico 11. Percentuale media dei paganti e non paganti per museo tra il 2019 e il 2022.

Il terzo dato significativo riguarda il CS2. Osservando i numeri riportati al Grafico 2, rispetto ai totali del 2022, dove già vi era stata una ripresa significativa degli ingressi, il numero di visitatori totali ha subito una crescita costante prima del 134% nel 2023 e poi del 140% nel 2024. Si tratta di un andamento che si discosta nettamente dagli altri casi studio, i quali, pur mostrando una prima fase di recupero, nel 2024 tornano a registrare una contrazione delle presenze. Questo risultato appare ancor più rilevante se si considera che il CS2 è l'unico museo tra quelli analizzati ad aver potuto attivare una serie di strategie digitali orientate alla comunicazione e alla valorizzazione del patrimonio già prima del 2024. L'aumento degli ingressi può quindi essere letto come l'esito di un insieme di azioni complementari: dal rifacimento dell'identità grafica del museo al "restauro" digitale del sito internet e dei contenuti narrativi a supporto della visita, fino a una gestione più efficace e continuativa della comunicazione sui social media.

<sup>371</sup> Trevisani 2016. Si veda <https://www.internazionale.it/reportage/matteo-trevisani/2016/08/12/musei-roma-estate>.

<sup>372</sup> Si veda <https://cultura.gov.it/comunicato/domenicalmuseo-10>.

<sup>373</sup> Si veda <https://cultura.gov.it/agevolazioni>.

<sup>374</sup> Si fa l'esempio del CS2 che, in occasione del Palio della città di Faenza, ha promosso l'ingresso gratuito al museo. Si veda <https://palazzomilzetti.cultura.gov.it/eventi/palio-del-niballo/?nskip=8838>.

## 3.2. La risposta ai test di UX

Su tre dei quattro casi studio italiani è stato possibile condurre un'analisi di User Experience finalizzata a valutare la qualità del prodotto digitale progettato e sviluppato appositamente per i rispettivi musei.

### 3.2.1. I questionari

In generale, il questionario prevedeva una serie di *item* a scala *Likert*, valutabili da 1 a 5 punti e utili a rilevare il grado di soddisfazione percepita di una serie di dimensioni – come *l'enjoyment*, la *navigation*, *l'accessibility*, ecc – e alcune domande aperte pensate per raccogliere commenti più approfonditi da parte dei visitatori. In tutti i casi la compilazione è stata possibile tramite modulo Form online, con l'obiettivo di garantire una raccolta dei dati agile e facilmente confrontabile. Nel CS2, tuttavia, dopo una prima sperimentazione condotta in fase preliminare – ovvero antecedente all'installazione del nuovo percorso di visita – è emersa una limitata familiarità del pubblico abituale con la compilazione online. Per questa ragione, in fase di valutazione del prodotto digitale, la somministrazione è stata adattata introducendo, accanto al modulo online, una versione cartacea del questionario per consentire una partecipazione più ampia e rappresentativa. Una scelta che si è rivelata opportuna poiché, al termine della raccolta delle valutazioni, si sono registrate soltanto tre compilazioni online a fronte delle 27 in formato cartaceo.

Le modalità di coinvolgimento del pubblico sono variate a seconda dei contesti: nel CS2 i partecipanti coincidevano con i visitatori effettivi del museo, nel CS3 il campione è stato selezionato tra studenti e ricercatori del Dipartimento di Beni Culturali così da non movimentare le strumentazioni, mentre nel CS4 i partecipanti sono stati reclutati online tra i *follower* della pagina *social* del FrameLAB. In tutti e tre i casi, il campione è stato suddiviso in quattro fasce generazionali – Generazione Z, Generazione Y, Generazione X e *Baby Boomers* – per mettere in relazione le risposte con l'età e il diverso grado di familiarità con gli strumenti digitali, permettendo di ottenere una lettura più approfondita dei comportamenti dei visitatori nei confronti delle esperienze di fruizione digitale.

### 3.2.2. I risultati

Dall'analisi dei dati relativi ai tre test di UX emerge come ciascun caso studio presenti caratteristiche e criticità differenti, strettamente legate sia al tipo di strumento digitale proposto, sia al profilo del pubblico coinvolto.

Per il CS2, l'audioguida narrativa risulta nel complesso molto apprezzata, soprattutto per la chiarezza della narrazione e la semplicità d'uso dello strumento. Tuttavia, la bassa stimolazione emotiva e la variabilità delle risposte su questo aspetto suggeriscono che, pur risultando un efficace supporto informativo, l'audioguida non sempre riesce a generare un coinvolgimento affettivo profondo. Questo dato risulta particolarmente interessante se messo in relazione con il profilo del visitatore tipo di Palazzo Milzetti, meno abituato agli strumenti digitali e più orientato verso una fruizione tradizionale del museo. Nel CS3, l'esperienza immersiva di realtà virtuale viene percepita come affascinante e immersiva ma, allo stesso tempo, complessa da gestire, soprattutto per le generazioni meno digitalmente alfabetizzate. Ne risulta che, pur in presenza di un forte interesse e curiosità, le difficoltà di navigazione e la limitata interattività con oggetti e ambienti tendono a ridurre l'efficacia complessiva dell'applicazione.

Nel CS4, i dati relativi alla fruizione del Virtual Tour 360 mostrano una soddisfazione generale, valutando l'esperienza come utile e interessante — in particolare per la possibilità di esplorare il museo da remoto — ma, anche in questo caso, emergono problemi legati all'accessibilità e alla navigazione.

Un dato più trasversale ai tre casi, riguarda la diversa risposta delle fasce generazionali. La Generazione Z risulta sistematicamente la meno coinvolta o soddisfatta. Pur essendo a proprio agio con la tecnologia (è il caso del CS4 dove questa generazione è stata in grado di utilizzare lo strumento della VR — sicuramente il più complicato tra i tre — senza particolari problemi) tende a percepire le esperienze come poco accattivanti, probabilmente per via di aspettative più alte in termini di interattività e *gamification*. Al contrario, le Generazioni Y e *Baby Boomers* mostrano i livelli di soddisfazione più elevati, riconoscendo il valore informativo e la semplicità d'uso degli strumenti digitali, anche quando l'esperienza non è altamente immersiva. La Generazione X, infine, si posiziona in modo intermedio, con un'attenzione più marcata agli aspetti culturali e contenutistici.

### **3.3. La collaborazione istituzione museale – ente di ricerca**

#### **3.3.1. I limiti riscontrati**

Il metodo collaborativo promosso e adottato all'interno di questo elaborato, come già affrontato nella sezione 1.1.3.2. *La collaborazione istituzione museale – ente di ricerca*, offre molteplici vantaggi per entrambi gli istituti. Dal lato delle istituzioni museali, collaborare con un ente di ricerca permette di usufruire di tecnologie all'avanguardia e conoscenze altrimenti non accessibili; dall'altro lato, per gli enti di ricerca nell'ambito del patrimonio culturale, avere un terreno di sperimentazione come quello dei musei — o di altri siti culturali — rappresenta un'enorme opportunità. Queste collaborazioni si fondano, generalmente, su progetti. Gli istituti museali più periferici e — come nel caso di questo elaborato — “dimenticati”, non beneficiando di fondi particolarmente cospicui da dedicare alla digitalizzazione o al rinnovamento digitale della propria offerta museale, sono spesso costretti a partecipare a bandi regionali<sup>375</sup>. Questi, se vinti, permettono alle istituzioni museali di affidare il progetto di valorizzazione e comunicazione digitale agli enti di ricerca tramite il finanziamento di borse o contratti di ricerca, oltre che di ottenere fondi utili all'acquisto di strumentazioni da dedicare alla comunicazione e fruizione del proprio patrimonio culturale.

Allo stesso tempo, questo rapporto di collaborazione comporta una serie di macrovincoli che, al loro interno, nascondono ulteriori problematiche. Sulla base dell'esperienza maturata nell'ambito dei casi di ricerca presentati, si presenta un'analisi di questa collaborazione elencandone le limitazioni riscontrate:

- **Tempistiche ristrette:** questi progetti, vinti sulla base di bandi, prevedono solitamente tempistiche particolarmente ristrette per la finalizzazione di tutte le attività. La mancanza di tempo porta, conseguentemente, a imbattersi in ulteriori criticità legate alla ricerca in sé:
  - Mancanza, a monte, di una progettazione puntuale che tenga conto di obiettivi e domande di ricerca;

---

<sup>375</sup> Si fa riferimento ai casi del Museo Nazionale dell'Età Neoclassica in Romagna in Faenza – Palazzo Milzetti e del Museo del Paesaggio e dell'Appennino Faentino – Rocca di Riolo.

- Assenza delle tempistiche necessarie per sperimentare diverse metodologie e/o strumentazioni così da accertarsi, sulla base di test, di quale strategia comunicativa digitale sia meglio perseguire;
- Impossibilità, per un ente o laboratorio di ricerca, di dedicare il 100% del proprio tempo a un solo progetto e difficoltà nel seguirne eventuali sviluppi nel caso questi si protraggano oltre le tempistiche del bando.
- **Condizionamento istituzionale:** nell'ambito di questa collaborazione, la progettazione e l'esecuzione delle attività di digitalizzazione e valorizzazione sono affidate all'ente di ricerca, direttamente supervisionato dal museo. Da un lato, questo coordinamento è utile all'ente per avere un confronto costante atto a soddisfare i bisogni comunicativi delle collezioni e dei reperti, dall'altro, in alcuni casi, può portare a:
  - Limitazione nelle metodologie e nel *work-flow* tipico dei processi di ricerca e condizionamento nelle scelte da parte della *vision* dei direttori, anche rispetto ai bisogni meno espliciti dell'istituzione e delle sue collezioni. Quello che si ottiene è quindi uno strumento solo in parte conforme agli obiettivi di ricerca e che risulta disallineato rispetto ai bisogni del pubblico e delle collezioni stesse;
  - Rischio di una minor qualità del prodotto digitale finale causata da continue revisioni da parte delle istituzioni museali o risultante dalla scelta di approcci più tradizionali a discapito di soluzioni più avanzate di valorizzazione. Questa scelta, per l'ente di ricerca, rischia di produrre risultati difficilmente spendibili nella comunità scientifica. Per l'istituzione culturale, invece, questo approccio comporta uno spreco di fondi che avrebbero potuto contribuire a migliorare concretamente la comunicazione della propria collezione.
- **Budget limitato:** nella maggior parte dei casi, i finanziamenti ottenuti attraverso i bandi regionali risultano insufficienti e inadeguati a coprire l'insieme delle spese previste a monte del progetto. Tale condizione comporta diverse criticità operative:
  - Fondi insufficienti per il rinnovo dei contratti di ricerca, con conseguente incremento del carico di lavoro sul personale interno all'ente di ricerca, o per il coinvolgimento di ulteriori figure professionali specializzate (grafici, architetti, ecc.) necessarie a colmare – se necessario – le competenze mancanti dell'ente;
  - Assenza di risorse dedicate alla disseminazione dei risultati (cataloghi, pubblicazioni, mostre, attività didattiche collegate), che limita l'accessibilità al pubblico e ostacola la comunicazione del patrimonio culturale.

Nello specifico dei quattro casi studio presentati, soltanto due – il CS2 e il CS3 – hanno partecipato a bandi regionali; di conseguenza, solo in questi due progetti si sono manifestate concretamente le limitazioni relative alle tempistiche ristrette. I problemi legati al budget limitato, invece, interessano tutti i casi studio, sebbene con intensità differente poiché, nei progetti non beneficiari di finanziamenti esterni, le restrizioni economiche hanno imposto ulteriori vincoli, costringendo a gravare il lavoro e le spese direttamente sui fondi dell'ente di ricerca e impedendo qualsiasi contributo economico aggiuntivo. Il condizionamento istituzionale, infine, si è manifestato perlopiù nel CS2, dove le revisioni e le precauzioni dell'istituzione, motivate dalla volontà di non perdere il pubblico più tradizionalista, hanno particolarmente influenzato la progettazione dell'esperienza.

### 3.3.2. Le possibili soluzioni

Le criticità emerse non sono semplicemente riconducibili ai singoli progetti, ma a limiti insiti nel modello collaborativo stesso, spesso attivato esclusivamente in risposta a bandi di finanziamento. Per superarli, si potrebbero adottare alcune strategie preventive, mirate a garantire una maggiore efficienza delle metodologie, oltre che la sostenibilità dei risultati.

