

Museologia Scientifica e Naturalistica, volume 8/1 (2012)

# Museologia Scientifica e Naturalistica

Volume 8/1 (2012)

## TEKNEHUB PER I BENI CULTURALI

Un laboratorio della  
rete alta tecnologia Emilia Romagna  
a servizio delle imprese



a cura di  
**Marcello Balzani**



Annali dell'Università degli Studi di Ferrara  
ISSN 1824-2707



## **TekneHub per i Beni Culturali**

Un laboratorio delle Rete Alta Tecnologia Emilia Romagna a servizio delle imprese

A cura di

*Marcello Balzani*

Comitato scientifico

*Marcello Balzani*

*Francesca Cappelletti*

*Fabio Donato*

*Rita Fabbri*

*Mauro Gambaccini*

*Gian Luca Garagnani*

*Carlo Peretto*

*Benedetto Sala*

*Carmela Vaccaro*

Redazione e revisione testi

*Marta Arzarello*

*In copertina*

Rilievo 3D del Castello di Annaberg

ANNALI DELL'UNIVERSITÀ DI FERRARA

# MUSEOLOGIA SCIENTIFICA E NATURALISTICA

Volume 8/1 (2012)  
ISSN 1824-2707

**TEKNEHUB PER I BENI CULTURALI**  
*UN LABORATORIO DELLA RETE ALTA TECNOLOGIA*  
*EMILIA ROMAGNA*  
*A SERVIZIO DELLE IMPRESE*

A CURA DI  
MARCELLO BALZANI



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA  
2012

Annali dell'Università degli Studi di Ferrara  
Autorizzazione del Tribunale di Ferrara n. 36/21.5.53

Balzani M. (Eds) 2012 TekneHub Ferrara. Nuove metodologie, materiali e competenze per i Beni Culturali. Annali dell'Università di Ferrara, Sez. Museologia Scientifica e Naturalistica, volume 8/1 (2012), 167 pp.

ISSN 1824-2707  
Copyright © 2012 by  
Università degli Studi di Ferrara  
Ferrara

*Esta ciudad que yo creí mi pasado  
es mi porvenir, mi presente;*

Questa città che credevo il passato  
è il mio avvenire, il mio presente;

da Jorge Luis Borges, *Arrabal*, 1921

Il nostro rapporto con la verità passa  
attraverso gli altri. O andiamo verso la verità  
con loro, o non è verso la verità che andiamo.

Maurice Merleau-Ponty, *Elogio della  
filosofia*, 1953

## Materia e Memoria

Il *TekneHub* è uno dei quattro Laboratori del Tecnopolo dell'Università di Ferrara.

Un laboratorio è sempre un luogo in cui il crogiuolo è attivo: assume *materia* e *memoria* con curiosità e consapevolezza per fondere e rigenerare. E non è banale lo sforzo complesso (tipico dell'accezione del termine *complex*, ovvero tessuto insieme) che la struttura per ambiti tematici sviluppa. Parole chiave come Restauro | Tecnologie | Museografia | Conservazione | Diagnostica | Recupero | Materiali | Gestione | Architettura | Valorizzazione | Paleontologia | Patrimonio Culturale | Exhibition Design | Archeologia | convivono contemporaneamente nel luogo della ricerca affidando a giovani ricercatori il compito di creare una potenziale e strategica *intersezione* tra metodologie e linguaggi diversi al fine di colmare quel cratere della separazione individualistica tipica di molti settori scientifici. La finalità è semplice a dirsi ma, come spesso accade, più difficile a farsi: connettere sapienze apparentemente *estreme* della ricerca per aumentare il potenziale di innovazione che può essere rivolto al trasferimento tecnologico in molti profili di impresa, soprattutto piccola e media.

Se si cerca la rappresentazione della doppia parola *TekneHub* alcuni ragionamenti, che sono scopi e comportamenti al tempo stesso, vengono alla luce:

**1 - Tekne** non è solo *tecnica* ma anche *progetto*, recuperando l'accezione prometeica dell'azione creatrice che ci viene concessa per costruire la nostra libertà e il nostro futuro. La *téchne prometeia* (per Eschilo) è soprattutto fatta di *versatilità* e *abilità*, che nella sua drammaticità propende a rappresentare una vera e propria *competenza tecnologica* (Condello); è unificatrice di profili disciplinari ma, soprattutto, riporta al centro del problema il ruolo della proposta in chiave di coerenza e di significato. Prometeo è "colui che pensa in anticipo" ovvero è colui che progetta (non a caso il prefisso è il medesimo) e definisce uno scenario dove l'intelligenza lotta con la necessità. Se per la donna e l'uomo del terzo millennio la tecnica non è più probabilmente solo uno *strumento*, ma un *ambiente* immersivo e pervasivo, con regole per lo più razionali, è anche vero che tutto ciò non viene sempre compreso. L'ipocrisia di fondo risiede ancora nel mancato riconoscimento. Quel *riconoscimento* dei rispettivi poteri che, come scrive bene Galimberti, rendono possibile il passaggio da un mondo in cui solo la *necessità del destino* esprime la sua forza ad un universo illimitato (indeterminato ma straordinariamente ricco di scoperte) in cui la relazione causale è stata alla base dello sviluppo. Nell'*Estetica* Hegel ci ricorda come il concetto di natura sia parte di un'idea di rappresentazione di necessità e di conformità a processi definiti e di come la *coerenza scientifica* desideri strutturarsi in queste regole e per esse, ben diverso dal ruolo dello spirito e dell'immaginazione che tendono a sfuggire e a sottrarsi al potere della necessità.

Un rapporto che poi la scienza ha riletto e reinterpretato cercando di dare risposte credibili sulla *vexata quaestio* determinismo/indeterminismo, che si legano a filo stretto con la concezione necessitaristica. Penso non solo al fortunatissimo libro degli anni Settanta di Jacques Lucien Monod "Il caso e la necessità", ma soprattutto alla splendida metafora di Karl Popper sulle *nuvole e gli*

*orologi*. In un mondo di epimetei (Epimeteo era il fratello di Prometeo a cui verrà data in dono Pandora con il suo mitico vaso), cioè di coloro che sanno le cose solo dopo che accadono, un mondo in cui il *progetto dell'amnesia* sembra vincere sul quello della memoria un laboratorio di ricerca che entra tra le carni ferite dalle contraddizioni del nostro tempo (che non sono tanto diverse dalle carni eternamente dolorose dell'incatenato Prometeo) forse è veramente *necessario*.

**2 – Hub** è invece un termine molto più recente; un fulcro che nel linguaggio dell'informatica della nostra contemporaneità crea quasi un ossimoro con *tekne*, pensando al salto temporale che può produrre. Eppure all'interno di queste tre lettere, facili da leggere e da ricordare, si sviluppano dei significati importanti in quanto è il ruolo del laboratorio (nella sua finalità compresa e delineata nella Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna) che si manifesta con questa caratteristica. Se da un lato un *hub* è un elemento centrale della rete informatica, che funge da dispositivo e da nodo necessario allo smistamento dell'informazione, è anche vero che questa azione è finalizzata a connettere, amplificare segnali e permettere di collegare diverse tipologie di cavo. Ecco quindi lo sforzo di trovare le connessioni linguistiche, metodologiche e progettuali tra discipline così apparentemente diverse che fonda le anime (ovvero le aree d'interesse) del *TekneHub*:

- *Area 1* Metodi e tecnologie per il recupero e il restauro
- *Area 2* Strumenti, materiali e tecniche per la museografia per l'*exhibition design*
- *Area 3* Diagnostica e conservazione
- *Area 4* Tecnologie per il recupero e la conservazione del patrimonio paleontologico ed archeologico
- *Area 5* Gestione e valorizzazione del patrimonio culturale

Ma è evidente che il medesimo sforzo quotidianamente mantenuto e stimolato all'interno del Laboratorio è rivolto anche al suo esterno e permette di rendere possibile la connessione tra le imprese che vengono messe in rete attraverso dei contributi e delle idee di ricerca innovative in cui *cultura & creatività* sono affiancate ad ambiti di ricerca applicata tipiche dei processi industriali.

Come diceva Bergson in *Materia e memoria* questa relazione non è mai frontale ma “obliqua e clandestina” ed è proprio nella capacità di farla risaltare ed esprimere che si può comprendere come sono spesso le cose a *modulare* la nostra durata (Merleau-Ponty): qui si annidano potenziali di ricerca tutti da scoprire e da proporre alle città e ai territori. Ecco quindi la forte valenza di significato che può far capitalizzare i saperi umanistici, economici e storico-filosofici all'intero di una proposta che interseca conoscenze d'ingegneria, d'architettura, di geologia e di paleontologia.

La realtà che le nostre imprese e i nostri ricercatori hanno di fronte sarà sempre più definita da aspetti in cui la conoscenza dovrà essere rivolta a ciò che esiste, a ciò che è già stato fatto e deve essere rigenerato, conservato, restaurato, riqualificato e recuperato. I *saperi degli altri* e quindi il *pensiero del di fuori* (Blanchot e Foucault) divengono giorno per giorno sempre più importanti per riconoscere noi stessi e il nostro ruolo (anche per essere pronti e capaci di proporre un diverso sviluppo al di là di un modello consumistico ormai arretrato).

Tutto ciò prima non c'era.