- **Progettazione preliminare:** questa fase, realizzata a monte e indipendentemente dalla presenza o meno di un finanziamento, sarebbe finalizzata a definire con chiarezza obiettivi di ricerca, obiettivi comunicativi, pubblico di riferimento e criteri di valutazione, permettendo di ridurre l'impatto delle tempistiche ristrette e di garantire maggiore coerenza progettuale.
- **Definizione dei ruoli:** una chiara distinzione di ruoli e responsabilità nell'ambito della collaborazione – anche grazie alla redazione di un accordo attuativo più puntuale e particolareggiato – consentirebbe di limitare il condizionamento istituzionale sulle scelte metodologiche, distinguendo tra la supervisione scientifica e culturale del museo e l'autonomia operativa e metodologica dell'ente di ricerca. Questa separazione favorirebbe un equilibrio tra le esigenze di valorizzazione e quelle di sperimentazione, riducendo il rischio di risultati progettuali parzialmente disallineati rispetto ai bisogni del pubblico o poco spendibili in ambito scientifico.
- **Individuazione degli output:** concependo fin dall'inizio due livelli complementari – da un lato strumenti e applicazioni destinati alla fruizione e alla comunicazione museale, dall'altro risultati documentativi e metodologici orientati alla ricerca e alla disseminazione scientifica – si potrebbe valorizzare a pieno il lavoro senza sacrificare né la qualità del prodotto finale né il potenziale di ricerca.

### 3.4. La gestione dei dati

Come già riportato in sezione 1.2.2.2. *Le linee guida*, i dati digitali devono essere gestiti secondo un approccio conforme ai principi *FAIR*, allo scopo di salvaguardarne la conservazione a lungo termini e la valorizzazione sia culturale che scientifica, garantendone al contempo una protezione giuridica.

Questa ricerca ha visto la produzione di dati digitali come modelli 3D, audioguide narrative, registrazioni audio e video, Virtual Tour, Virtual Museum e Virtual Reality, oltre che testi ed immagini. La dimensione *FAIR* è però stata parzialmente trascurata e applicata in modo frammentario, anche in ragione del carico di lavoro e delle scadenze pressanti di cui si è accennato precedentemente. Le operazioni di produzione ed elaborazione di dati digitali sono state fino ad ora condotte tenendo in considerazione le questioni relative ai formati, alla conservazione e – parzialmente – alla pubblicazione (Tab. 20). Nello specifico, nonostante la scelta dei software non sia sempre ricaduta su strumenti *open*, sono stati utilizzati formati di export aperti e diffusi in modo da garantire la massima interoperabilità e durata nel tempo degli elementi digitali. Ogni processo di acquisizione, modellazione o realizzazione di prodotti digitali è stato documentato, così come sono state mantenute diverse versioni dei file e dei modelli 3D<sup>376</sup>. La conservazione dei materiali è avvenuta sui server istituzionali dell'Università di Bologna, compatibilmente con le autorizzazioni ricevute dagli enti museali.

---

<sup>376</sup> Barzaghi et al. 2025

Infine, i prodotti ultimati come i modelli 3D del Virtual Tour del Museo Archeologico Nazionale di Ravenna, le audioguide narrative di Palazzo Milzetti e la Virtual Reality della Rocca di Riolo, sono già stati pubblicati e/o installati rispettivamente sul repository Sketchfab, sul sito internet del museo, sui device museali e tramite articoli scientifici volti alla divulgazione di dati scientifici.

DATI	FORMATI	PRODUZIONE	CONSERVAZIONE	PUBBLICAZIONE
<b>Modelli 3D</b>	OBJ, FBX, GLTF/GLB	Modellazione 3D, TLS, SLS	Server istituzionale	Sketchfab
<b>Audioguide narrative</b>	MP3	Registrazioni, post-produzione	Server istituzionale	Sito internet museo
<b>Filmati</b>	MP4	Registrazioni, post-produzione	Server istituzionale	Device museali
<b>VT, VM, VR</b>	HTML5, APK	Software VR/360	Server istituzionale	Device museali
<b>Testi e immagini</b>	PDF/A, PNG, JPEG, DOCX	Redazione testi, acquisizione fotog.	Server istituzionale	Articoli scientifici

Tab. 20. Scelte FAIR applicate a questa ricerca.

Si segnalano qui le mancanze in termini di pianificazione, raccolta, produzione, organizzazione, conservazione, accesso e disseminazione secondo i principi FAIR:

- Redazione – per ogni progetto – di un *Data Management Plan* – DMP<sup>377</sup> e decisione in accordo con i musei partner delle modalità di utilizzo e pubblicazione dei dati digitali.
- Decisione degli standard di metadati e associazione delle informazioni di base già in fase di acquisizione/produzione.
- Scelta di repository certificati e interoperabili per l'archiviazione dei dati.
- Rilascio dei contenuti con licenze aperte *Creative Commons*.

<sup>377</sup> IBM 2025. Documento che indichi tipologia di dati, formati, metadati, licenze e modalità di conservazione che si intendono applicare ai prodotti digitali della ricerca. Si veda <https://www.ibm.com/think/topics/data-management-plan>.

## 4. Conclusioni e lavori futuri

### 4.1. Le conclusioni

L'analisi complessiva dei casi studio mette in luce come l'efficacia dei progetti digitali nei musei solitamente esclusi dai percorsi di visita tradizionali sia strettamente legata alla combinazione tra strategie comunicative adottate, la tipologia di strumenti digitali impiegati e il grado di familiarità dei pubblici con le tecnologie. Le soluzioni più "tradizionali" – come l'audioguida narrativa del CS2 – risultano essere più accessibili e rassicuranti per un pubblico ampio, ma meno stimolanti per le generazioni più giovani. Al contrario, le esperienze più immersive e sperimentali – come la VR del CS3 – suscitano maggiore entusiasmo ma anche frustrazione, soprattutto per le generazioni più adulte, meno "avvezze" agli strumenti più immersivi. In generale, i risultati dei test evidenziano una volontà generale precisa: le tecnologie digitali nei musei non devono solo "aggiungere" contenuti, ma devono trasformare il modo in cui il pubblico si relaziona con il patrimonio, rendendo l'esperienza culturale più inclusiva, partecipativa e coinvolgente. Il CS2, in particolare, si distingue tra gli altri per la crescita costante dei visitatori, favorita probabilmente da un approccio integrato che ha combinato la revisione dell'identità visiva, il potenziamento dei contenuti digitali e una gestione più efficace della comunicazione online. Questi interventi sembrano aver avuto un impatto diretto sulla capacità del museo di intercettare nuovi pubblici e di consolidare la propria attrattività, dimostrando come anche realtà di dimensioni ridotte possano beneficiare sensibilmente di strategie digitali progettate e realizzate *ad hoc* per le loro necessità.

Sebbene la valutazione della User Experience sia stata condotta su campioni numericamente contenuti, in linea con la scala dei contesti analizzati, i test hanno svolto un ruolo rilevante in termini esplorativi e progettuali. Più che produrre risultati generalizzabili dal punto di vista statistico, la valutazione UX si è rivelata uno strumento utile per individuare criticità e orientare le scelte progettuali, oltre che per migliorare progressivamente i prodotti digitali. La replicabilità del modello proposto risiede pertanto non nei valori quantitativi ottenuti, ma nel processo di osservazione e adattamento che può essere riapplicato in contesti analoghi.

Alla luce di questi risultati, la ricerca consente di individuare un insieme di buone pratiche operative a supporto dei musei marginali impegnati in processi di valorizzazione digitale. In primo luogo, emerge l'importanza di progettare le soluzioni digitali in funzione del pubblico reale del museo, privilegiando l'appropriatezza tecnologica rispetto all'innovazione fine a sé stessa. In secondo luogo, i casi studio mostrano come gli strumenti digitali risultino più efficaci quando inseriti all'interno di una strategia comunicativa più ampia e coerente. La valutazione della UX, anche se condotta su piccoli campioni, può inoltre rappresentare un valido strumento di orientamento progettuale, soprattutto se utilizzata in chiave qualitativa e iterativa. A ciò si affianca la necessità di bilanciare il grado di sperimentazione tecnologica con la sostenibilità operativa e gestionale delle soluzioni adottate, affinché i prodotti digitali possano essere mantenuti e aggiornati nel tempo. Infine, una pianificazione, anche minima, della gestione dei dati digitali prodotti – in linea con i principi FAIR – risulta fondamentale per garantire la conservazione, il riuso e la valorizzazione a lungo termine dei risultati.

In conclusione, nonostante le limitazioni legate a risorse, tempistiche e ampiezza dei campioni analizzati, i risultati dei test utenti e l'analisi dei flussi di visita dimostrano come i prodotti digitali sviluppati rappresentino strumenti efficaci per la comunicazione e la valorizzazione del patrimonio culturale. Le soluzioni adottate hanno mostrato un concreto potenziale nell'aumentare l'accessibilità dei contenuti, stimolare l'interesse del pubblico e favorire un coinvolgimento più attivo dei visitatori. I casi studio evidenziano inoltre un buon grado di replicabilità e adattabilità degli approcci progettuali sperimentati: workflow, strumenti digitali e strategie narrative possono essere modulati e applicati anche in altri musei di piccole e medie dimensioni. Una collaborazione più strutturata tra musei ed enti di ricerca, insieme a una pianificazione più consapevole della gestione dei dati digitali, può contribuire a rendere tali progetti più sostenibili ed efficienti nel tempo.

In questo senso, le soluzioni digitali proposte si confermano strumenti validi per far emergere patrimoni meno conosciuti e rafforzare la visibilità dei musei che li custodiscono, dimostrando come, anche in presenza di risorse limitate e vincoli operativi, il digitale possa ampliare le possibilità di fruizione e di dialogo con il pubblico.

#### **4.2. I lavori futuri**

Il lavoro qui presentato costituisce solo un primo passo nello sviluppo di tecnologie digitali utili agli istituti museali per la comunicazione del proprio patrimonio. Il naturale proseguimento di questo progetto di ricerca interessa *in primis* il completamento degli strumenti digitali ancora in fase di progettazione, seguito dal loro *testing* e dalla loro successiva ottimizzazione per meglio rispondere alle esigenze comunicative delle collezioni, oltre che dei pubblici e degli istituti stessi. Gli ulteriori sviluppi di questa ricerca riguardano poi l'indagine più approfondita e completa dell'efficacia degli strumenti digitali prodotti per la comunicazione e valorizzazione del patrimonio culturale delle realtà prese in esame e di come la loro fruizione possa influenzare o meno l'andamento delle visite. Si cercherà inoltre di verificare, nell'ambito del caso studio estero, la replicabilità e l'efficacia delle strategie digitali in questo contesto ad alta frequentazione ma con elementi interni di patrimonio non valorizzato.

Infine, considerato le mancanze in termini di principi *FAIR* riportate nella sezione 3.4. *La gestione dei dati*, il progetto intende conciliare l'esigenza di apertura e condivisione della ricerca con il rispetto delle normative vigenti e delle responsabilità etiche verso il patrimonio culturale. Si cercherà quindi di:

- corredare ogni *dataset* di metadati descrittivi conformi a standard internazionali, al fine di facilitarne l'indicizzazione e l'integrazione in ecosistemi digitali più ampi;
- definire, caso per caso, il regime di accesso e le licenze di utilizzo dei contenuti, prediligendo licenze aperte che ne consentano il riuso a fini di ricerca e divulgazione e, quando non possibile, stabilire eventuali restrizioni in accordo con le istituzioni proprietarie dei beni culturali digitalizzati;
- scegliere repository certificati e interoperabili per l'archiviazione dei dati privilegiando soluzioni che garantiscano la persistenza a lungo termine, l'assegnazione di identificatori univoci e la compatibilità con standard di citazione internazionale.

Di seguito, per ogni caso studio, si riportano le attività future.