Questa idea sembrava non appartenere all'Università e all'Impresa se non in sparse (ma già geniali) nicchie d'invenzione. Oggi è presente nella Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna una struttura attiva di decine di giovani ricercatori che può competere nel mercato delle idee concrete facendo la differenza per la qualità della vita delle persone reali in un ambiente che chiede consapevolezza e coscienza ogni volta che si decide di agire in esso.

Prof. Marcello Balzani

## **La Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna e le Piattaforme tematiche: conoscenza al servizio delle imprese**

La Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna nasce nell'ambito delle strategie di sviluppo e promozione dell'innovazione che la Regione Emilia-Romagna ha attivato dal 2002, volte a rafforzare i processi di cambiamento del sistema produttivo locale, ed è costituita da Laboratori con prevalente presenza del sistema della ricerca pubblica - Università e Enti di ricerca - che hanno competenze, strumenti e risorse umane qualificate in grado di lavorare in sintonia con le esigenze delle imprese.

Essa è coordinata da ASTER (il Consorzio tra la Regione Emilia-Romagna, le Università, gli Enti di ricerca nazionali presenti sul territorio, l'Unione regionale delle Camere di Commercio e le Associazioni imprenditoriali regionali) ed organizzata in sei Piattaforme Tematiche (Agroalimentare, Costruzioni, Energia Ambiente, ICT e Design, Meccanica Materiali, Scienze della vita) che assicurano all'offerta di ricerca e all'innovazione tecnologica il miglior modello di sviluppo delle competenze e la maggiore visibilità verso le industrie, la Rete comprende Laboratori di ricerca industriale e Centri per l'innovazione dislocati su tutto il territorio dell'Emilia-Romagna.

La Piattaforma Costruzioni si occupa di supportare la ricerca industriale e l'innovazione per il settore delle costruzioni in un'ottica di alte prestazioni in termini di sicurezza, risparmio energetico e di sostenibilità ambientale per le nuove costruzioni, per le ristrutturazioni e per il recupero del patrimonio edilizio.

Gli ambiti di interesse specifici riguardano tutto il processo edilizio e i settori ad esso correlato:

dalla pianificazione dell'intervento edilizio alla progettazione, costruzione, gestione e manutenzione di nuove costruzioni (sia del settore residenziale sia dell'edilizia specialistica) e del patrimonio edilizio esistente; dal recupero, al restauro e alla manutenzione dei beni culturali, storici e artistici, alla loro valorizzazione economica, allo studio e sperimentazione di materiali, sistemi e componenti nuovi e tradizionali, prestazionalmente qualificati in termini di sicurezza, efficienza energetica e sostenibilità ambientale.

La Piattaforma è dotata di una governance e da organi composti dai rappresentanti dei Laboratori e delle imprese del settore coordinati dal Direttore Tecnico della Rete Alta Tecnologia e dal Coordinatore di Piattaforma di ASTER, attraverso un Comitato di Coordinamento di Piattaforma (Steering Committee), partecipato pariteticamente da Ricerca e Imprese, un Team Marketing e Promozione, un Team Elaborazione Scenari e un Team Integrazione Prodotto. A ciò si associa la figura del Referente Scientifico di Piattaforma che è eletto tra i Responsabili scientifici dei Laboratori afferenti alla Piattaforma.

### **I laboratori della Piattaforma Costruzioni**

La filiera delle costruzioni è una filiera importante e complessa, a disposizione della quale la Piattaforma Costruzioni mette attualmente in campo cinque laboratori che raccolgono, a loro volta, competenze specializzate da diversi atenei. La Piattaforma d'altra parte è una struttura inclusiva e flessibile che, attraverso un percorso certificato dalla Regione, permette l'ingresso di tutte le risorse disponibili in regione rilevanti nel settore specifico al fine di mettere a disposizione un'offerta di ricerca completa e di diventare punto di riferimento sia a livello nazionale che europeo. Al momento è previsto l'ingresso di tre nuovi laboratori che sono in fase di accreditamento.

Gli attuali cinque Laboratori di ricerca industriale sono il Centro Ceramico di Bologna che si occupa di attività di ricerca applicata su materiali ceramici, processi e impianti industriali, il CIRI Edilizia e Costruzioni dell'Università di Bologna, che vanta competenze su tecnologie innovative applicate al restauro, su produzione e gestione del patrimonio edilizio, sull'efficienza e sicurezza degli interventi di nuova costruzione o riqualificazione e di gestione e tutela della risorsa idrica urbana.

I materiali e i sistemi per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici rientrano invece nell'ambito di ricerca di En&Tech che afferisce all'Università di Modena e Reggio Emilia. Dello

sviluppo di nuovi materiali da costruzione, come di procedimenti costruttivi, focalizzati sul miglioramento dell'efficienza, della produttività, della sicurezza e della sostenibilità dei prodotti si occupano i ricercatori del laboratorio Larco Icos. A chiudere la rassegna dei laboratori della Piattaforma Costruzioni è TeckneHub (19 ricercatori), in prima linea per il recupero, la riqualificazione, conservazione, gestione, fruizione e valorizzazione del patrimonio edilizio e culturale.

L'obiettivo della Piattaforma, e quindi dei suoi Laboratori, è quello di portare il lavoro dei ricercatori alle imprese ed un compito che si sta svolgendo con opportuni strumenti: innanzi tutto con l'elaborazione di un catalogo della ricerca, disponibile liberamente sul sito, che dà la possibilità alle aziende di entrare in contatto su temi specifici con tutte le varie realtà regionali.

A rafforzare il rapporto tra mondo della ricerca e imprese Aster, a partire da luglio 2010, partecipano ai lavori dello Steering Committee ai rappresentanti delle aziende, per orientarne l'attività e l'evoluzione. In particolare nella Piattaforma Costruzioni sono quattro per ora le imprese rappresentate: Cefla, Focchi, Marazzi Group e Unieco, aziende leader di settore nel territorio emiliano-romagnolo che potranno presto essere affiancate da altri nomi, piccoli e grandi, del settore.

### **La ricerca e l'innovazione verso la sostenibilità e il recupero**

L'attenzione sempre più crescente per le tematiche di efficienza energetica e sostenibilità ambientale sta indirizzando il settore delle costruzioni all'utilizzo sempre più frequente di prodotti e materiali "eco-sostenibili", nonché di metodologie che possano prevenire lo sfruttamento di risorse

esauribili, diminuire l'inquinamento e ridurre il quantitativo di materiale smaltito in discarica, incentivando anche l'utilizzo di materiali riciclati.

È in quest'ottica che si stanno muovendo le attività all'interno delle Piattaforme tematiche Costruzioni ed Energia Ambiente, in particolare l'attenzione è rivolta ai temi legati alla riqualificazione e al recupero del patrimonio edilizio esistente.

L'orientamento è quello di proporre sistemi per la riqualificazione dell'esistente concepiti secondo un approccio olistico che integri i temi della sicurezza, del risparmio energetico con quelli del miglioramento del comfort, della riduzione dei rischi per la salute dell'uomo e della vivibilità degli ambienti umani e confinati. Tutto ciò con il fine di garantire la progettazione e la realizzazione di costruzioni efficienti, sostenibili e basate su tecniche di qualità certificata.

### **Ricerca e innovazione: verso le nuove funzionalità dei materiali**

L'offerta di ricerca espressa dal mondo accademico e dai centri che fanno parte della Piattaforma Costruzioni rappresenta una risorsa indispensabile per le attività di ricerca e sviluppo delle piccole e medie imprese emiliano romagnole e nazionali, che costituiscono la parte più consistente del sistema produttivo regionale e nazionale, sono i principali interlocutori e beneficiari delle attività di ricerca.

Prodotti innovativi, processi più efficienti, nuove tecnologie nascono dal supporto che i laboratori e i ricercatori della Piattaforma Costruzioni offrono ai fabbisogni di sviluppo delle imprese. Nell'ambito del settore ceramico un ruolo importante è rivestito dal laboratorio Centro Ceramico le cui linee di ricerca offrono alle aziende del settore un supporto innovativo nell'ambito della sostenibilità applicato sia ai processi produttivi che alla realizzazione di nuovi prodotti.

Un esempio di quest'ultimo è la realizzazione di un prototipo di piastrella con funzionalità fotovoltaica, si tratta di un grès porcellanato su cui viene realizzato il riporto conduttivo che è ottenuto tramite tecniche di deposizione di film, sottili e spessi, direttamente sulla superficie della piastrella stessa, in sostituzione dello strato di smalto usualmente applicato. Ulteriori attività di ricerca stanno lavorando sull'ampliamento dell'area fotoattiva depositata per ottenere piastrelle di dimensioni tali da essere utilizzate come rivestimento delle superfici esterne degli edifici.

Dott.ssa Teresa Bagnoli  
Coordinatore della Piattaforma Costruzioni  
Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna

# Indice

## I. Metodi e tecnologie per il recupero ed il restauro architettonico

- La promozione del comfort e della sicurezza nella riqualificazione del patrimonio culturale  
*Maddalena COCCAGNA* 3
- Realtà aumentata ed il progetto di valorizzazione per la Cella degli Uomini Illustri alla Certosa di Ferrara  
*Manlio MONTUORI* 11
- Utilizzo della tecnologia GIS alla scala architettonica: strumento informativo e gestionale per la conservazione programmata  
*Luca ROCCHI* 19

## II. Strumenti, materiali e tecniche per la museografia e l'exhibition design

- Le Radici del Futuro. Esposizione di strumenti scientifici sette-ottocenteschi dell'Università di Ferrara  
*Michela BIANCARDI* 27
- Casa Museo Giacomo Matteotti a Fratta Polesine (Rovigo). Una casa che diventa luogo della memoria  
*Alessandro MASSARENTE* 31
- Via Annia: esperienze di comunicazione visiva nei paesaggi archeologici tra Adria e Aquileia  
*Alessandro MASSARENTE* 37
- Architettura tra conservazione e innovazione. Il processo *design for all* e la rivalorizzazione dell'architettura  
*Giuseppe MINCOLELLI* 43
- Le Mostre di Palazzo Turchi di Bagno  
*Marzia BREDA, Roberta PANCALDI, Benedetto SALA* 49

## III. Diagnostica e conservazione

- Tecnologie e metodi per la conoscenza, la valorizzazione, la gestione e l'innovazione del progetto  
*Marcello BALZANI Federico FERRARI Alessandra TURSI* 57
- Rapporto Ricerca-Industria, l'innovazione come chiave di sviluppo metodologico per la produzione competitiva. Analisi di un caso pratico di collaborazione tra l'università e l'industria mediato dalla formazione didattica  
*Francesco VIROLI & Nicola TASSELLI* 65
- Laboratorio Casa Museo Remo Brindisi  
*Fauzia ALBERTIN, Lara BOSELLI, Mauro GAMBACCINI, Eva PECCENINI, Virginia PELLICORI, Ferruccio PETRUCCI, Flavia TISATO* 71
- Analisi archeometriche di reperti metallici ornamentali provenienti dalla necropoli di Spina in Valle Trebbia  
*Chiara SOFFRITTI, Carmela VACCARO, Rita GUERZONI, Gian Luca GARAGNANI* 75

Valorizzazione del patrimonio monumentale della Certosa di Bologna attraverso analisi biologiche e petrografiche <i>Lisa VOLPE, Marilena LEIS, Stefania BRUNI, Raissa SBROGGIÒ, Carmela VACCARO</i>	83
Ricerche storiche e conservative del patrimonio rurale della provincia di Ferrara: il caso studio di villa La Mensa (Sabbioncello San Vittore, Copparo, Ferrara) <i>Marilena LEIS, Elena MAROCCHINO, Carmela VACCARO, Lisa VOLPE</i>	91
L'incendio del campanile del Duomo di Parma: Degrado e protezione dei manufatti metallici <i>Fabrizio ZUCCHI, Alessandro FRIGNANI, Andrea BALBO, Vincenzo GRASSI, Daniele FORLANI, Cecilia MONTICELLI</i>	99
 <b>IV. Tecnologie per il recupero e la conservazione del patrimonio paleontologico ed archeologico</b>	
Applicazioni GIS per l'interpretazione della paleosuperficie di Isernia La Pineta (Isernia) <i>Giuseppe LEMBO &amp; Carlo PERETTO</i>	109
L'analisi tracceologica per la ricostituzione delle attività nella preistoria: l'esempio della Grotta della Ciota Ciara (Borgosesia, VC) <i>Gabriele BERRUTI &amp; Marta ARZARELLO</i>	117
Un esempio di diagnostica non invasiva integrata: indagini georadar e termografiche per la caratterizzazione di una parete di Villa "La Mensa" di Sabbioncello San Vittore (Ferrara). <i>Nasser ABU ZEID, Alessandro PANCALDI, Giovanni SANTARATO, Lisa VOLPE</i>	125
 <b>V. Gestione e valorizzazione del patrimonio culturale</b>	
Governance e management dei distretti culturali: alcune proposte per il territorio di Ferrara <i>Elena BORIN, Fabio DONATO, Enrica GILLI</i>	135
<i>Social reporting</i> ed indicatori di sostenibilità per lo sviluppo economico di un territorio a vocazione culturale <i>Francesco BADIA</i>	151

**TECNOLOGIE PER IL RECUPERO E LA CONSERVAZIONE  
DEL PATRIMONIO PALEONTOLOGICO ED ARCHEOLOGICO**



## La promozione della fruibilità e della sicurezza nella riqualificazione del patrimonio culturale

Maddalena COCCAGNA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> TekneHub, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara. e-mail: cnm@unife.it

---

### Riassunto

L'immensa qualità e quantità di beni che contraddistinguono il patrimonio culturale del nostro Paese, a fronte di investimenti economici sempre più ridotti, ha contribuito a indirizzare le politiche di programmazione degli interventi di tutela e di recupero verso logiche di sussistenza anziché di sviluppo. L'esigenza di attrarre nuovi utenti e investitori nel settore dei beni culturali richiede invece la proposta di idee innovative ed il coinvolgimento tutti i soggetti che possono rendere sostenibile, anche economicamente, la gestione e valorizzazione del nostro patrimonio.

Il rafforzamento delle competenze dei tecnici pubblici e privati, quando indirizzato verso gli ambiti specifici della salute e della sicurezza, può contribuire non soltanto a migliorare concretamente le azioni di tutela dei beni culturali (agendo sui rischi cui sono sottoposti, sulla gestione dei cantieri, sullo studio di materiali e metodi di lavoro) ma consente anche di renderli più fruibili ed attrattivi per tutti.

**Parole chiave:** patrimonio culturale, salute, sicurezza, fruibilità.

### Abstract

The huge quality and quantity of our cultural heritage, together with scarce economic investments, fostered the existing safeguard approach more on subsistence than on real development programs. This need of a major appeal to users and investors requires innovative ideas and the involvement of all stakeholders that could propose a set of new sustainable and affordable models of management and valorisation.

Strengthening the skills of both public and private technicians, especially if focusing towards the key issues of health and safety, not only concurs to improve the protection of the heritage (acting on risks, properly managing the building sites, studying new materials and tools) but it can make these assets also more accessible and attractive for all.

**Key words:** heritage, health, safety, accessibility.

---

Le situazioni di crisi, soprattutto se così gravi come quella che sta accompagnando l'inizio del nuovo Millennio, contribuiscono a mettere in difficoltà in primo luogo gli ambiti che tradizionalmente sono considerati di importanza non strategica e che vengono quindi posposti ad altri, individuati invece come prioritari.

In Italia, la necessità di investire in modelli efficaci di conservazione dei beni culturali è sempre stata una condizione unanimemente condivisa, tuttavia demandata poi ad una gestione quasi totalmente centralizzata e finanziata solo se, quando e come le risorse attribuite ad altri settori di spesa lo hanno consentito.

La successione di politiche assai poco lungimiranti e le scarse possibilità offerte a strategie diverse di valorizzazione, hanno così contribuito ad una diffusa perdita di responsabilità (e talvolta anche di sapere) di tutti coloro che dovevano invece compartecipare alla tutela del patrimonio culturale, trasformandolo così da volano di sviluppo a mera 'passività economica'.

In Europa il *gap* tra i finanziamenti disponibili, tenendo anche conto dell'assenza di stanziamenti Comunitari specificamente indirizzati ai beni culturali, viene superato attraverso investimenti mirati a livello nazionale,

una maggiore sinergia tra pubblico e privato e buone pratiche di conservazione e valorizzazione del patrimonio, finalizzate alla sua massima fruibilità. Occorre certamente tenere conto di questi esempi perché, non potendo più seguire i modelli del passato, la gestione dei beni culturali dovrà oggi rifondarsi su programmi di tutela e di sviluppo totalmente nuovi.

Andrea Carandini (2011), presidente del Consiglio Superiore per i Beni Culturali e Paesaggistici, ha sollecitato a gran voce un ripensamento delle politiche nazionali, richiamando ad un'analisi approfondita delle necessità della 'seconda modernizzazione post-industriale' cui apparteniamo, nella quale all'impiego dei tradizionali 'decreti' deve essere contrapposto un *"cambiamento sostanziale e generale di usi, costumi e idee, che ci sollevi al mondo di oggi"*. Carandini ha indicato nelle città antiche un esempio delle possibilità di miglioramento, in quanto *"sono sempre state laboratori di risorse materiali e di creatività umana intrecciate fra loro"*, modello di una cultura *"che deve tornare al 'colere', cioè al coltivare e all'abitare"*, dove la qualità è un valore da cui non si può prescindere.

Oggi che è lampante l'assenza di fondi cui attingere, il sapere ha assunto nuovamente un significato centrale, cioè saper pianificare, saper progettare ma anche saper gestire e saper comunicare alle persone l'utilità di investire nella cultura.

Per un progresso 'sostenibile' dei beni culturali questi aspetti non possono essere 'altro', cioè alternativi, ma bensì 'parte' della nostra struttura sociale, economica e civile e quindi devono venire tutelati e valorizzati in sinergia con tutti gli altri settori di interesse. Se non può esistere infatti una strategia di sviluppo, locale o nazionale, che non preveda investimenti nella cultura, non può nemmeno sopravvivere una logica per la quale ogni intervento sui beni culturali sia scollegato da un'impostazione organica e da una programmazione credibile, funzionale ed economicamente efficiente. Deve essere chiaro, ad esempio, che non è accettabile che la fruizione del nostro patrimonio culturale non possa essere accessibile e sicura per tutti, sia per ciò che attiene la disponibilità stessa del bene (quante opere restaurate poi non vengono mostrate perché non sono stati pianificati investimenti per la loro gestione?) sia per la scarsa attenzione all'utente, del presente e del futuro, per il quale questo bene è stato

recuperato.