- *Collezione di Antropologia (SMA)*: quella proposta all'interno di questo elaborato di tesi è soltanto una prima bozza, una versione beta, del Virtual Museum che si intende ottenere. Questa piccola anteprima, seppur limitata nelle stanze e nel numero di reperti interrogabili, servirà però come tester utile alla verifica dell'effettiva efficacia dello strumento. Si dovranno quindi svolgere delle sessioni di User Experience allo scopo di esaminare la reazione dei pubblici all'interfaccia, ai comandi e ai contenuti del VM. Successivamente, sulla base dei risultati di questi test, l'esperienza virtuale sarà modificata e implementata fino all'ottenimento della sua struttura definitiva. Infine, il tutto potrà essere reso fruibile tramite la pagina web ufficiale della collezione; un esempio di come potrebbe essere raggiungibile è riportato in Fig. 71. Inoltre, per una migliore progettazione e messa in opera del museo virtuale, si auspica di poter utilizzare Aton<sup>378</sup>, il *framework* open-source sviluppato dal CNR ISPC e utilizzato per ospitare la mostra virtuale di Palazzo Poggi dedicata ad Ulisse Aldrovandi<sup>379</sup>.



Fig. 71. Esempio di un possibile collegamento al Museo Virtuale sulla pagina ufficiale della Collezione di Antropologia.

- *Museo Nazionale dell'Età Neoclassica in Romagna in Faenza – Palazzo Milzetti*: a seguito dei test utenti effettuati nell'ambito di questo elaborato, e considerata l'impossibilità di apportare modifiche al vero e proprio percorso museale, si prevede di migliorare i testi e le informazioni riportate all'interno dell'audioguida narrativa. Lo scopo sarà quello di "alleggerire" il tutto rendendolo più coinvolgente e non sovraccaricando il visitatore con troppe informazioni – considerata anche l'impossibilità di ridurre il numero di audio. Inoltre, si prevede di implementare le funzionalità dello schermo touch screen allo scopo di rendere fruibile, oltre che una galleria in alta definizione, un tour 2D delle scene dei soffitti con informazioni puntuali sui personaggi e sui dettagli più significativi. Lo scheletro di questo strumento è già stato realizzato utilizzando il software 3DVista Virtual Tour Pro e munendo le fotografie in alta definizione - già utilizzate per la galleria di immagini - di hotspot informativi e approfondimenti (Fig. 72). L'implementazione e l'installazione del tour è stata messa momentaneamente in pausa a causa dell'attuale impossibilità di far comunicare il software proprietario del tavolo touch - Touch Viewer - con qualsiasi prodotto di export del di 3DVista.

<sup>378</sup> Fanini et al. 2021

<sup>379</sup> Barzaghi et al. 2024



Fig. 72. Esempio di scheda informativa su una scena riportata nei soffitti.

- Museo del paesaggio e dell'Appennino Faentino – Rocca di Riolo: la nuova versione della VR "A cielo aperto" è in fase di realizzazione. Dopo aver concluso l'implementazione su Unreal Engine, sarà svolto un secondo test di *User Experience* allo scopo di validare questa nuova versione e verificare che le problematiche riscontrate nei precedenti test siano state effettivamente risolte, che i suggerimenti degli utenti siano stati accolti e che le aspettative siano state soddisfatte. Successivamente, se le risposte ai test dimostreranno quanto appena detto, la VR "A cielo aperto" sarà nuovamente installata presso la Torre Est del Museo del paesaggio e dell'Appennino Faentino per accompagnare il futuro visitatore alla scoperta della Rocca di Riolo e del suo territorio (Fig. 73).



Fig. 73. Visitatore del museo intento a fruire della VR "A cielo aperto".

- Museo Archeologico Nazionale di Ravenna: la proposta di tour virtuale qui presentata non è che una prima bozza. Una volta che la direzione dei Musei Nazionali di Ravenna si doterà di una nuova identità grafica che possa rappresentare al meglio il nuovo istituto culturale, si potrà procedere con l'implementazione del tour sostituendo la grafica e la mappa "attuale". Successivamente, questo sarà soggetto ai test di *User Experience* allo scopo di ottenere dei feedback puntuali sull'accessibilità dei contenuti, sull'effettivo coinvolgimento e sull'efficacia di questo strumento come mezzo di attrazione dei pubblici verso il museo. Una volta ottenuto un prodotto valido ed efficace, questo potrebbe essere reso fruibile sul nuovo sito dei Musei Nazionali di Ravenna, come proposto in Fig. 74.

In un secondo momento, inoltre, è volontà dei Musei dotare il visitatore di uno strumento aggiuntivo utile alla visita in loco dei vari siti culturali. L'idea è quella di realizzare una piccola *Web App* raggiungibile da smartphone sfruttando le funzionalità del software ArcGIS e dove inserire informazioni più puntuali sulle biglietterie, sui siti e sugli itinerari – a piedi, in bicicletta, in auto e coi mezzi pubblici – così che il visitatore possa programmare nel minimo dettaglio la propria visita.

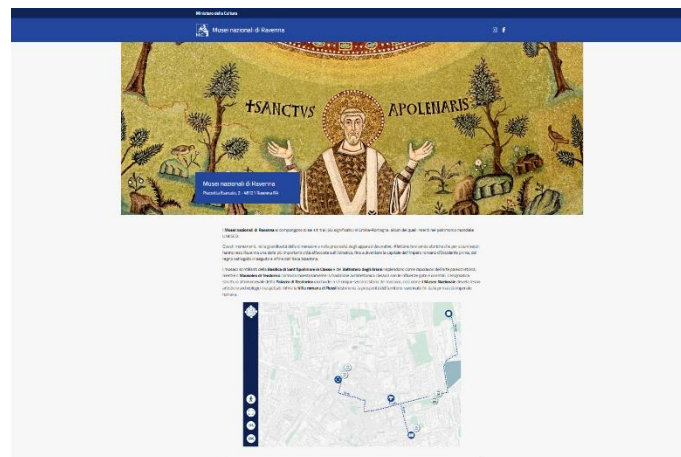


Fig. 74. Esempio della possibile collocazione del VT all'interno del nuovo sito dei Musei Nazionali di Ravenna.

- *Parco Nazionale di Butrinto*: come prima cosa, si auspica di ampliare le informazioni e le fonti utili alla ricostruzione, con l'obiettivo di produrre una rappresentazione il più possibile fedele e storicamente accurata dell'edificio. Il lavoro portato avanti fino ad ora copre quattro delle cinque fasi caratteristiche dell'*Extended Matrix*. Rimane da realizzare la fase finale, relativa alla pubblicazione e alla diffusione digitale, che consentirà di rendere accessibili al pubblico le repliche digitali, le interpretazioni e i grafi di conoscenza attraverso la piattaforma EMViq<sup>380</sup>. Nell'ambito della valorizzazione del patrimonio storico e archeologico del parco, la direzione sta prevedendo la creazione di un database online all'interno del quale saranno raccolti vari tipi di contenuti – come la documentazione storica degli scavi, la documentazione fotografica, i rilievi, i modelli 3D – con l'obiettivo di renderli fruibili alle istituzioni, ai ricercatori e al pubblico del parco attraverso una piattaforma digitale aperta e interrogabile<sup>381</sup>. La comunicazione e la valorizzazione della ricostruzione 3D del Tempio di Asclepio, si potrebbero inserire proprio in questo contesto, rendendo il modello 3D direttamente accessibile al pubblico e permettendone una maggiore comprensione storica e culturale. In questo modo, il modello 3D non solo arricchirebbe il patrimonio digitale del Parco, ma diventerebbe anche un caso di studio concreto sull'utilizzo delle ICT per comunicare e valorizzare al meglio parti del patrimonio storico e archeologico "dimenticate". In Fig. 75 un esempio di come la ricostruzione 3D del tempio potrebbe aiutare il pubblico del parco a comprendere al meglio il sito e la sua complessità.

<sup>380</sup> L'*Extended Matrix Visual Inspector and Querier* è uno strumento *web-based* per la visualizzazione interattiva e l'interrogazione in tempo reale di matrici estese nell'ambito archeologico e del *digital heritage*. Permette di visualizzare non solo il modello 3D, ma anche le fonti, i ragionamenti e le ipotesi interpretative che lo hanno generato, supportando la collaborazione remota in tempo reale. Si veda <https://www.extendedmatrix.org/em-framework/emviq>.

<sup>381</sup> Si fa l'esempio della Carta Archeologica di Ancona. Si veda <https://archeonancona.cultura.gov.it/>.



*Fig. 75. Inserimento della ricostruzione 3D del Tempio di Asclepio all'interno del contesto del parco.*

## BIBLIOGRAFIA

Adams, Sean, Noreen Morioka, and Terry Stone. 2006. *Logo Design Workbook: A Hands-On Guide to Creating Logos*. Beverly Massachusetts: Rockport Publishers.

AEOM. 1976. *Tagungsbericht 1974. Report of the Conference*. AEOM - Association of European Open-Air Museums.

Aleotti, Nadia, Anna Gamberini, and Lorenzo Mancini. 2020. "Sacred Places, Territorial Economy, and Cultural Identity in Northern Epirus (Chaonia)." In *Archaeology and Economy in the Ancient World. Boundaries Archaeology: Economy, Sacred Places, Cultural Influences in the Ionian and Adriatic Areas*, 39:45–63. Colonia: Propylaeum.

Ancarani, Laura, Maura Morigi, and Silvia Tamburini. 2007. *Museo Del Paesaggio Dell'Appennino Faentino Di Riolo Terme*. Ravenna: Provincia di Ravenna.

Antinucci, Francesco. 2007. *Musei Virtuali. Come Non Fare Innovazione Tecnologica*. Laterza.

Apollonio, Fabrizio Ivan, Filippo Fantini, Simone Garagnani, and Marco Gaiani. 2021. "A Photogrammetry-Based Workflow for the Accurate 3D Construction and Visualization of Museums Assets." *Remote Sensing* 13 (3). <https://doi.org/10.3390/rs13030486>.

Argyriou, Lemonia, Daphne Economou, e Vassiliki Bouki. 2020. "Design Methodology for 360° Immersive Video Applications: The Case Study of a Cultural Heritage Virtual Tour". *Personal and Ubiquitous Computing* 24 (6): 843–59. <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01373-8>.

Arrangel, Moses. 1430. *Alba Bible*.

Augé, Marc. 1992. *Territoires de La Mémoire. Les Collections Du Patrimoine Ethnologique Dans Les Écomusées*. Fédération des écomusées et des musées de sociétés.

Aumann, Antony. 2024. "In Defense of Art Museum Audio Guides." *Journal of Aesthetic Education* 58 (2): 43–63. <https://doi.org/10.5406/15437809.58.2.04>.

Avgousti, Avgoustis, Georgios Papaioannou, and Sorin Hermon. 2024. "Enhancing Online Accessibility of Digitized Artifacts from Small Museum Collections in Cyprus: An Empirical Evaluation of the CyprusArk Solution." *Journal on Computing and Cultural Heritage* 17 (3). <https://doi.org/10.1145/3648229>.

Bagattoni, Emanuela. 2008. *La cultura architettonica faentina tra antico regime e impero*. Cesena: Società Editrice "Il Ponte Vecchio".

Baggieri, Gaspare, Luigi Galieti, and Gianmarco Galieti. 2020. "Dall'orto Dei Semplici Passando per l'alchimia Alla Farmacia Del Rinascimento." *Biografie Mediche* 13–14:34–41.

Balzani, Roberto, Sebastian Barzaghi, Gabriele Bitelli, Federica Bonifazi, Alice Bordignon, Luca Cipriani, Simona Colitti, et al. 2024. "Saving Temporary Exhibitions in Virtual Environments: The Digital Renaissance of Ulisse Aldrovandi – Acquisition and Digitisation of Cultural Heritage Objects." *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* 32. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2023.e00309>.

Barszcz, Marcin, Krzysztof Dzedzic, Maria Skublewska-Paszkowska, and Pawel Powroznik. 2023. "3D Scanning Digital Models for Virtual Museums." *Computer Animation and Virtual Worlds* 34 (3–4). <https://doi.org/10.1002/cav.2154>.