L'intervento sui beni culturali non può quindi prescindere dall'elaborazione di metodi e di tecniche che tengano conto della consistenza e della funzione che essi rivestono.

Il ruolo del patrimonio culturale quale veicolo di 'sapere' rende impossibile ignorare:

- la sua sostenibilità, perché una gestione di un bene di tutti deve seguire le regole del "buon padre di famiglia";

- la sua sicurezza, sia in termini di stabilità e di tutela nel tempo, sia di benessere per coloro che vi lavorano o vi entrano in contatto;

- la sua fruibilità, perché se il patrimonio non comunica a tutti, se non è 'mezzo', allora manca alla sua funzione primaria.

È basilare quindi progettare e programmare gli interventi di recupero tenendo conto anche di questi tre aspetti, facendo in modo che essi coesistano fin dall'inizio con le esigenze di conservazione e tutela caratteristiche di ogni bene.

Accessibilità, sicurezza e fruibilità non sono affatto assenti nella normativa cui fa capo anche la conservazione dei beni culturali, il loro rispetto è invece un nodo assai critico, in quanto coinvolge le relazioni tra soggetti che, con ruoli e competenze diverse, devono sovrintendere e collaborare al recupero del patrimonio.

Dal punto di vista dell'accessibilità, ad esempio, le *Linee Guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale* (MiBAC, 2008), emanate nel 2008 dal MiBAC, hanno indirizzato la progettazione oltre il concetto di 'messa a norma' (che generalmente mal si adatta al recupero di gran parte dei beni culturali) proponendo invece un modello ampio di 'fruibilità collettiva'. Questo concetto è stato poi meglio precisato da Pio Baldi, nell'introduzione alla versione editoriale delle *Linee Guida* (MiBAC, 2009), intendendolo come il diffuso 'godimento del patrimonio culturale', frutto della combinazione fra la 'qualità' dell'interfaccia (fra ciò che si rende disponibile e l'utente) e il 'diritto di accesso' che sta alla base del concetto di 'bene comune'. Il patrimonio culturale non è infatti solo quello architettonico vero e proprio, per il quale è possibile mutuare in parte le conoscenze del settore delle costruzioni, ma riguarda anche aspetti in cui è più evidente la difficoltà di mettersi in relazione con l'utente, ad esempio il paesaggio o i beni artistici.

Lo strumento delle Linee Guida è certamente importante<sup>1</sup>, in quanto offre esempi utili, tuttavia sofferisce in larga misura ad una carenza tecnica e culturale di base, cioè cerca di fare fronte ad un approccio purtroppo diffuso che porta a scindere l'arte dalla tecnologia, l'architettura dalla funzione, la sicurezza dal recupero e così via.

Un Paese in cui il mondo del lavoro, i progettisti ed i committenti fossero sempre ben coscienti di cosa non è salubre, sicuro e confortevole (e delle responsabilità che ciò comporta) non avrebbe infatti bisogno di sovrapporre ruoli e normative diverse e di intervenire continuamente per adeguare ciò che viene realizzato.

Per un operaio che ha imparato a lavorare 'in sicurezza' non esisterà nessun altro modo di procedere, così come un progettista che conosce gli elementi di rischio e li sa affrontare con competenza non vedrà le normative antincendio, di protezione sismica o di accessibilità come una limitazione alla propria creatività, bensì come parte delle esigenze che stanno alla base del proprio processo creativo.

Se la valutazione dei progetti e la formazione dei tecnici fosse indirizzata ad una reale integrazione tra tutti gli elementi che qualificano e rendono fruibile e sicuro un intervento, quando i giovani di oggi saranno i committenti, i professionisti ed i lavoratori di domani non avranno più necessità di integrare procedimenti diversi ma svilupperanno naturalmente un proprio percorso sinergico. Questa speranza per il futuro si basa però sulla premessa che le conoscenze che vengono ora messe in campo siano indirizzate in modo efficace, che siano disponibili a tutti e che vengano opportunamente orientate a ruoli e competenze assai differenti.

La committenza deve sapere programmare e scegliere in modo oculato, i progettisti devono essere esperti e capire bene le implicazioni tecniche del proprio operato, le imprese devono disporre di personale qualificato e di materiali ed attrezzature idonei. Ognuno dei soggetti che concorrono alla buona riuscita di un progetto di recupero deve avere le capacità per svolgere in

modo competente il proprio compito e, se non adeguatamente supportato dagli altri, non sarà in grado da solo di realizzare l'opera così come progettata. Le strutture di ricerca assumono indubbiamente un ruolo strategico, soprattutto se finalizzate ad uno sviluppo di impresa come il TekneHub, in quanto possono essere un punto di riferimento (tecnico ed informativo) per tutti i diversi *stakeholders*. I centri di ricerca consentono infatti la sperimentazione e la proposta non soltanto di materiali e di metodi, ma anche di modelli di servizio studiati per adattarsi alle particolari esigenze del patrimonio culturale e dei suoi addetti.

Le azioni sviluppate dal TekneHub non si limitano, ad esempio, ad uno solo dei soggetti che concorrono alla tutela e valorizzazione dei beni culturali (l'ente pubblico, lo studente, l'impresa, il professionista, ecc) ma agiscono sui *gap* laddove si manifestano e nei modi più adatti alle esigenze dell'utilizzatore (con attrezzature, supporto tecnico, formazione, ecc).

In questi primi mesi di attività il Laboratorio ha talvolta instaurato collaborazioni dirette e specialistiche, portate al trasferimento tecnologico, al miglioramento della conoscenza su uno specifico settore o all'innovazione di un certo tipo di prodotto, in altri casi questo sostegno è avvenuto in modo decisamente più immateriale, concentrandosi sulla volontà di passaggio o di scambio di competenze e di saperi. Le due azioni non sono alternative e spesso vengono attuate in parallelo, in quanto l'esperienza in un certo ambito (anche attraverso punti di vista diversi) tende a migliorare la capacità dei ricercatori di individuare soluzioni efficaci, così come la comunicazione di saperi migliora la conoscenza diffusa e quindi il livello medio delle prestazioni offerte sul mercato. Questa strategia è alla base dei numerosi accordi che il TekneHub ha stipulato con enti ed imprese, mettendo in comune il 'capitale umano' di ognuno dei soggetti e seguendo un modello assai simile a quel '*laboratorio creativo rinascimentale*' che lo stesso professor Carandini proponeva al Consiglio Superiore dei Beni Culturali.

Lo strumento del 'Protocollo di Intesa' ha consentito di instaurare collaborazioni 'a rete' fra soggetti con competenze e compiti diversi che si sono resi tra loro complementari, cercando al contempo di migliorare le proprie capacità in un certo ambito.

Questo modello di interazione non è solo

<sup>1</sup> Vedi ad esempio: Ministero dell'Interno (Dipartimento VVF), 2003: *Indicazioni per la gestione dell'emergenza nel soccorso alle persone disabili*, realizzate allo scopo di migliorare l'integrazione tra aspetti di prevenzione incendi e gestione del rischio in presenza di utenti o lavoratori disabili.

locale ma può essere facilmente declinato anche alla scala internazionale. L'area Recupero e Restauro del TekneHub, ad esempio, collabora dal 2010 con il RAIC (l'Ordine degli Architetti Canadesi), organizzando una *Summer School* (già alla seconda edizione) che viene accreditata in Canada come parte della formazione permanente per gli architetti. Questo corso permette agli architetti canadesi di incontrare alcuni eccellenti colleghi italiani, visitando con loro cantieri di progetti innovativi - spesso in immobili di gran pregio - e dando l'opportunità di confrontarsi direttamente con tecnici restauratori, le imprese ed i committenti. La scuola estiva *Recovery of the Past to create a more sustainable Future* è costruita a partire dalla volontà di valorizzare l'esperienza, le capacità ed i mezzi disponibili in Italia sul tema del restauro e del recupero sostenibile del patrimonio culturale. Anche questo è un modo nuovo per utilizzare al meglio ciò che già esiste e per potenziare l'attrattiva del nostro Paese, non solo intesa come turistica e culturale ma anche come sede di competenze di eccellenza (Fig. 1).



Fig. 1 Visita ad un cantiere di restauro a Ferrara, durante la Summer School RAIC 2011.

Proprio nell'ambito della formazione tecnica nazionale si sono concentrati, in pochi anni, cambiamenti sostanziali che fanno capo ad un modello di 'educazione permanente' ben diverso dalla dinamica scuola/lavoro cui eravamo abituati. Tra gli aspetti di maggiore impatto si evidenziano:

- la riscoperta del 'sapere tecnico' (inteso come complementare e non meramente alternativo a quello scientifico ed umanistico);
- la valorizzazione delle scuole professionali destinate alle maestranze (ad esempio le Scuole

Edili nel settore delle costruzioni);

- la spinta ad una sinergia fra accademia ed impresa, con *transfer* di saperi tra questi due ambiti (oggi facilitata anche dalle incentivazioni economiche alla ricerca ove finalizzata allo sviluppo di tipo 'industriale');

- la messa in discussione del valore legale del diploma di laurea, introducendo la necessità di maggiore qualificazione delle sedi didattiche;

- la riorganizzazione degli Ordini professionali, chiamati ad essere garanti della formazione e dell'aggiornamento professionale dei propri iscritti oltre che del valore etico della loro prestazione.

Tutti i modelli formativi esistenti, dalla scuola dell'obbligo all'istruzione specialistica, devono perciò confrontarsi con queste logiche, ponendosi in concorrenza su parametri già ben oltre i modelli cui eravamo abituati (ISFOL, 2011). Il fatto che il TekneHub dipenda da un Tecnopolo universitario (così come molti degli altri Laboratori che compongono la Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna) lo rende rappresentativo non soltanto di come il *know-how* accademico possa mettersi al servizio dell'impresa e della collettività - se non altro perché da questa è in larga misura finanziato - ma anche dei benefici che un'osservazione trasversale e non solo specialistica può dare alla ricerca e alla formazione. Il concetto che sta alla base della Rete Alta Tecnologia lo dimostra: non esistono strutture in grado di bastare a se stesse ma la ripresa economica e sociale deve essere fondata su di una programmazione comune e su legami più stretti tra capacità e ruoli diversi. In questo frangente chi opera nel settore pubblico ha certamente maggiori responsabilità, dovendo rivestire il ruolo di guida e di capofila nella definizione di scelte nuove e coraggiose, che portino il maggior beneficio possibile alla collettività.

Sono un ottimo indicatore di quanto la formazione delle imprese sia da considerarsi strategica i nuovi e sempre più sostanziosi stanziamenti che sono proprio le Associazioni ed i consorzi di impresa a rendere disponibili. La sola Fondimpresa, ad esempio, ha distribuito da 36 (nel 2007) a 86 (nel 2011) milioni di euro per l'aggiornamento professionale dei propri aderenti, a fronte di una domanda che è passata, in soli quattro anni, da 41 a 230 milioni di euro (*Il Sole24Ore*, 2012). Le imprese hanno capito di doversi specializzare ed i settori strategici della formazione sono stati: in primis la sicurezza, ma

anche la riqualificazione professionale dei lavoratori in mobilità (50 milioni di euro nel 2011), l'approfondimento di nuove opportunità di business ed i progetti di specializzazione legati alle dinamiche territoriali. Nonostante il settore delle costruzioni rappresenti il 18,72% delle aziende che aderiscono a Fondimpresa, solo il 6,34% di queste imprese ha visto coinvolti nei piani di formazione i propri lavoratori. Occorre quindi migliorare l'offerta di corsi anche in questo specifico campo, cercando di capire quali sono le esigenze specifiche dei lavoratori e le migliori modalità di pianificazione di questi corsi (per tempi, linguaggio, contenuti, possibilità di abilitazione, rispondenza alle norme di legge, ecc). I settori delle costruzioni e dei beni culturali risentono infatti pesantemente della crisi ed un'azione di supporto non può certamente prescindere dalla considerazione degli aspetti più critici ed immediati che le imprese, i professionisti e la pubblica amministrazione devono affrontare. Si sottolineano in particolare:

- la complessità del quadro economico sovranazionale, che richiede grandi investimenti ai soggetti che vogliono operare sul patrimonio spesso senza offrire un ruolo di regia, progettuale e gestionale, ma aspettandosi solo semplici servizi (tra l'altro spesso mal ideati e pagati con grande difficoltà);

- le incertezze della committenza, sia nel pianificare e indirizzare i propri interventi, sia nell'individuare, al proprio interno, mezzi e competenze che potrebbero consentire la proposta di strategie lungimiranti;

- la necessità di acquistare e gestire attrezzature che, per la gran parte degli ambiti legati ai beni culturali, richiedono grande maestria non soltanto nel loro uso ma anche nell'interpretazione dei risultati e nella modellazione delle tecniche di intervento;

- la forte concorrenza tra professionisti con estrazione culturale e competenze molto diverse che, data la scarsa disponibilità di incarichi, spesso improvvisano capacità non proprie, confidando nel desiderio del committente di affidarsi a criteri di 'massimo ribasso' piuttosto che alla qualità;

- il rischio di concorrenza del mondo accademico su quello professionale, con azioni distorsive sul mercato, da risolvere necessariamente attraverso una riflessione, a monte, fra il necessario ruolo consultivo e tecnico dell'Università (ad alta specializzazione e *super partes*) e la funzione tecnica e progettuale dei

professionisti e delle imprese, la cui competenza può essere accresciuta, dove necessario, ma mai messa in discussione *tout-court*;

- la sovrapposizione fra l'ambito dei beni culturali, già in condizione assai critica, e quello delle costruzioni, in fortissima recessione, che porta all'esigenza di introdurre soluzioni trasversali cioè in grado di proporre, ogni qualvolta possibile, soluzioni e modelli utili in entrambi i settori (da qui anche la duplice declinazione dell'azione del TekneHub: restauro e recupero);

- l'innovazione metodologica che viene richiesta a ricerche che non possono svilupparsi 'in astratto' ma che devono agire su attività o su procedimenti d'impresa, cioè con modalità e risultati con un'influenza diretta (anche in fase di elaborazione) sui requisiti minimi di sicurezza, comfort e fruibilità, sia da parte di chi lavora per il committente sia da parte di chi utilizzerà quei risultati.

Una tale mole di interazioni e di criticità richiede evidentemente soluzioni al di fuori degli schemi, oltre che la capacità di individuare le potenzialità che già esistono (sul territorio, all'interno dell'università, nel mondo dell'impresa) e che se sfruttate adeguatamente possono rendere efficiente una proposta, migliorarne la fattibilità economica o renderne sostenibile, nel tempo, la gestione.

La scelta di intervenire migliorando alcuni nodi procedurali e progettuali legati ai requisiti di salute e sicurezza (con ricerche, attività formative o tavoli di lavoro), consente alle azioni che vengono svolte di assumere una valenza più ampia rispetto al settore delle costruzioni cui sono indirizzate, in quanto si tratta di aspetti trasversali a tutti gli ambiti lavorativi. Vista l'importanza strategica del settore dei beni culturali si è ritenuto tuttavia indispensabile mantenere alta l'attenzione su tutti gli aspetti che coinvolgono direttamente la tutela del patrimonio e degli utenti (come l'accessibilità o la prevenzione degli incendi), anche sostenendo la necessità di un continuo aggiornamento professionale dei tecnici dato che i cantieri di restauro (di diagnostica come di intervento vero e proprio) richiedono grande competenza nello studio di progetti ed apprestamenti di sicurezza specifici.

La collaborazione nel TekneHub fra tecnici con conoscenze estremamente diverse (dall'architettura all'economia, dall'archeologia

alla fisica, ecc) ha consentito di mettere in evidenza le potenzialità di una maggiore sinergia fra alcune discipline inquadrare nel settore dei beni culturali e i modelli applicativi di fruibilità, salute e sicurezza già in uso in altri ambiti. Un esempio è la possibile ricaduta dei metodi di gestione del rischio sulla pianificazione in sicurezza di campagne diagnostiche sul patrimonio, sulle attività di scavo archeologico o sulla successiva fruizione dei beni.

Il piano formativo finora sviluppato dall'Area Recupero e Restauro negli ambiti della sostenibilità, della salute e della sicurezza, è basato su corsi periodici di breve o brevissima durata (che si ritengono di più facile fruizione e più economici per professionisti e imprese) e che forniscono attestazioni o abilitazioni di legge, quindi immediatamente spendibili dai partecipanti nell'ambito del proprio aggiornamento professionale obbligatorio (accessibilità, prevenzione incendi ex legge 818/84<sup>2</sup>, seminari di perfezionamento DM 05.08.2011<sup>3</sup>, sicurezza in cantiere e sul lavoro D.Lgs 81/08<sup>4</sup>). Ciascun evento formativo prevede l'approfondimento di argomenti specialistici, scelti tra i rischi e le tipologie di attività che sono gli stessi professionisti, associazioni di categoria ed imprese (o gli uffici ispettivi per numero di contravvenzioni...) a ritenere più urgenti. Il Laboratorio non svolge infatti la propria attività didattica in totale autonomia ma, occupandosi anche di ricerca, sceglie i temi di interesse attraverso *panel* con tutti i soggetti con cui collabora, coinvolgendo spesso le professionalità di eccellenza, spesso non adeguatamente valorizzate, che sono già presenti in molti enti (Vigili del Fuoco, tecnici del Dipartimento di Sanità, esperti delegati da Ordini e Collegi, tecnici delle Scuole Edili, ecc). Utilizzando questo modello di formazione 'a rete' è stato

possibile creare un nuovo canale di comunicazione fra il mondo dell'impresa e quegli uffici che spesso vengono visti solo come organismo 'accademico' o ispettivo. Attraverso l'interfaccia dei seminari, infatti, ogni partecipante riceve indicazioni operative da esperti che spesso non si occupano di formazione, pur possedendo grandi competenze o una lunga esperienza sul campo. Al contempo il tecnico, proveniente dall'Università, dall'impresa o dalla Pubblica Amministrazione, se accetta di mettersi in gioco in attività didattiche e informative professionalizzanti, comunica immediatamente la sua volontà di dialogo e tende a migliorare le proprie conoscenze personali (quindi quelle a disposizione dell'Ente cui appartiene). Ogni docente invitato ad illustrare un certo tema viene infatti 'guidato' dal TekneHub nell'elaborazione di contenuti espressamente indirizzati a chiarirne gli aspetti critici, così come individuati nei precedenti tavoli di lavoro, quindi egli dovrà provvedere ad aggiornarsi o comunque a studiare approfonditamente i diversi casi che gli vengono presentati. Al termine del corso sia lo 'studente' sia il 'docente' non potranno non tenere conto nel proprio lavoro dei punti di vista messi in luce durante l'attività didattica o negli accessi dibattiti che spesso ne conseguono, modificando l'elaborazione dei propri progetti, delle procedure che pianifica o indirizzando diversamente l'azione di vigilanza (Fig. 2).