- Bartolini, Chiara. 2023. "Museum Audio Descriptions vs. General Audio Guides: Describing or Interpreting Cultural Heritage?" *Journal of Audiovisual Translation* 6 (2). <https://doi.org/10.47476/jat.v6i2.2023.253>.
- Barzaghi, Sebastian, Alice Bordignon, Federica Collina, Francesca Fabbri, Bruno Fanini, Daniele Ferdani, Bianca Gualandi, et al. 2025. "A Reproducible Workflow for the Creation of Digital Twins in the Cultural Heritage Domain." *Transformations: A DARIAH Journal Workflows* (Image-based workflows). <https://doi.org/10.46298/transformations.14773>.
- Batterton, Katherine A., and Kimberly N. Hale. 2017. "The Likert Scale. What It Is and How to Use It." *Military Operations Research Society* 50 (2): 32–39.
- Belcastro, Maria Giovanna, Valentina Mariotti, and Marco Milella. 2006. "La Collezione Di Primati Non Umani Del Museo Di Antropologia Dell'Università Di Bologna." In *Le Collezioni Primatologiche Italiane*, 171–80. Roma: Istituto Italiano di Antropologia.
- Bertens, Laura, and Sara Polak. 2019. "Using Museum Audio Guides in the Construction of Prosthetic Memory." *Journal of Conservation and Museum Studies* 17 (1). <https://doi.org/10.5334/jcms.182>.
- Bhattacharjee, Anol. 2001. "Understanding Information Systems continuance: an expectation-confirmation model". *MIS Quarterly* 25 (3): 351. <https://doi.org/10.2307/3250921>.
- Bierbrauer, Volker. 1995. "Archeologia Degli Ostrogoti in Italia." In *I Goti a San Marino. Il Tesoro Di Domagnano*. Mondadori Electa.
- Boccia, Lionello. 1989. *L'oploteca Del Museo Nazionale Di Ravenna: Tre Secoli Di Armi*. Ravenna: Angelo Longo Editore.
- Bonacini, Elisa. 2021. *Digital Storytelling Nel Marketing Culturale e Turistico. Manuale Pratico Con Esempi Applicativi*. Edited by Dario Flaccovio. Palermo.
- Bonadies, Manuela, Anna Sofia Lippolis, Laura M. Michetti, and Arturo Zampaglione. 2023. "Vulci Nel Mondo: Un Museo Virtuale Del Patrimonio Disperso." *Mélanges de l'École Française de Rome. Antiquité* 135 (2): 435–46. <https://doi.org/10.4000/mefra.15794>.
- Booker, Christopher. 2004. *The Seven Basic Plots: Why We Tell Stories*. Continuum.
- Bovini, Giuseppe. 1951. *Guida Del Museo Nazionale Di Ravenna*. Ravenna: Azienda autonoma di soggiorno e turismo.
- Buono, Mario, and Rosa Maria Giusto. 2020. "La Ri-Scrittura Del Patrimonio Culturale Nell'Era Digitale." *Boletín de Arte*, no. 41: 279–83. <https://doi.org/10.24310/BoLArte.2020.v41i.8617>.
- Burns, Howard. 1973. "I Disegni." In *Palladio Catalogo Della Mostra. Vicenza, Basilica Palladiana*, 131–55. Mondadori Electa.
- Busselle, Rick, and Helena Bilandzic. 2009. "Measuring Narrative Engagement." *Media Psychology* 12 (4): 321–47. <https://doi.org/10.1080/15213260903287259>.
- Cabanes, Pierre, Faïk Drini, Miltiadēs V. Chatzopoulos, and Olivier Masson. 2007. "Corpus des inscriptions grecques d'Illyrie méridionale et d'Épire" 2 (2). <https://www.torrossa.com/it/resources/an/4655761>.

- Calanchi, Elisabetta. 2008. "Le Collezioni Di Interesse Storico Del Museo Di Antropologia Dell'Università Di Bologna Come Fonti Di Studio per La Storia Delle Scienze Antropologiche." *Museologia Scientifica Memorie* 2:239–42.
- Campanella, Lorenza, and Santino Alessandro Cugno. 2024. "MUVI Appia: Il Museo Virtuale Del Parco Archeologico Dell'Appia Antica. Opportunità e Prospettive Attraverso l'esempio Offerto Dal Contesto Delle Tombe Della Via Latina." *Allestire l'archeologia. Progetti in Corso e Nuove Proposte per i Musei e i Parchi Archeologici Nazionali* (Roma), 59–72.
- Cataldo, Lucia, and Marta Paraventi. 2023. *Il Museo Oggi. Modelli Museologici e Museografici'era Della Digital Transformation*. Ulrico Hoepli Editore.
- Cavani, Federica. 2011. "La Cosiddetta Corazza Di Teoderico." *Orizzonti* 12: 143–64.
- Chartier, Jean. 1858. *Chronique de Charles VII, Roi de France*. P. Jannet.
- Cliffe, Laurence, James Mansell, Chris Greenhalgh, e Adrian Hazzard. 2021. "Materialising Contexts: Virtual Soundscapes for Real-World Exploration". *Personal and Ubiquitous Computing* 25 (4): 623–36. <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01405-3>.
- Collina, Federica, and Francesca Fabbri. 2024a. "A First Digital Reconstruction of the So-Called Armor of Theoderic." *GCH 2024 Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage* (Darmstadt). <https://doi.org/10.2312/GCH.20241264>.
- Collina, Federica, and Francesca Fabbri. 2024b. "Three Case Studies in the Emilia-Romagna Region. Digital Valorisation of Cultural Memories." *Mimesis Journal* 13 (2): 87–93. <https://doi.org/10.13135/2389-6086/10019>.
- Collina, Federica, and Francesca Fabbri. 2024c. "Model of the So-Called Armor of Theoderic." Preprint, Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.12664456>.
- Collina, Federica, Simone Zambruno, Hubert Gamba, and Alessandro Iannucci. 2024. "Strumenti Di Digitalizzazione al Servizio Della Valorizzazione: Il Progetto per Il Museo Nazionale Di Ravenna." In *Il Cinquantenario Della Convenzione UNESCO a Tutela Del Patrimonio Culturale (1972-2022): Percorsi Multidisciplinari*. Università di Bologna. [https://doi.org/10.60923/pcrp\\_2024-5](https://doi.org/10.60923/pcrp_2024-5).
- Collina, Federica, Francesca Fabbri, Simone Zambruno, and Iannucci Alessandro. 2025a. "Il Patrimonio Ritrovato. Ricostruzione e Valorizzazione Digitale Della Sella Di Teoderico." In *La Sella Perduta. L'oreficeria Tardoantica a Ravenna a 100 Anni Dal Furto Della «corazza Di Teodorico»*. *Atti Della Giornata Di Studi (14 Giugno 2024, Museo Nazionale Di Ravenna)*. Società Editrice Il Ponte Vecchio.
- Collina, Federica, Rita Sorrentino, Maria Chiara Malavasi, Alessandro Iannucci, and Maria Giovanna Belcastro. 2025b. "From Digitization to Virtual Exhibition of the University of Bologna's 'Collezioni Di Antropologia.'" *Digital Heritage* 2025. <https://doi.org/10.2312/DH.20253110>.
- Collina, Federica, Francesca Fabbri, Federica Giacomini, et al. 2025c. "An Interdisciplinary Approach for Cultural Heritage Valorisation through VR: The 'A Cielo Aperto' Project of the Riolo Fortress." Preprint, Springer Nature.

Colombi Ferretti, Anna. 2011. *Palazzo Milzetti Museo Nazionale Dell'Età Neoclassica in Romagna Di Faenza*. Sistema Museale Provincia di Ravenna.

Colombo, Maria Elena. 2020. *Musei e Cultura Digitale. Fra Narrativa, Pratiche e Testimonianze*. Editrice Bibliografica.

Cordera, Paola, Sandra Costa, and Dominique Poulot. 2022. "Prefazione. Storytelling? Una Narrazione a Più Voci." In *Storytelling: Esperienze e Comunicazione Del Cultural Heritage*. BUP.

Costa, Leonida. 1990. "Aspetti Sociali Ed Economici Del Contado Romagnolo Nel XV Secolo." *Quaderni Del Museo Del Lavoro Contadino Nelle Valli Del Lamone-Marzeno-Senio*, 1990.

Costa, Leonida. 1992. "Nascita e Sviluppo Di Un Castello Medioevale." *Torricelliana* 43:266–97.

De Maria, Sandro. 2003. "Léon Rey, Luigi Ugolini e Le Origini Dell'archeologia Albanese." *Iliria* 31:83–104.

De Maria, Sandro 2007. "Butrinto e Fenice a Confronto." In *Roman Butrint: An Assessment*, 175–88. Oxford.

De Paolis, Lucio Tommaso, Sofia Chiarello, Carola Gatto, Silvia Liaci, and Valerio De Luca. 2022. "Virtual Reality for the Enhancement of Cultural Tangible and Intangible Heritage: The Case Study of the Castle of Corsano." *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* 27. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2022.e00238>.

De Varine, Hugues. 2005. *Le Radici Del Futuro Il Patrimonio Culturale al Servizio Dello Sviluppo Locale*. CLUEB.

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 15 marzo 2024, n. 57, "Regolamento di organizzazione del Ministero della cultura, degli uffici di diretta collaborazione del Ministro e dell'Organismo indipendente di valutazione della performance", Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 102, 3 maggio 2024.

Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, "Codice dei beni culturali e del paesaggio", Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 45, 24 febbraio 2004.

Decreto Ministeriale 9 febbraio 2024, n. 53 "Modifiche al Decreto Ministeriale 23 dicembre 2014 sull'organizzazione e funzionamento dei musei statali", 1 marzo 2024.

Demetrescu, Emanuel. 2015. "Archaeological Stratigraphy as a Formal Language for Virtual Reconstruction. Theory and Practice." *Journal of Archaeological Science* 57: 42–55. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.02.004>.

Demetrescu, Emanuel, and Daniele Ferdani. 2021. "From Field Archaeology to Virtual Reconstruction: A Five Steps Method Using the Extended Matrix." *Applied Sciences* 11. <https://doi.org/10.3390/app11115206>.

Denard, Hugh. 2012. "A New Introduction to the London Charter." In *Paradata and Transparency in Virtual Heritage*. Ashgate Publishing.

Diara, Filippo, Francesco Giuseppe Barsacchi, and Stefano de Martino. 2024. "Moving beyond the Content: 3D Scanning and Post-Processing Analysis of the Cuneiform Tablets of the Turin Collection." *Applied Sciences* 14 (11): 4492. <https://doi.org/10.3390/app14114492>.

Direzione generale Musei. 2019. "Migliorare Il Racconto Museale. Approfondimenti per La Redazione Di Didascalie e Pannelli." MIC - Ministero della Cultura.

Drugman, Fredi. 2016. *Idee per un progetto di museo lungo il Trebbia*. EDIFIR.

El Debuch, Hani, Sergio Iovino, Giulia Parenti, and Lino Strangis. 2024. "The Virtual Museum: How Technology and Virtual Reality May Help Protect and Promote Cultural Heritage." In *Heritage in War and Peace*, vol. 12. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-47347-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-031-47347-0_10).

Ercolani Cocchi, Emanuela. 1983. *Impero Romano e Bizantino, Regni Barbarici in Italia Attraverso Le Monete Del Museo Nazionale Di Ravenna*. Ravenna: Cassa di Risparmio di Ravenna.

Fabbri, Francesca. 2024. *Digital Storytelling e Open Air Museum in Un Progetto Di Rigenerazione Urbana (UIA04-137 DARE): La Memoria e Il Patrimonio Culturale Della Darsena Di Ravenna*. <https://doi.org/10.48676/UNIBO/AMSDOTTORATO/11610>.

Facchini, Fiorenzo, Maria Giovanna Belcastro, Gianni Giusberti, Valentina Mariotti, and Silvia Veschi. 1999. *Paleoantropologia e Preistoria: Il Museo Di Antropologia Dell'Università Di Bologna*. Bologna: Giorgio Barchigiani Editore.

Fanini, Bruno, Daniele Ferdani, Emanuel Demetrescu, Simone Berto, and Enzo d'Annibale. 2021. "ATON: An Open-Source Framework for Creating Immersive, Collaborative and Liquid Web-Apps for Cultural Heritage." *Applied Sciences* 11 (22): 11062. <https://doi.org/10.3390/app112211062>.

Farella, Elisa Mariarosaria, Luca Morelli, Simone Rigon, Eleonora Grilli, and Fabio Remondino. 2022. "Analysing Key Steps of the Photogrammetric Pipeline for Museum Artefacts 3D Digitisation." *Sustainability* 14 (9). <https://doi.org/10.3390/su14095740>.

Ferlini, Antonio. 1990. *Pestilenze Nei Secoli a Faenza e Nelle Valli Del Lamone e Del Senio*. Faenza: Tipografia Faentina.

Filip, Florin Gheorghe, Cristian Ciurea, Horațiu Dragomirescu, and Ion Ivan. 2015. "Cultural Heritage and Modern Information and Communication Technologies." *Technological and Economic Development of Economy* 21 (3): 441–59. <https://doi.org/10.3846/20294913.2015.1025452>.