Fig. 2 Attività didattica durante un corso di aggiornamento per tecnici che si occupano di sicurezza.

<sup>2</sup> Legge 07.12.1984, n. 818: *Nullaosta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica degli artt. 2 e 3 della Legge 04.03.1982, n. 66, e norme integrative dell'ordinamento del Corpo nazionale dei VVF* (G.U. 10.12.1984, n. 338).

<sup>3</sup> DM 05.08.2011: *Procedure e requisiti per l'autorizzazione e l'iscrizione dei professionisti negli elenchi del Ministero dell'interno di cui all'art.16 del D.Lgs 08.03.2006, n. 139* (G.U. 26.08.2011 n.198).

<sup>4</sup> D.Lgs 81/08 e s.m.i: *Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro* (G.U. 30.04.2008 n. 101).

Oltre a svolgere seminari e corsi qualificanti, il TekneHub è anche membro di alcuni tavoli di lavoro in cui ha la possibilità di collaborare con enti ed associazioni nell'elaborazione di nuovi modelli di pianificazione e di verifica nel settore delle costruzioni, della salute o della sicurezza.

Un esempio è quello del progetto 'Cantiere Vigile nei Cantieri Stradali', che ha l'obiettivo di migliorare la fase di controllo (e quindi anche la pianificazione e la progettazione) di tutti i cantieri che vengono svolti su strada, comprendendo sia gli interventi di manutenzione e di nuova costruzione di strade, sia quelli infrastrutturali o quelli edilizi che hanno la strada come fronte di lavoro.

'Cantiere Vigile' coinvolge l'INAIL, l'INPS, il Dipartimento Territoriale del Lavoro, il Dipartimento di Sanità, oltre che la Provincia e tutti i Comuni del territorio bolognese.

Vista la varietà delle competenze disponibili, nel programma confluiscono obiettivi molto diversi, legati alla tutela dei cittadini, alla corretta pianificazione delle opere da parte degli enti appaltanti, alle modalità di controllo da parte dell'AUSL e della Polizia Municipale e alla necessaria qualificazione delle imprese.

Il coinvolgimento del TekneHub nel progetto è stato ritenuto strategico sia per favorire l'efficacia dell'azione formativa sia per individuare i temi critici ed i rischi specifici che sono o potrebbero essere oggetto di approfondimenti successivi (ad esempio individuando le aree di miglioramento nei modelli di analisi ed operativi in uso).

È importante sottolineare come ciò sia stato possibile anche grazie a un lavoro parallelo di ricerca e formazione, iniziato con un accordo triennale siglato nel 2011 dal Laboratorio e dal Dipartimento di Sanità (finalizzato a svolgere azioni di ricerca e formazione sui temi della sicurezza, del comfort e della salute), poi esteso attraverso un nuovo protocollo triennale che, dal 2012, coinvolge anche il Comune, la Provincia e l'Università di Ferrara. La partecipazione a questi tavoli di lavoro paralleli, composti da pochi membri delegati che sviluppano gli interventi decisi insieme nell'ambito del proprio Ente, permette di programmare e di portare a compimento progetti più o meno specialistici inserendoli all'interno dei propri doveri istituzionali (quindi a titolo completamente gratuito) oppure pianificando attività pilota da finanziarsi con specifici fondi regionali e nazionali.

Il progetto che è stato elaborato per la Formazione congiunta dei Lavoratori (che nel caso dell'Università è anche di formazione dei propri studenti) è certamente esemplificativo del valore dei risultati raggiunti e che ci si attende.

Questo piano didattico si inquadra infatti negli obblighi di legge in materia di salute e sicurezza, spesso largamente disattesi proprio dal settore pubblico che dovrebbe essere invece garante della loro applicazione, ed è stato studiato in modo organico (suddiviso per mansioni e per categorie di rischio) ma coinvolgendo, insieme, i lavoratori di tutti le quattro istituzioni.

Lo sviluppo di questo programma, in corso dal 2011, permette non solo di assolvere agli obblighi previsti in materia di formazione ed informazione dei lavoratori, ma anche di approfondire alcuni temi strategici in settori in cui i diversi enti hanno competenze sia specialistiche sia trasversali (quindi i cui addetti possono essere, di volta in volta, docenti o discenti). Questa stessa formazione viene messa a disposizione delle imprese e dei tecnici, attraverso i seminari periodici, oltre che delle scuole della Provincia. Si è infatti ritenuto indispensabile intervenire sul problema dei tirocinanti, la cui formazione minima di legge in materia di sicurezza non può essere elusa ma a cui spesso né le scuole né le imprese possono fare fronte.

Tutte queste attività hanno l'obiettivo comune di favorire una conoscenza diffusa in materia di salute, sicurezza e fruibilità, anche ma non solo nel settore delle costruzioni e dei beni culturali, in cui il TekneHub opera in modo prioritario. Non si tratta ovviamente che di un aspetto dell'azione del Laboratorio, altri hanno ed avranno ricadute altrettanto operative, ad esempio il progetto di sostegno alle imprese per l'adeguamento delle strutture turistico-alberghiere, in quanto strategiche per la valorizzazione e fruizione dei beni culturali, oppure quello per la messa in sicurezza (soprattutto dal rischio di incendi) degli edifici di pregio.

Ognuno di questi interventi vuole sottolineare l'indispensabile sinergia e concreta collaborazione tra ambiti diversi, che possono così beneficiare di azioni programmate in modo unitario, ottenendone non solo minori costi di sviluppo ma, soprattutto, un aiuto nella definizione delle priorità di intervento e delle prestazioni minime attese.

Occorre sottolineare quanto sia importante non solo 'fare rete' e sostenere relazioni 'di progetto' e su obiettivi concreti, ma anche promuovere la diffusione della conoscenza (con azioni su enti, cittadini ed imprese) attraverso azioni spesso minute ma che permettono di

rendere immediatamente fruibili ed operative le buone pratiche.

Il ruolo della ricerca è basilare e l'università ne deve tutelare l'indipendenza, tuttavia è essenziale che ciò che viene proposto promuova modelli sostenibili di sviluppo, facendosi generatore di energie, valorizzando ciò che già esiste e cercando di convogliare idee e risorse sul territorio.

La scelta di integrare competenze nell'ambito dei beni culturali ad altre specificamente indirizzate alle esigenze di fruibilità, salute e sicurezza, intende mettere in risalto le numerosissime affinità fra la necessità di lavorare al benessere diffuso e l'obiettivo di tutela e valorizzazione del patrimonio, entrambi aspetti strategici della buona 'qualità di vita', cioè l'*asset* per il quale il nostro Paese è internazionalmente riconosciuto e che decisamente non possiamo perdere.

## Bibliografia

- Carandini, A., 2011: Relazione al convegno: "Beni Culturali. Identità, crescita. Rispettare il passato, costruire il futuro, senza dimenticare il presente", organizzato da Intesa Sanpaolo, Roma, 19 ottobre 2011, nell'ambito del quale è stato presentato il rapporto *La gestione del patrimonio artistico e culturale in Italia: la relazione fra tutela e valorizzazione*, a cura del Centro ASK Bocconi e di Intesa Sanpaolo. Parte dei contenuti della relazione sono inclusi anche in: A. Carandini, «Giovani, salvate la cultura», *Corriere della Sera*, 20.10.2011, p.45.
- ISFOL, 2011: *Istruzione, Formazione e Mercato del Lavoro: i Rendimenti del Capitale Umano in Italia*, I Libri del Fondo Sociale Europeo, n.153
- MiBAC, 2008: *Linee Guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale, integrate con le osservazioni della Conferenza Stato-Regioni e adottate formalmente con DM 28.03.2008* (s.o. 127, G.U. 16.05.2008, n.114).
- MiBAC, 2009: *Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale*, Gangemi, Roma, 206 pp.
- "Speciale Formazione Continua", *Il Sole24Ore*, 19 aprile 2012, pp. 17-19.

## **Realtà aumentata ed il progetto di valorizzazione per la Cella degli Uomini Illustri alla Certosa di Ferrara**

Manlio MONTUORI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TekneHub, Labo.R.A. Laboratorio di Restauro Architettonico, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara. e-mail: manlio.montuori@unife.it

---

### **Riassunto**

La modellazione architettonica avanzata (BIM secondo l'acronimo anglosassone) rappresenta un nuovo ambito di ricerca rivolto alla esplorazione in forma digitale di uno spazio potenzialmente esistito –realtà virtuale– o di un ambiente effettivamente esistente –realtà aumentata– che pone al centro dell'esperienza immersiva le relazioni tra il soggetto e l'ambiente, arricchite dai feedback tra comunicazione ed informazione acquisita. Inoltre, dipendendo dalle continue interrelazioni che si instaurano in un ambiente oggetto di osservazione, queste informazioni non possono essere indifferenti al quando ed al come sono offerte e percepite. Pertanto, i processi di comunicazione e conoscenza devono essere intimamente legati in modo da riprodurre un flusso digitale di informazioni quanto più naturale possibile.