Fiori, Emanuela. 2019. "Gli Sciamiti Da San Giuliano 1910-2018: Una Vicenda Esemplare." In *Stoffe Di San Giuliano Dal Ritrovamento Alla Valorizzazione*, 13–24. Ravenna: Longo Editore.

Fiori, Emanuela, and Mario Scalini. 2019. *Museo Nazionale Di Ravenna*. Turismo. Ravenna: Sagep Editori.

Fiorini, Andrea. 2019. *I Castelli Della Romagna. Indagini Di Archeologia Dell'architettura*. Firenze: All'Insegna del Giglio.

Fiorio, Maria Teresa. 2023. *Il Museo Nella Storia. Dallo Studiolo al Museo Virtuale. Terza Edizione*. Pearson.

Ffion, Lindsay. 2015. *The Seven Pillars of Storytelling*. Sparkol Books.

Floridi, Luciano. 2017. *La Quarta Rivoluzione: Come l'Infosfera Sta Trasformando Il Mondo*. Raffaello Cortina Editore.

Friedl-Knirsch, Judith, Fabian Pointecker, Sandra Pfistermüller, Christian Stach, Christoph Anthes, and Daniel Roth. 2024. "A Systematic Literature Review of User Evaluation in Immersive Analytics." *Computer Graphics Forum* 43 (3). <https://doi.org/10.1111/cgf.15111>.

Gaddoni, Serafino. 1927. *Le Chiese Della Diocesi d'Imola. Comuni: Castel Bolognese, Solarolo, Riolo, Brisighella, Casola Valenio*. Vol. 1. Cooperativa Tip. Ed. Paolo Galeati.

Gao, Meiyuzi, and Deborah A. Boehm-Davis. 2023. "Development of a Customizable Interactions Questionnaire (CIQ) for Evaluating Interactions with Objects in Augmented/Virtual Reality." *Virtual Reality* 27 (2): 699–716. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00678-8>.

García-López, Fátima, Sara Martínez-Cardama, and Ana María Morales-García. 2022. "Vorematur Project: Proposal for the Digital Cataloguing of Museum Objects on Media Art." *Collection and Curation* 41 (1). <https://doi.org/10.1108/CC-08-2020-0030>.

Geronazzo, Michele, Amalie Rosenkvist, David Sebastian Eriksen, Camilla Kirstine Markmann-Hansen, Jeppe Køhlert, Miicha Valimaa, Mikkel Brogaard Vittrup, and Stefania Serafin. 2019. "Creating an Audio Story with Interactive Binaural Rendering in Virtual Reality." *Wireless Communications and Mobile Computing* 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1463204>.

Gervasi, Osvaldo, Damiano Perri, Marco Simonetti, and Sergio Tasso. 2022. "Strategies for the Digitalization of Cultural Heritage." *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2022 Workshops. Malaga, Spain, July 4–7, 2022 Proceedings, Part VI*, 486–502.

Gherardini, Francesco, Mattia Santachiara, and Francesco Leali. 2019. "Enhancing Heritage Fruition through 3D Virtual Models and Augmented Reality: An Application to Roman Artefacts." *Virtual Archaeology Review* 10 (21): 67–79. <https://doi.org/10.4995/var.2019.11918>.

Giorgi, Enrico, Francesco Pizzimenti, Veronica Castignani, and Federica Carbotti. 2024. "Dal Grande Progetto Pompei al Butrint Project: Il Rilievo Laser Scanner Come Strumento Di Conoscenza e Tutela Del Patrimonio Archeologico." In *UNESCO. Restauro, Conservazione, Valorizzazione, Digitalizzazione e Scienza Del Patrimonio.*, 48–57. Bologna: Alma Mater Studiorum Università di Bologna.

Golfieri, Ennio. 1990. "L'organizzazione Ospitaliera Faentina Nel Medioevo." In *Pestilenze Nei Secoli a Faenza e Nelle Valli Del Lamone e Del Senio*. Tipografia Faentina.

Grier, Rebecca A., Aaron Bangor, Philip Kortum, and S. Camille Peres. 2013. "The System Usability Scale: Beyond Standard Usability Testing." *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 57 (1): 187–91. <https://doi.org/10.1177/1541931213571042>.

Guarnieri, Chiara. 2007. "Il Territorio Di Riolo Tra Altomedioevo Ed Età Moderna." In *Archeologia Nell'Appennino Romagnolo: Il Territorio Di Riolo Terme*. Bacchilega Editore.

Hall, Alice. 2009. "Perceptions of the Authenticity of Reality Programs and Their Relationships to Audience Involvement, Enjoyment, and Perceived Learning." *Journal of Broadcasting & Electronic Media* 53 (4): 515–31. <https://doi.org/10.1080/08838150903310468>.

- Hernández-Muñoz, Óscar. 2023. "Analysis of Digitized 3D Models Published by Archaeological Museums." *Heritage* 6: 3885–902. <https://doi.org/10.3390/heritage6050206>.
- Hodges, Richard. 2012. "A New Topographic History of Butrint, Ancient Buthrotum." In *Le Ricerche Delle Missioni Archeologiche in Albania Nella Ricorrenza Dei Dieci Anni Di Scavi Dell'Università Di Bologna a Phoinike (2000-2010)*, 53–78. Bologna: Ante Quem.
- Hodges, Richard 2013. "Excavating Away the 'Poison': The Topographic History of Butrint, Ancient Buthrotum in Hansen." In *Butrint 4: The Archaeology and Histories of an Ionian Town*, 1–21. Oxbow Books.
- Iacono, Saverio, Matteo Scaramuzzino, Luca Martini, et al. 2024. "Virtual Reality in Cultural Heritage: A Setup for Balzi Rossi Museum." *Applied Sciences* 14 (9). <https://doi.org/10.3390/app14093562>.
- ICOM. 1964. "Catégories de Musées." In *Les Problèmes Des Musées Dans Les Pay En Voie de Développement Rapide*. ICOM International Council of Museums.
- Jacobs, Hannah L. 2022. "SketchUp and Sketchfab: Tools for Teaching with 3D." *Journal of the Society of Architectural Historians* 81 (2): 256–59. <https://doi.org/10.1525/jsah.2022.81.2.256>.
- Jakob, Wenzel, Marco Tarini, Daniele Panozzo, and Olga Sorkine-Hornung. 2015. "Instant Field-Aligned Meshes." *ACM Transactions on Graphics* 34 (6). <https://doi.org/10.1145/2816795.2818078>.
- Kosmopoulos, Dimosthenis. 2021. *Architettura Templare Italica in Epoca Ellenistica*. L'Erma di Bretschneider.
- Kyrlitsias, Christos, Maria Christofi, Despina Michael-Grigoriou, Domna Banakou, and Andri Ioannou. 2020. "A Virtual Tour of a Hardly Accessible Archaeological Site: The Effect of Immersive Virtual Reality on User Experience, Learning and Attitude Change." *Frontiers in Computer Science* 2: 23. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2020.00023>.
- Lanjouw, Tijm, and J. Waagen. 2021. *4DRL Report Series 1 - Making 4D: Principles and Standards for Virtual Reconstruction in the Humanities by the 4D Research Lab*. University of Amsterdam. [https://uva.uas.figshare.com/articles/journal\\_contribution/4DRL\\_report\\_series\\_1\\_-\\_Making\\_4D\\_principles\\_and\\_standards\\_for\\_virtual\\_reconstruction\\_in\\_the\\_humanities\\_by\\_the\\_4D\\_Research\\_Lab/14932461](https://uva.uas.figshare.com/articles/journal_contribution/4DRL_report_series_1_-_Making_4D_principles_and_standards_for_virtual_reconstruction_in_the_humanities_by_the_4D_Research_Lab/14932461).
- Lerario, Antonella. 2023. "The Communication Challenge in Archaeological Museums in Puglia: Insights into the Contribution of Social Media and ICTs to Small-Scale Institutions." *Heritage* 6 (7): 4956–92. <https://doi.org/10.3390/heritage6070264>.
- Li, Jia, Jin-Wei Nie, and Jing Ye. 2022. "Evaluation of Virtual Tour in an Online Museum: Exhibition of Architecture of the Forbidden City." *PLOS ONE* 17 (1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261607>.
- Lum, Heather C., Lisa Jo Elliott, Faisal Aqlan, and Richard Zhao. 2020. "Virtual Reality: History, Applications, and Challenges for Human Factors Research." *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 64: 1263–68. <https://doi.org/10.1177/1071181320641300>.

- Maietti, Federica. 2023. "Heritage Enhancement through Digital Tools for Sustainable Fruition — A Conceptual Framework." *Sustainability* 15 (15). <https://doi.org/10.3390/su151511799>.
- Mancini, Lorenzo. 2021. "Tempio Di Asclepio (B02)." In *Edilizia Di Culto Presso Gli Ethne Dell'Epiro. Architettura e Paesaggi Del Sacro Alla Periferia Nord-Occidentale Della Grecia*. Edizioni Quasar.
- Mandarano, Nicolette. 2024. *Il Digitale per i Musei. Comunicazione, Fruizione, Valorizzazione*. Carocci Editore.
- Mander, Susan, Priya Vishnu, e Ruggiero Lovreglio. 2022. «Using 360-Degree Virtual Tours to Teach Construction Students». *Proceedings of the 45th AUBEA Conference (Sydney), 2022*, 811–18.
- Mansuelli, Guido A. 1967. "La Porta Aurea Di Ravenna." In *Corsi Di Cultura Sull'Arte Ravennate e Bizantina*, 14:191–217. Ravenna: Edizione del Girasole.
- Marini Calvani, Mirella. 2000. "La Rocca Di Riolo Terme: Un Monumento Ritrovato." In *La Rocca Ritrovata: Il Restauro Del Complesso Fortificato Di Riolo Terme*, 119–20. Milano: Skira.
- Martin, Sally 2004. "The Topography of Butrint." In *Byzantine Butrint: Excavations and Surveys 1994-99*, 74–103. Oxbow Books.
- Martini, Luciana. 1985. *Piccoli Bronzi e Placchette Del Museo Nazionale Di Ravenna*. Ravenna: Comune di Ravenna.
- Martini, Luciana. 2004. *La Collezione Degli Oggetti in Avorio e Osso*. Roma: Istituto Poligrafico dello Stato.
- Martini, Luciana, and Clementina Rizzardi. 1990. *Avori Bizantini e Medievali Nel Museo Nazionale Di Ravenna*. Ravenna: Angelo Longo Editore.
- Mascheroni, Silvia. 2024. "Intrecci Di Senso." In *Fare Nuove Le Cose: Patrimonio Culturale e Narrazione, Uno Sguardo Pluridisciplinare*, 11–24. Sesto San Giovanni: Mimesis Edizioni.
- Matyushina, Kristina. 2022. "Effects of a Video Tour, Interactive Map, and 360-Degree Virtual Tour on Engagement and Interest." University of Twente.
- Melfi, Milena 2007. "The Sanctuary of Asclepius." In *Roman Butrint: An Assessment*, 17–32. Oxford.
- MiC. 2023. *Minicifre Della Cultura. Edizione 2023*. Ministero della Cultura.
- Modabber, Ali, Florian Peters, Kristian Kniha, et al. 2016. "Evaluation of the Accuracy of a Mobile and a Stationary System for Three-Dimensional Facial Scanning." *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 44 (10): 1719–24. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2016.08.008>.
- Monti, Alberto. 2002. "La Rocca Di Riolo Come Strumento Bellico: Le Sue Forme, Il Suo Funzionamento, La Sua Evoluzione." In *Riolo e La Sua Rocca. Appunti Di Storia e d'archeologia a Cura Dell'Associazione Comunità e Ambiente.*, 41–61. Imola: Bacchilega editore.
- Monti, Alberto. 2003. "A Prova Di Cannone." *Medioevo* 4 (75): 90–91.

- Muka, Belisa, and Enrico Giorgi. 2017. "Le Nuove Ricerche Della Collaborazione Italo Albanese a Butrinto (2015-2016)." In *Proceedings of the International Conference New Archaeological Discoveries in the Albanian Regions, Tirana 2017*, 329–35. Tirana: Botimet Albanologjike.
- Muka, Belisa, and Enrico Giorgi. 2018. "The New Italian and Albanian Archaeological Project in Butrint (2015-2018)." *GROMA: Documenting Archaeology* 3. <https://doi.org/10.12977/groma15>.
- Muratori, Santi. 1937. *Il R. Museo Nazionale Di Ravenna*. Roma: Libreria dello Stato.
- Nappi, Maria Laura, Mario Buono, Camelia Chivăran, and Rosa Maria Giusto. 2024. "Models and Tools for the Digital Organisation of Knowledge: Accessible and Adaptive Narratives for Cultural Heritage." *Heritage Science* 12 (1). <https://doi.org/10.1186/s40494-024-01219-z>.
- Navarrete, Trilce, and John Mackenzie Owen. 2016. "The Museum as Information Space: Metadata and Documentation." In *Cultural Heritage in a Changing World*. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-29544-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-29544-2_7).
- Nguyen, Hoang-Sy, Khanh-Duy Ho Hoang, Cong-Danh Huynh, Quoc-Phu Ma, and Jakub Mesicek. 2023. "3D TECHNOLOGIES FOR INTANGIBLE CULTURAL HERITAGE PRESERVATION: CREATING 3D MODELS OF LACQUER ART THROUGH PHOTOGRAMMETRY." *MM Science Journal*, 6706–11. [https://doi.org/10.17973/MMSJ.2023\\_10\\_2023033](https://doi.org/10.17973/MMSJ.2023_10_2023033).
- Nunes, Martina. 2019. "Collezione Di Zoologia, Collezione Di Anatomia Comparata, Collezione Di Antropologia." In *L'università Di Bologna. Palazzi e Luoghi Del Sapere*, 279–86. Bologna: Bononia University Press.
- Okanovic, Vensada, Ivona Ivkovic-Kihic, Dusanka Boskovic, Bojan Mijatovic, Irfan Prazina, Edo Skaljko, and Selma Rizvić. 2022. "Interaction in EXTENDED REALITY APPLICATIONS FOR CULTURAL HERITAGE." *Applied Sciences* 12:1241. <https://doi.org/10.3390/app12031241>.
- Othman, mohd kamal. 2012. "Measuring Visitors' Experiences with Mobile Guide Technology in Cultural Spaces." Phd, University of York. <https://etheses.whiterose.ac.uk/id/eprint/4067/>.
- Pache De Faria, Clara, and Rafaela Norogrande. 2024. "Digitization Project of Museum Collections as a Way of Preserving Memory and Cultural Heritage." *Advances in Design and Digital Communication IV (Cham)* 35: 200–210. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-47281-7\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-031-47281-7_16).
- Padilla, Thomas, Hannah Scates Kettler, Stewart Varner, and Yasmeen Shorish. 2023. "Vancouver Statement on Collections as Data." Preprint, Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.8342171>.
- Pasciuto, Tiziana. 2023. "GECA 3.0 – A new tool for cataloguing and enjoying cultural heritage." *La memoria digitale: forme del testo e organizzazione della conoscenza. Atti del XII Convegno Annuale AIUCD* (Siena), 373–79. <https://doi.org/https://doi.org/10.6092/unibo%2Famsacta%2F7721>.
- Paro, Mitch R., David S. Hersh, and Ketan R. Bulsara. 2022. "History of Virtual Reality and Augmented Reality in Neurosurgical Training." *World Neurosurgery* 167: 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.08.042>.
- Pavan, Gino. 1979. *Icone Dalle Collezioni Del Museo Nazionale Di Ravenna*. Ravenna: Stabilimento Tipografico Dei Comuni.

Pavirani, Paolo. 1854. "Scoperta Di Un Antico Sepolcreto in Ravenna." Mob. 3.2. Biblioteca Classense di Ravenna.

Pei, Xi, Shiting Fu, and Tingting Jiang. 2023. "An Empirical Study on User Experience Evaluation of VR Interface in Digital Museums." *Data and Information Management* 7 (4): 100057. <https://doi.org/10.1016/j.dim.2023.100057>.

Pettersson, Rune. 2024. *Graphic Design*. Tullinge: International Institute for Information Design.

Picchianti, Simone. 2018. "Ascesa e Declino Di Una Professione Artigiana: Gli Armaioli Fiorentini (XIV-XV Secolo)." *Armi Antiche*, 19–36.

Piersanti, Claudio, and Rita Rava. 2000. *La Rocca Ritrovata: Il Restauro Del Complesso Fortificato Di Riolo Terme*. Milano: Skira.

Pietroni, Eva, Sofia Menconero, Carolina Botti, and Francesca Ghedini. 2023. "E-Archeo: A Pilot National Project to Valorize Italian Archaeological Parks through Digital and Virtual Reality Technologies." *Applied System Innovation* 6 (2). <https://doi.org/10.3390/asi6020038>.

Pinna, Giovanni. 2000. "Preface." *Historic House Museums Speak to the Public: Spectacular Exhibits versus a Philological Interpretation of History* (Genova), 7–12. <https://icom.jlbinfo.info/bibliotheque/jlbWeb?html=Pag&page=Sch/Not&rang=41&max=43>.

Pinna, Giovanni. 2001. "Introduction to Historic House Museums." In *Museum International*, 2nd ed., vol. 53. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122975.locale=en>.

Pollio, Marcus Vitruvius. 15 a.C. *De Architectura*.

Porta, Paola. 2011. "Resti Di Un'abbazia 'Ravennate' in Diocesi Di Imola: Note Preliminari." In *Studi Romagnoli*, 62:169–89. Società di Studi Romagnoli.

Povroznik, Nadezhda. 2020. "Digital History of Virtual Museums: The Transition from Analog to Internet Environment." *Digital Humanities in the Nordic and Baltic Countries Publications* 3 (1): 125–36. <https://doi.org/10.5617/dhnbpub.11183>.

Proctor, Nancy, and Chris Tellis. 2004. "The State of the Art in Museum Handhelds in 2003." *Museum and the Web 2003* (Charlotte, North Carolina, USA). <https://www.archimuse.com/mw2003/papers/proctor/proctor.html>.

Quinterio, Francesco. 2000. "Genesi Della Rocca Di Riolo Terme e Analisi Del Suo Organismo Nel Contenere Delle Guarnigioni Di Difesa Nella Romagna Del Rinascimento." In *La Rocca Ritrovata: Il Restauro Del Complesso Fortificato Di Riolo Terme*, 21–40. Milano: Skira.

Ragazzini, Stefania. 1983. *Un Erbario Del XV Secolo. Il Ms. 106 Della Biblioteca Di Botanica Dell'Università Di Firenze*. Firenze: Leo S. Olschki Editore.

Rahaman, Hafizur, Erik Champion, and David McMeekin. 2023. "Outside Inn: Exploring the Heritage of a Historic Hotel through 360-Panoramas." *Heritage* 6 (5): 4380–410. <https://doi.org/10.3390/heritage6050232>.

Raimo, Nicola, Ivano De Turi, Alessandra Ricciardelli, and Filippo Vitolla. 2022. "Digitalization in the Cultural Industry: Evidence from Italian Museums." *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research* 28 (8): 1962–74. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-01-2021-0082>.

- Rajan, Kumaresan, Mahendran Samykano, Kumaran Kadirgama, Wan Sharuzi Wan Harun, e Md. Mustafizur Rahman. 2022. "Fused Deposition Modeling: Process, Materials, Parameters, Properties, and Applications". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 120 (3–4): 1531–70. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-08860-7>.
- Ranaldi, Antonella. 2011. "Giuseppe Gerola e Il Museo Nazionale Di Ravenna. L'immagine Della Città e l'opera Della Soprintendenza." In *L'avventura Archeologica Di Giuseppe Gerola Dall'Egeo a Ravenna*. Ravenna: Il Girasole.
- Ranaldi, Antonella. 2014. "Le Opere Esposte." In *Erme e Antichità Dal Museo Nazionale Di Ravenna*, 97–107. Milano: Silvana Editoriale.
- Ranaldi, Antonella. 2015. "Porta Aurea a Ravenna: Palladio e Altri, Disegni e Progetti." In *Porta Aurea, Palladio e Il Monastero Benedettino Di San Vitale*, 33–69. Milano: Silvana Editoriale.
- Rashed, Mohamed Gamal. 2024. "Museum types and criteria for classification: an in-depth book review." 97–74 : (3) 3 مصر تراث جمعية مجلة. <https://doi.org/10.21608/mgtm.2024.313275.1022>.
- Raynaud, Marie-Patricia, and Agron Islami. 2018. "Catalogue of the Pavements." In *Corpus of the Mosaics of Albania. Volume 1. Butrint Intramuros*, 24–169. Ausonius.
- Ren, Wei, e Xianhong Chen. 2021. "Evaluation of an Online 360° Virtual Reality World Heritage Site During COVID-19". *Open Archaeology* 7 (1): 1192–215. <https://doi.org/10.1515/opar-2020-0188>.
- Rivoli, Matteo. 2024. "Mappare l'epigrafia, Interpretare i Contesti: Considerazioni Preliminari Sul Paesaggio Epigrafico Della Città Di Buthrotum." In *Paesaggi d'Epiro. Studi Di Archeologia Del Paesaggio in Albania Meridionale*, 169–214. Collana DISCI. Bologna: Bologna University Press.
- Rizvic, Selma, Nermin Djapo, Fatmir Alispahic, et al. 2017. "Guidelines for Interactive Digital Storytelling Presentations of Cultural Heritage." *2017 9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games) (Athens)*, 253–59. <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2017.8056610>.
- Rizzardi, Clementina. 1993. *I Tessuti Copti Del Museo Nazionale Di Ravenna*. Roma: Istituto Poligrafico dello Stato.
- Robinet, Fabrice, Re'mi Arnaud, Tony Parisi, and Patrick Cozzi. 2018. "GITF: Designing an Open-Standard Runtime Asset Format." In *GPU Pro 360 Guide to 3D Engine Design*, 1st ed., 243–60. A K Peters/CRC Press.
- Rodríguez, Julio, María Isabel Lamas, and Laura Castro-Santos. 2025. "Scientific Advances and Applications of 360 Tours in the XXI Century." *Societies* 15 (4): 74. <https://doi.org/10.3390/soc15040074>.
- Romanoni, Fabio, and Fabio Bargigia. 2017. "La Diffusione Delle Armi Da Fuoco Nel Dominio Visconteo (Secolo XIV)." *Revista Universitaria de Historia Militar* 6 (11): 136–55.
- Rosi, Giorgio. 1939. "Ricerche Intorno a Porta Aurea." *Felix Ravenna* 1 (49): 31–43.

Rossoni, Elena. 2023. "Palazzo Milzetti dopo i Milzetti: dall'eredità del passato a una nuova idea di museo". In *Felice Giani (1758-1823). Pittore e decoratore nell'età neoclassica*, 13–32. Faenza: Dario Cimorelli Editore.

Roussou, Maria, and Akrivi Katifori. 2018. "Flow, Staging, Wayfinding, Personalization: Evaluating User Experience with Mobile Museum Narratives." *Multimodal Technologies and Interaction* 2 (2). <https://doi.org/10.3390/mti2020032>.

Sánchez de Arévalo, Rodrigo. 1476. *Spiegel Des Menschlichen Lebens*. Günther Zainer.

Schaufeli, Wilmar B., Marisa Salanova, Vicente González-romá, e Arnold B. Bakker. 2002. "The Measurement of Engagement and Burnout: A Two Sample Confirmatory Factor Analytic Approach". *Journal of Happiness Studies* 3:71–92. <https://doi.org/10.1023/A:1015630930326>.

Schubert, Thomas, Frank Friedmann, and Holger Regenbrecht. 2001. "Igroup Presence Questionnaire." *Teleoperators Virtual Environ* 41 (3): 115–24.

Schweibenz, Werner. 2019. "The Virtual Museum: An Overview of Its Origins, Concepts, and Terminology." *The Museum Review* 4 (1).

Serrat, Olivier. 2023. *Digital Solutions. Reframing Leadership*. Palgrave Macmillan.

SMA Sistema Museale di Ateneo. 2016. *Guida Ai Musei Universitari Di Bologna*. Bologna: Università di Bologna.

Smith, John Frederick, and William Howill. 1856. *John Cassell's Illustrated History of England. Volume II*. Vol. 2. W. Kent and Co.

Spallone, R., F. Lamberti, L. M. Olivieri, F. Ronco, and L. Castagna. 2022. "AR and VR for Enhancing Museums' Heritage through 3D Reconstruction of Fragmented Statue and Architectural Context." *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* XLVI-2/W1-2022: 473–80. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-2-W1-2022-473-2022>.