Secondo queste premesse, il presente contributo intende illustrare l'esperienza maturata nello sviluppo di un prototipo di guida alla Cella degli Uomini Illustri alla Certosa di Ferrara da rendere disponibile su dispositivi palmari, come smartphones o tablet.

**Parole chiave:** simulazione in ambiente virtuale, collaborative systems, 3D avatars, immersive resality.

### **Abstract**

The advanced architectural modeling (BIM) represents a new research area aimed to explore in digital way a potentially existed space – virtual reality – or an actually-existing environment –augmented reality – that focuses the immersive experience on the relationship between the subject and the environment, enriched by feedback between communication and the gained information. Due to the constant interrelationships developing in an environment subject to observation, all the information can not be indifferent to when and how is offered and felt. Therefore, the processes of communication and knowledge must be closely linked so as to reproduce a digital data stream that is as natural as possible.

According to this, the paper will illustrate the experience gained in the development of a guide prototype to the Cella degli Uomini Illustri in the Certosa of Ferrara, to be made available on an up-to-date generation of handheld devices.

**Key words:** simulation in virtual environment, collaborative systems, 3D avatars, immersive resality.

---

### **Introduzione**

Nell'esplorazione in forma digitale di un modello architettonico, l'informazione tridimensionale costituisce il cuore del processo di conoscenza perché è attraverso il dato spaziale che la percezione del soggetto riguardante è in grado di ricostruire la flagranza del contesto

(Brandi, 1974) che definisce un ambiente reale e nel quale possono essere costruiti in modo verticale processi di comunicazione con un approccio dall'alto –il soggetto sperimenta il processo di conoscenza senza interagire– o dal basso –il soggetto interagisce attraverso continui feedback con i dati informativi con i quali è arricchita digitalmente la realtà. In questi termini,

la preesistenza viene ricostruita digitalmente e codificata per successive sovrimpressioni di layer tematici per simulare un'esperienza conoscitiva che, di certo, contribuisce alla valorizzazione del patrimonio assicurando una nuova e più ampia fruizione del bene.

Con queste premesse si è inteso sviluppare un prototipo di guida alla Cella degli Uomini Illustri presso la Certosa di Ferrara attraverso la collaborazione tra il LabORA, afferente all'area 1 del TekneHub, ed alcune espressioni della giovane imprenditoria del ferrarese che trova nelle società TryeCo e G-maps le punte più avanzate nella sperimentazione in ambiente digitale. L'occasione è stata propiziata dall'organizzazione, presso l'aula seminari di Palazzo Tassoni Estense del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara, sotto la responsabilità scientifica della prof.ssa Rita Fabbri, del workshop "Strumenti e innovazione nel progetto di restauro. GIS e realtà aumentata nel caso studio della Certosa di Ferrara" (Fig. 1).

tecnologie digitali con il contributo di numerosi studiosi come la prof.ssa Manuela Incerti, Dipartimento di architettura dell'Università degli Studi di Ferrara, gli archh. Matteo Fabbri e Roberto Meschini di TryeCo, il dott. Emanuele Borasio di G-maps e l'arch. Paolo Salonia del CNR-ITABC. La verifica sul reale valore aggiunto che le applicazioni digitali possono apportare al conservazione e valorizzazione del patrimonio architettonico è stata condotta nelle due sessioni parallele: la Sessione "GIS", coordinata dell'arch. Marco Zuppiroli; mentre la Sessione "AR", con la collaborazione dell'arch. Luca Rocchi, è stata coordinata da chi scrive.

### La Certosa di Ferrara e la Cella degli Uomini Illustri

Non è questa, di certo, la sede per delineare la storia della certosa ferrarese, per la quale – invece – si rimanda alla bibliografia in calce per un puntuale approfondimento (Di Francesco, 1992; Fabbri & Magni, 1998; Incerti, 2011), ma piuttosto s'intende evidenziare quali siano state le motivazioni che hanno condotto ad individuare proprio in questa cella l'opportunità di sviluppo di un processo di valorizzazione che dal singolo organismo architettonico *monocellulare* possa essere esteso, dapprima, alla Certosa, per poi coinvolgere la città secondo specifiche modalità pianificate. Infatti, la presenza dei busti raffiguranti le personalità che hanno dato lustro alla città di Ferrara ed il ciclo di pitture murali che arricchiscono la rigorosa spazialità della cella possono concorrere alla rappresentazione della sua consistenza attraverso la dematerializzazione dello spazio ed una traduzione digitale in multi-layer di forme ed informazioni che consenta di vivere un'esperienza quasi come immersi in un luogo anche non essendoci fisicamente: è il caso del busto di Leopoldo Cicognara, o di Ludovico Ariosto raffigurato nel ciclo pittorico o del busto di Benvenuto Tisi da Garofalo; attraverso la storia di ciascuno di questi personaggi ed il loro ragionevole intrecciarsi è possibile convogliare su di un dispositivo portatile un'intera città. Naturalmente, una tale esperienza non potrà mai sostituire il confronto che ciascuno di noi instaura con lo spazio reale, tuttavia darà la possibilità di costruire nuove relazioni, arricchite da numerose informazioni, che consentano di costruire una capacità conoscitiva più intuitiva e diretta.



Fig. 1 – Il manifesto del workshop “Strumenti e innovazione nel progetto di restauro. GIS e realtà aumentata nel caso studio della Certosa di Ferrara”.

L'evento ha consentito di svolgere una significativa riflessione sulla flessibilità delle

## La struttura di supporto al prototipo

Alla base dello sviluppo del campione, in prima istanza, si è pensato ad un classico modello comunicativo qual è quello di una cartolina pubblicitaria, da sviluppare in un modellino che, conservandone tutte le caratteristiche, come un origami potesse essere maggiormente evocativo del oggetto dell'applicazione. In questo, la struttura spaziale della cella è stata di agevole supporto alla definizione di un lay-out che, come

in un gioco per bambini, piegando e ritagliando lungo linee prestabilite, potesse restituire il modellino in scala della Cella degli Uomini Illustri. La scatola, così ottenuta, avrebbe un forte valore evocativo attraverso il trattamento della faccia esterna con la mosaicatura degli esterni stessi della cella, mentre l'interno, composto allo stesso modo dell'esterno, sarebbe arricchito dai target necessari alla collaborazione immersiva dell'applicazione (Fig. 2).

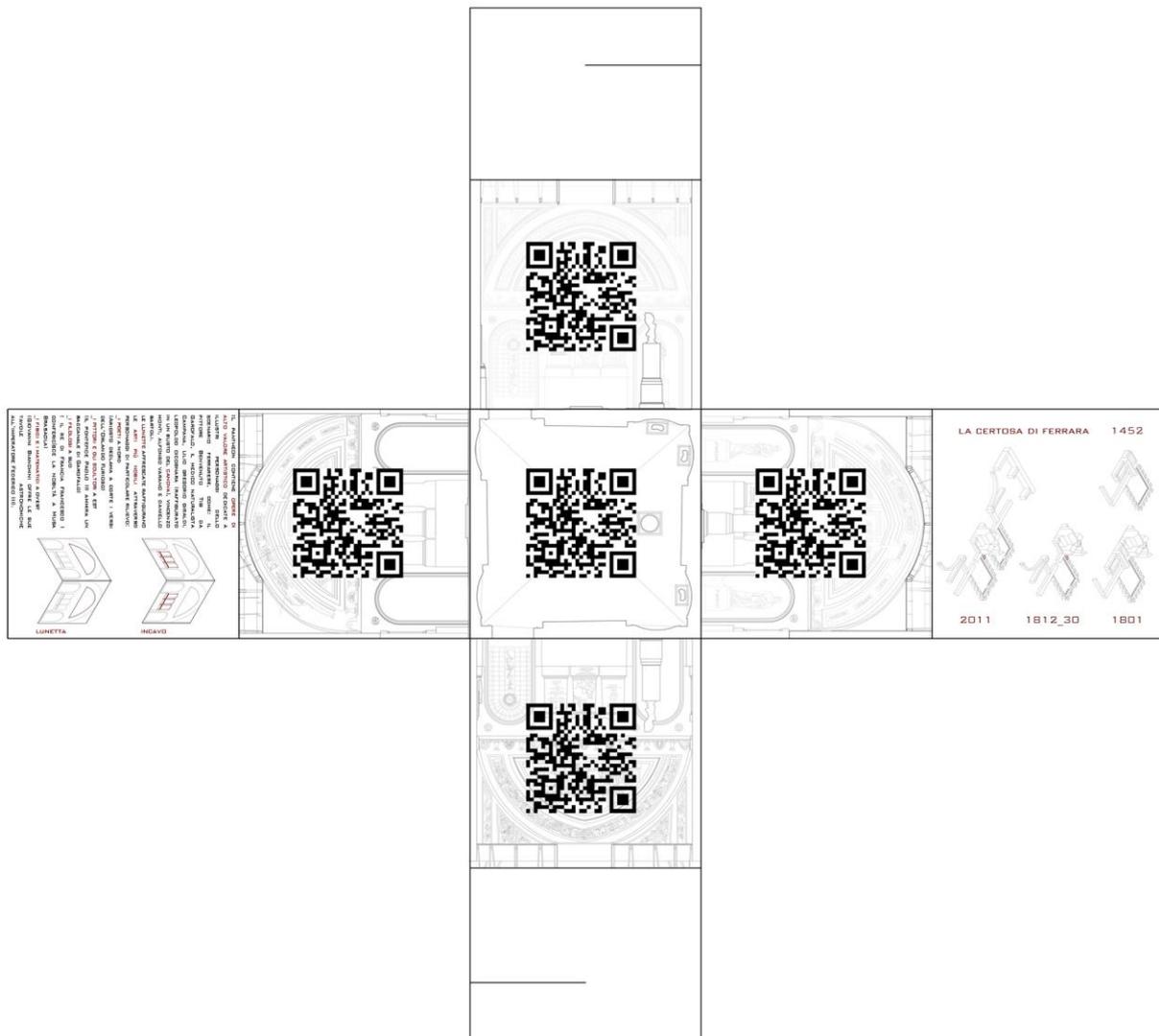


Fig. 2 – Il lay-out dell'interno della cella arricchito dai tag-QR a supporto dell'esperienza di realtà aumentata.