Suzuki, Takuzi, Fumio Adachi, and Yoshitsugu Manabe. 2014. "Experimentation and Evaluation of a Multimedia Exhibition Information Service Using Visitor-Owned Portable Wi-Fi Terminals Suitable for Small-Scale Museums." *ITE Transactions on Media Technology and Applications* 2 (3): 256–65. <https://doi.org/10.3169/mta.2.256>.

Theodorsson, Elvar. 2025. "Understanding and Expressing Variation in Measurement Results." *Journal of Laboratory and Precision Medicine* 10 (1). <https://doi.org/10.21037/jlpm-24-53>.

Tinti, Mauro. 2022. "Il Museo: Storia Di Un Corpo e Delle Sue Funzione." *Cuadernos Del Centro de Estudios En Diseño y Comunicación* 177: 31–53.

Tommasi, C. 2021. "Modalities of Valorisation and Promotion of Cultural Heritage through ICT: Adding New Milestones to the 'Standard' Practice." *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* XLVI-M-1–2021: 745–52. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-M-1-2021-745-2021>.

- Trunfio, Mariapina, Maria Della Lucia, Salvatore Campana, and Adele Magnelli. 2022. "Innovating the Cultural Heritage Museum Service Model through Virtual Reality and Augmented Reality: The Effects on the Overall Visitor Experience and Satisfaction." *Journal of Heritage Tourism* 17 (1). <https://doi.org/10.1080/1743873X.2020.1850742>.
- Tucci, G., V. Bonora, A. Conti, and L. Fiorini. 2017. "High-Quality 3d Models and Their Use in a Cultural Heritage Conservation Project." *ISPRS International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* XLII-2-W5: 687–93. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W5-687-2017>.
- Ugolini, Luigi M. 1937. *Butrinto. Il Mito d'Enea Gli Scavi*. Roma: Istituto grafico tiberino.
- Unione Italiana dei Ciechi e degli Ipovedenti Ets-Aps. 2023. *La Città Del Presente. Linee Guida per La Progettazione Delle Città "Anche" per Cittadini e Cittadine Con Disabilità Visiva*. A.G.C. Arti Grafiche Ciampino Srl.
- Vitali, Marcella. 2000. "Introduzione." In *Palazzo Milzetti. Guida Alla Visita*. Edit Faenza.
- Volpe, Alessandro. 2017. *Pietro Da Rimini. L'inverno Della Critica*. Skira.
- Vu, H., E. Arruzza, and M. Chau. 2025. "Use of 360° Interactive Virtual Tours to Enhance Familiarity of the Radiology Department." *Radiography* 31 (5). <https://doi.org/10.1016/j.radi.2025.103023>.
- Wavrin, Jean de. 1470. *Les Chronique d'Angleterre*. Vol. 3. Bruges.
- Wilkes, John J. 2003. "The Greek and Roman Theatres of Butrint: A Commentary and Reassessment." In *The Theatre at Butrint. Luigi Maria Ugolini's Excavations at Butrint 1928–1932 (Albania Antica IV)*, 107–80. Londra: British School at Athens.
- Wilkinson, Mark D., Michel Dumontier, IJsbrand Jan Aalbersberg, et al. 2016. "The FAIR Guiding Principles for Scientific Data Management and Stewardship." *Scientific Data* 3 (1). <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>.
- Worm, Ole. 1655. *Museum Wormianum, Seu, Historia Rerum Rariorum: Tam Naturalium, Quam Artificialium, Tam Domesticarum, Quam Exoticarum, Quae Hafniae Danorum in Aedibus Authoris Servantur*. Lugduni Batavorum: Apud Iohannem Elsevirium.
- Yang, Li, Nankai Cheng, Puyuan Jiang, and Paulo Noriega. 2024. "Virtual Museums: State of the Art, Trends, and Challenges." In *HCI International 2024 Posters*, vol. 2119. Springer Nature Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-61966-3\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-031-61966-3_26).
- Zabberoni, Giacomo. 1871. *Relazione Degli Scavi Fatti Nel 1854 per l'allargamento Del Canale Corsini in Ravenna*. Ravenna.
- Zurli, Francesco, and Anna Maria Iannucci. 1982. *Ceramiche Dalle Collezioni Del Museo Nazionale Di Ravenna*. Ravenna: Bononia University Press.

## SITOGRAFIA

3D TEXTURES. <https://3dtextures.me/>.

3DVista. Virtual Tour Pro. <https://www.3dvista.com/it/prodotti/virtual-tour-pro/>.

4D Research Lab. <https://4dresearchlab.nl/>.

Adobe Color. <https://color.adobe.com/it/>.

AGID. 2020. *Linee Guida per Il Design Dei Servizi Digitali Della Pubblica Amministrazione*. AGID. <https://docs.italia.it/italia/designers-italia/design-linee-guida-docs/it/2020.1/index.html>.

Artec 3D. 2023a. "Artec 3D Eva." Artec 3D. <https://cdn.artec3d.com/content-hub-files/artec-eva-brochure-eng-2023.pdf>.

Artec 3D. 2023b. "Artec 3D Space Spider." Artec 3D. <https://cdn.artec3d.com/content-hub-files/artec.s.spider-b-a.8-web-it-nop.pdf>.

Artec 3D. 2024. "Artec Studio 18 User Guide." Artec 3D. <https://docs.artec3d.com/as/18/en/downloads/7e75c29d393aa24109f1827bce95c00d/Manual-18-EN.pdf>.

Associazione Nazionale Subvedenti. 2022. "10 Punti per Realizzare Una Descrizione Efficace." *Descrivendo*. <https://www.descrivendo.it/home-2/10-punti-per-realizzare-una-descrizione-efficace/>.

Associazione Parchi Letterari. <https://www.parchiletterari.com/associazione/>.

Atlantide cooperativa. <https://www.atlantide.net/>.

Autodesk. AutoCAD. <https://www.autodesk.com/it/products/autocad/overview>.

Bizzarrini, Marco. 2024. "Un Museo Virtuale Della Musica." *Sinestesie Online*. [https://sinestesiaonline.it/wp-content/uploads/2024/01/4\\_Bizzarrini\\_Sinestesiaonline41.pdf](https://sinestesiaonline.it/wp-content/uploads/2024/01/4_Bizzarrini_Sinestesiaonline41.pdf).

Blender. *Manuale*. <https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/cycles/baking.html>.

Bonacini, Elisa. 2021. "Storytelling Digitale in Ambito Culturale e Il Suo Ruolo in Ambito Educativo." *Culture Digitali*. <https://www.diculther.it/rivista/storytelling-digitale-in-ambito-culturale-e-il-suo-ruolo-in-ambito-educativo/>.

Butrint Foundation. Fotografie aeree. <https://www.butrintfoundation.co.uk/aerial-photography>.

Butrint Management Foundation. <https://bmf.al/en/>.

Butrint Project. <https://site.unibo.it/butrint/en>.

Carta Archeologica di Ancona. <https://archeoancona.cultura.gov.it/>.

CG trader. <https://www.cgtrader.com/>.

CHANGES. <https://www.fondazionechanges.org/chi-siamo>.

Collezione di Antropologia. <https://sma.unibo.it/it/il-sistema-museale/collezione-di-antropologia>.

Creative Commons. *The CC License options*. <https://creativecommons.org/share-your-work/ccllicenses/>.

CRedit. <https://credit.niso.org/>.

DaFont. <https://www.dafont.com/it/>.

e-Archeo 3D. <https://3d.e-archeo.it/a/ales/?f=>.

EGMUS. 2004. *"A Guide to European Museum Statistics"*. EGMUS European Group on Museum Statistics. [https://www.egmus.eu/fileadmin/statistics/Dokumente/A\\_guide\\_to\\_European\\_Museum\\_Statistics.pdf](https://www.egmus.eu/fileadmin/statistics/Dokumente/A_guide_to_European_Museum_Statistics.pdf).

Eurostat. *Definizione di ICT*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Information and communication technology \(ICT\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Information_and_communication_technology_(ICT)).

EXARC. 2007. *Definizione di Archaeological open-air museum*. <https://exarc.net/about-us/definitions>.

Extended Matrix. *Extended Matrix visual inspector and querier (EMviq)*. <https://www.extendedmatrix.org/em-framework/emviq>.

Extended Matrix 1.5.0dev. *Manuale*. [https://docs.extendedmatrix.org/en/1.5.0dev/source\\_node.html#source-list-tool](https://docs.extendedmatrix.org/en/1.5.0dev/source_node.html#source-list-tool).

FrameLAB. *Virtual Tour Museo Nazionale*. <https://framelab.unibo.it/vt/museonazionale/>.

Fry, Richard. 2018. *"Millennials Are the Largest Generation in the U.S. Labor Force."* Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/short-reads/2018/04/11/millennials-largest-generation-us-labor-force/>.

Geoportale Emilia Romagna. *Catasto storico terreni di Ravenna*. <https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/applicazioni-gis/regione-emilia-romagna/cartografia-di-base/cartografia-storica/catasto-storico-terreni-di-ravenna>.

HIBOU – Heritage & Digital Humanities. <https://www.hiboucoop.it/>.

Hudelson, Natalia, Casey Scott-Songin, and Han Li. 2017. *"Our Work Is Never Done: Evaluation and Iteration for a New Audio Guide."* MW17: Museums and the Web 2017 (Cleveland). <https://mw17.mwconf.org/paper/our-work-is-never-done-evaluation-and-iteration-for-a-new-audio-guide/>.

IBM 2021. *Definizione di knowledge graph*. <https://www.ibm.com/think/topics/knowledge-graph>.

IBM 2025. *Data Management Plan*. <https://www.ibm.com/think/topics/data-management-plan>.

ICOM. 2022. *Definizione di museo*. <https://icom.museum/en/resources/standards-guidelines/museum-definition/>.

ICOMOS. <https://www.icomos.org/>.

ICOMOS. 2017. *"Seville Principles. International Principles of Virtual Archaeology."* International Council on Monuments and Sites. <https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/06/Seville-Principles-IN-ES-FR.pdf>.

Interaction Design. *Definizione di HCI.* <https://www.interaction-design.org/literature/topics/human-computer-interaction>.

ISTAT. 2020. “*Indagine Sui Musei e Le Istituzioni Similari. Anno 2019*”. ISTAT Istituto Nazionale di Statistica. <https://www.istat.it/wp-content/themes/EGPbs5-child/microdata/download.php?id=%2F204%2F2019%2F01%2FNota.pdf>.

ISTAT. 2024. “*Indagine Sui Musei e Le Istituzioni Similari. Anno 2022*”. ISTAT Istituto Nazionale di Statistica. <https://www.istat.it/wp-content/themes/EGPbs5-child/microdata/download.php?id=%2F204%2F2022%2F01%2FNota.pdf>.

ISTAT. 2025. “*Il Patrimonio Culturale Nelle Aree Interne. Anno 2022*”. ISTAT Istituto Nazionale di Statistica. <https://www.istat.it/wp-content/uploads/2025/02/PATRIMONIO-CULTURALE-NELLE-AREE-INTERNE-1.pdf>.

L'Altro Rinascimento. <https://site.unibo.it/aldrovandi500/it/mostra-altro-rinascimento-ulisse-aldrovandi>.

Legge Regionale 24 Marzo 2000, n. 18 “*Norme in Materia Di Biblioteche, Archivi Storici, Musei e Beni Culturali*”. <https://demetra.regione.emilia-romagna.it/al/assemblealegislativa:legge:2000>.

London Charter. <http://www.londoncharter.org>.

London Charter. 2009. “*The London Charter for the Computer-Based Visualisation of Cultural Heritage*.” [https://londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london\\_charter\\_2\\_1\\_en.pdf](https://londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london_charter_2_1_en.pdf).

Medical College of Wisconsin. *Definizione di teoria del carico cognitivo.* <https://www.mcw.edu/-/media/MCW/Education/Academic-Affairs/OEI/Faculty-Quick-Guides/Cognitive-Load-Theory.pdf>.

MiC. *Agevolazioni.* <https://cultura.gov.it/agevolazioni>.

MiC. *Domenica al museo.* <https://cultura.gov.it/comunicato/domenicalmuseo-10>.

MiC. *Linee guida P.E.B.A.* <http://musei.beniculturali.it/wp-content/uploads/2015/11/Linee-guida-per-la-redazione-del-Piano-di-eliminazione-delle-barriere-architettoniche-P.E.B.A-nei-musei-complessi-monumentali-aree-e-parchi-archeologici.pdf>.

Ministria e Turizmit dhe Mjedisit. 2025. “*Buletini i Turizmit Raportim Mujor Dhjetor 2024*.” Republika e Shqipërisë. <https://turizmi.gov.al/wp-content/uploads/2024/03/BULETINI-I-TURIZMIT-DHJETOR-2024.pdf>.

Montella, Marta Maria. 2023. “*Visitare Il Museo Non è Un’abitudine per Gli Italiani. Cosa Sbagliano i Musei?*” Finestre Sull’Arte. <https://www.finestresullarte.info/opinioni/visitare-museo-non-e-abitudine-italiani-cosa-sbagliano-i-musei>.

Musei Nazionali di Ravenna. <https://museiravenna.cultura.gov.it/>.

Museo Egizio di Torino. *Tour virtuali.* <https://www.museoegizio.it/scopri/tour-virtuali/>.

Museo internazionale e biblioteca della musica. *Tour virtuale.* <http://informa.comune.bologna.it/iperbole/media/Virtual-Tour-Museo-della-Musica/>.

Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci. *Virtual Zone*. <https://www.museoscienza.org/it/offerta/virtual-zone>.

Museo Storico Navale di Venezia MUNAV. Audioguida. <https://www.munav.it/audioguida/>.

MUVI Appia. <https://muviappia.it/>.

Neill, Conor. 2018. "Understanding Personality: The 12 Jungian Archetypes." Conorneill. <https://conorneill.com/2018/04/21/understanding-personality-the-12-jungian-archetypes/>.

Nielsen, Jakob. 1994. "10 Usability Heuristics for User Interface Design." NngGroup. <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>.

Open Street Map. <https://umap.openstreetmap.fr/it/>.

Palazzo Ducale Complesso Museale Mantova. *Le nuove audioguide di Palazzo Ducale*. <https://mantovaducale.beniculturali.it/it/news/898-le-nuove-audioguide-di-palazzo-ducale>.

Palazzo Milzetti. <https://palazzomilzetti.cultura.gov.it/>.

Palazzo Milzetti. *Palio del Niballo*. <https://palazzomilzetti.cultura.gov.it/eventi/palio-del-niballo/?nskip=8838>.

PandaProject. <https://pandaproject.it/>.

Poly Heaven. *Texture*. <https://polyhaven.com/textures>.

Rodenigo, Veronica. 2015. "L'autonomia Dei Grandi Musei, Una Scelta Oculata e Indispensabile." *Giornali Dell'Arte*. <https://www.ilgiornaledellarte.com/Articolo/%C2%ABL'autonomia-dei-grandi-musei,-una-scelta-oculata-e-indispensabile%C2%BB>.

Servizio Moka Emilia Romagna. *Catasto*. <https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/applicazioni-gis/regione-emilia-romagna/cartografia-di-base/cartografia-storica/catasto-storico-terreni-di-ravenna>.

Sketchfab. <https://sketchfab.com/>.

SMA Sistema Museale di Ateneo. 2020. "Bilancio Sociale 2019." Bologna: Università di Bologna. <https://sma.unibo.it/it/chi-siamo/il-bilancio-sociale-del-sistema-museale-di-ateneo>.

SMA Sistema Museale di Ateneo. 2022. "Bilancio Sociale 2020-2021." Bologna: Università di Bologna. <https://sma.unibo.it/it/chi-siamo/il-bilancio-sociale-del-sistema-museale-di-ateneo>.

SMA Sistema Museale di Ateneo. 2023. "Bilancio Sociale 2022." Bologna: Università di Bologna. <https://sma.unibo.it/it/chi-siamo/il-bilancio-sociale-del-sistema-museale-di-ateneo>.

SMA Sistema Museale di Ateneo. 2024. "Bilancio Sociale 2023." Bologna: Università di Bologna. <https://sma.unibo.it/it/chi-siamo/il-bilancio-sociale-del-sistema-museale-di-ateneo>.

SMA Sistema Museale di Ateneo. 2025. "Bilancio Sociale 2024." Bologna: Università di Bologna. <https://sma.unibo.it/it/chi-siamo/il-bilancio-sociale-del-sistema-museale-di-ateneo>.

Studio Azzurro. <https://www.studioazzurro.com/category/opere/>.

Sunclear. *Cos'è il Dibond*. <https://www.sunclear.it/content/140-cose-il-dibond>.

Tesori Musicali Nascosti. <https://tesorimusalinascosti.it/>.

Touch Window. *Applicazione Touch viewer*. <https://www.touchwindow.it/it/applications/touchviewer>.

Touch Window. *Tavolo touch*. <https://www.touchwindow.it/it/devices/edge-table>.

Treccani. 2023. *Definizione di ICT*. [https://www.treccani.it/enciclopedia/ict\\_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/ict_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/).

Trevisani, Matteo. 2016. *"I Piccoli Musei Di Roma Da Riscoprire."* Internazionale. <https://www.internazionale.it/reportage/matteo-trevisani/2016/08/12/musei-roma-estate>.

Ufficio di Statistica. 2021. "Tavola 7 - Visitatori e Introiti Di Musei Monumenti e Aree Archeologiche Statali - ANNO 2019." MIC Ministero della Cultura. [https://statistica.cultura.gov.it/storico2/visitatori\\_e\\_introiti\\_musei\\_15.htm](https://statistica.cultura.gov.it/storico2/visitatori_e_introiti_musei_15.htm).

Ufficio di Statistica. 2022a. "Tavola 7 - Visitatori e Introiti Di Musei Monumenti e Aree Archeologiche Statali - ANNO 2020." MIC Ministero della Cultura. [https://statistica.cultura.gov.it/storico2/visitatori\\_e\\_introiti\\_musei\\_15.htm](https://statistica.cultura.gov.it/storico2/visitatori_e_introiti_musei_15.htm).

Ufficio di Statistica. 2022b. "Tavola 7 - Visitatori e Introiti Di Musei Monumenti e Aree Archeologiche Statali - ANNO 2021." MIC Ministero della Cultura. [https://statistica.cultura.gov.it/storico2/visitatori\\_e\\_introiti\\_musei\\_15.htm](https://statistica.cultura.gov.it/storico2/visitatori_e_introiti_musei_15.htm).

Ufficio di Statistica. 2023. "Tavola 7 - Visitatori e Introiti Di Musei Monumenti e Aree Archeologiche Statali - ANNO 2022." MIC Ministero della Cultura. [https://statistica.cultura.gov.it/storico2/visitatori\\_e\\_introiti\\_musei\\_15.htm](https://statistica.cultura.gov.it/storico2/visitatori_e_introiti_musei_15.htm).

Ufficio di Statistica. 2024. "Tavola 7 - Visitatori e Introiti Di Musei Monumenti e Aree Archeologiche Statali - ANNO 2023." MIC Ministero della Cultura. [https://statistica.cultura.gov.it/storico2/visitatori\\_e\\_introiti\\_musei\\_15.htm](https://statistica.cultura.gov.it/storico2/visitatori_e_introiti_musei_15.htm).

Ufficio di Statistica. 2025. "Tavola 7 - Visitatori e Introiti Di Musei Monumenti e Aree Archeologiche Statali - ANNO 2024." MIC Ministero della Cultura. [https://statistica.cultura.gov.it/wp-content/uploads/2025/05/MUSEI\\_TAVOLA7\\_2024-1.pdf](https://statistica.cultura.gov.it/wp-content/uploads/2025/05/MUSEI_TAVOLA7_2024-1.pdf).

UNESCO. 1958. *Preliminary Report on Museum Statistics*. Unesco ST/R/18. UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000127898?posInSet=1&queryId=e379ace9-17fe-484e-8c79-7a0e4cfaeb44>.

UNESCO. 1960. *Unesco Regional Seminar on the Educational Role of Museums*. UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000064490>.

UNESCO. 1985. *Statistics on Museums, Related Institutions and Sites, Etc. 1984*. Unesco/STC/Q/853. UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000066865?posInSet=3&queryId=3ba44462-1524-4ab4-a762-fffe1c393bcc>.

UNESCO. 2016. *Recommendation Concerning the Protection and Promotion of Museums and Collections, Their Diversity and Their Role in Society*. UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246331>.

UNESCO. 2018. *Definizione di ICT*. <https://uis.unesco.org/en/glossary-term/information-and-communication-technologies-ict>.

UNESCO. 2024. *“L’UNESCO e Le Politiche a Sostegno Del Settore Museale: La ‘Raccomandazione Riguardante La Protezione e La Promozione Dei Musei e Delle Collezioni, La Loro Diversità e Il Loro Ruolo Nella Società.’”* UNESCO. <https://www.unesco.it/it/temi-in-evidenza/cultura/lunesco-e-le-politiche-a-sostegno-del-settore-museale-la-raccomandazione-riguardante-la-protezione-e-la-promozione-dei-musei-e-delle-collezioni-la-loro-diversita-e-il-loro-ruolo-ne/>.

University of San Diego. *Definizione di edutainment*. <https://onlinedegrees.sandiego.edu/edutainment/>.

Unreal Engine. <https://www.unrealengine.com/en-US>.

V-Must.net. 2012. *“Virtual Museum Transnational Network (FP7 Project 270404).”* [https://cordis.europa.eu/project/id/270404?utm\\_source=chatgpt.com](https://cordis.europa.eu/project/id/270404?utm_source=chatgpt.com).

Vulci nel Mondo (VNM). <https://vulcinelmondo.com/>.

## ABSTRACT

Il vasto e complesso panorama museale italiano è caratterizzato da una capillare diffusione di piccole istituzioni che, pur essendo custodi di un patrimonio di immenso valore storico, artistico e identitario, risultano spesso marginali, afflitte da risorse limitate, scarsa visibilità e ridotta affluenza di pubblico. Il presente lavoro di ricerca si inserisce in questo contesto, affrontando la sfida di sviluppare strategie efficaci di comunicazione e valorizzazione per questo patrimonio culturale "dimenticato" attraverso l'impiego mirato delle Information and Communication Technologies (ICT). L'obiettivo generale è stato quello di elaborare un modello operativo replicabile, basato su una solida sinergia tra istituzioni museali ed enti di ricerca, capace di superare i vincoli economici e strutturali tipici delle realtà periferiche. La ricerca si è concentrata su quattro obiettivi specifici: individuare strategie comunicative efficaci tramite le ICT, attuare e analizzare la collaborazione tra musei ed enti di ricerca, valutare l'efficacia delle soluzioni digitali adottate e migliorare le potenzialità comunicative delle collezioni in esame. La metodologia si è articolata nell'analisi e nello sviluppo di strategie digitali per quattro realtà medio-piccole del panorama museale italiano – ciascuna con un afflusso annuo inferiore ai 40 mila visitatori l'anno – e a una realtà estera di maggior rilievo. I casi studio italiani comprendono la Collezione di Antropologia, il Museo Nazionale dell'Età Neoclassica in Romagna in Faenza – Palazzo Milzetti, il Museo del paesaggio dell'Appennino faentino – Rocca di Riolo e il Museo Archeologico Nazionale di Ravenna. A questi si affianca il Parco Nazionale di Butrinto, sito UNESCO con oltre 200 mila ingressi annui, ma il cui oggetto della ricerca (il Tempio di Asclepio) risulta penalizzato da una posizione di marginalità che ne limita la fruizione. Per ciascun caso sono stati sviluppati strumenti digitali ad hoc, sfruttando diverse tecnologie utili alla valorizzazione e comunicazione del patrimonio culturale: Virtual Museum, audioguide narrative e riproduzioni tattili in stampa 3D, Virtual Reality, Virtual Tour 360 e ricostruzioni 3D. L'efficacia degli strumenti è stata valutata attraverso test di User Experience (UX) condotti su campioni divisi per fasce generazionali. I risultati mostrano che le soluzioni digitali adottate si sono rivelate efficaci a migliorare l'attrattività dei musei. In conclusione, la ricerca non solo descrive le criticità dei piccoli musei, ma propone un modello operativo che, grazie a una programmatica collaborazione tra ricerca e istituzioni e all'adozione mirata delle ICT, può offrire nuove e concrete prospettive di comunicazione e valorizzazione per il patrimonio "dimenticato", favorendo l'inclusione di queste realtà nei circuiti culturali più ampi.