Per facilità, in occasione di questa prima sperimentazione, per i target si è deciso di ricorrere ai tag-QR con i quali sviluppare il framework di supporto all'immersione digitale dell'utente, in cui l'applicazione sia dotata di canali di comunicazione in grado di favorire l'interazione, potenzialmente anche di tipo

vocale. È stata così sviluppata una scena centrale attraverso la quale veicolare e sincronizzare ogni tipo d'informazione spaziale e localizzarla in modo univoco attraverso il georiferimento. La grafica della scenografia, pertanto, consiste nella collazione, gerarchicamente organizzata, di informazioni interconnesse ai target spaziali della

rappresentazione; ciascuno di questi target si comporta come un contenitore che, una volta interrogato, apre il suo contenuto a seconda del quesito formulato. Ad esempio, il target "Ariosto" potrà aprirsi tanto ad una interrogazione sulle vicende della vita del poeta, quanto al richiamo testuale delle sue opere, fino a giungere a suggerire un percorso di visita nei luoghi della città di Ferrara legati alla sua figura. La scenografia digitale sarà quindi composta da: (a) un livello informativo generale attraverso il quale sono sviluppate le interrelazioni all'interno della scena; (b) un livello dati relativo alla griglia spaziale impiegata per la rappresentazione della

scena; (c) un livello dati pertinente a immagini bidimensionali agevolmente riconoscibili; (d) un livello dati di collegamento attinente al tipo di interazione, ad esempio testuale o audiovisivo. Come correntemente riportato in letteratura (Aguilò *et al.*, 2001; Drummond & Cipolla, 2002; Kim *et al.*, 2009; Tecchia *et al.*, 2010) si è deciso di organizzare i dati secondo tre famiglie distinte a seconda della funzionalità aggiuntive provviste: file oggetto 3D (obj) implementati con Google SketchUp 8 (Fig. 3); layer di mesh per i dati superficiali; infine, shapefiles (shp) per la registrazione di identità geometriche e delle loro informazioni associate ad un database.

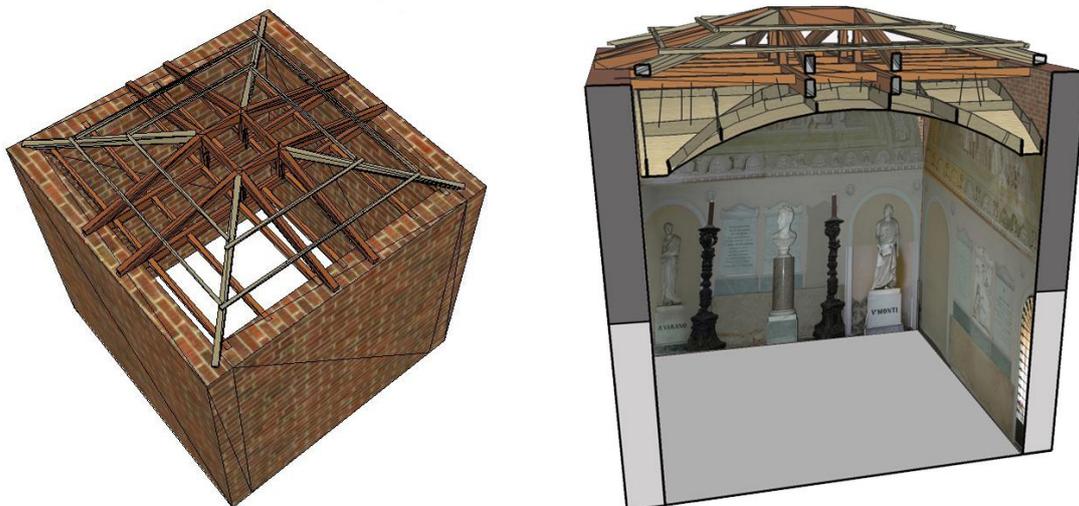


Fig. 3 – La base di navigazione testuale della cella (in alto). In basso a destra, il modello 3D renderizzato impiegando geometrie semplici e textures ottenute dagli ortofotopiani opportunamente scalati (a sinistra).

Un ultimo aspetto è l'implementazione di un avatar, la cui presenza in un ambiente digitale concorre ad incrementare la percezione spaziale e, per fare ciò, è necessario modellare in 3D il soggetto ed animarlo in uno scenario con uno sfondo statico da rimuovere, successivamente, nel montaggio e calibrazione della scena digitale; infine, affinché l'animazione risulti sufficientemente realistica è necessario raggiungere un frame-rate di circa 25 fotogrammi per risoluzioni di 320×240 pixels o di circa 20 fps per risoluzioni di 640×480 pixels (Vasudevan *et al.*, 2011). Tuttavia, per la complessità di esecuzione si è preferito di non procedere con lo sviluppo, rimandandone l'elaborazione ad un futuro avanzamento.

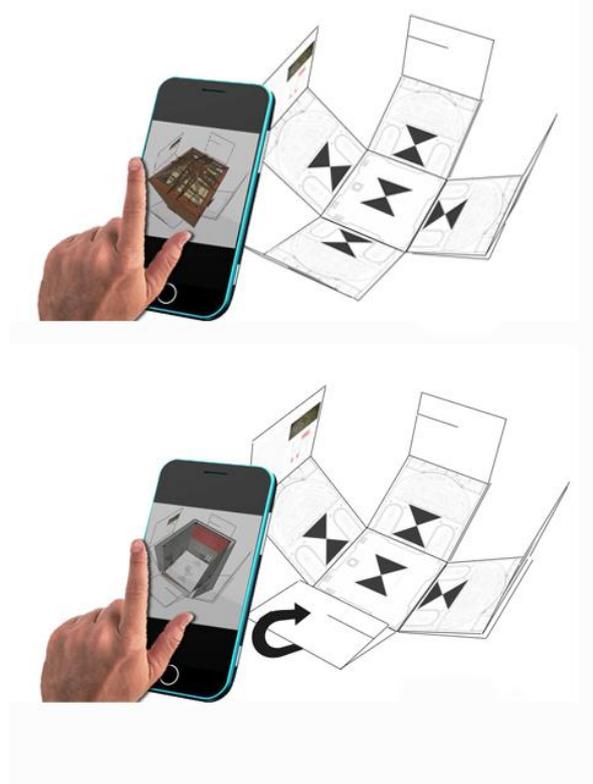


Fig. 4 – Due fasi del processo di divulgazione dei contenuti aumentati.

Il processo di conoscenza, allora, è stato sviluppato secondo due approcci: un primo dall'alto che, ad esempio, ha ricostruito tridimensionalmente la cella, texturizzata con le immagini degli ortofotopiani opportunamente scalate, per poi produrre dapprima un'immagine quicktime VR e successivamente un filmato di

navigazione virtuale dell'interno; un secondo, invece, dal basso che consente all'utente, muovendosi sul QTVR con target prestabiliti ai quali sono collegati i dati informativi riconoscibili dal browser Laya, di sperimentare un'esperienza tridimensionale aumentata. Il modello così definito è di tipo client e consente un'interazione sincronizzata della scena virtuale sul dispositivo palmare con l'ambiente reale: ogni cambiamento di orientamento all'interno della cella viene riconosciuto dal G-sensor del dispositivo che, in tempo reale, aggiorna l'orientamento della scenografia sul client. Il riconoscimento dei target avviene, secondo le tecniche della computer vision, attraverso la rilevazione dell'impronta digitale precaricata dall'applicazione e selezionata dall'utente secondo il livello d'interesse (Fig. 4).

### L'organizzazione dei contenuti

Per lo sviluppo del framework che supporti la lettura di un modello tridimensionale composto da diversi formati di texture, si è ricorsi all'uso dell'applicazione freeware Google SketchUp con la quale sono stati generati i modelli 3D dell'esterno e dell'interno, basati su una campagna di rilievo diretta. Il modello così ottenuto è stato scomposto in un numero sufficiente di triangoli, tale da non rallentare eccessivamente l'elaborazione sul client, ed i vertici di questi triangoli sono stati successivamente impiegati quali coordinate d'inserimento per le texture. Il risultato è stato un modello 3D renderizzato sufficientemente agile in termini di geometria e textures impiegate che ha reso conveniente scaricare l'applicazione direttamente sul client, piuttosto che scaricarlo da un server on demand. Una successiva implementazione potrà riguardare una renderizzazione maggiormente realistica che, per la complessità di elaborazione del modello 3D, potrà richiedere di caricare la scenografia in streaming da un server cloud, con tutto il vantaggio di poter immergersi, quasi da vicino, in una scena complessa altamente dettagliata. Un ulteriore aspetto, da implementare successivamente, dovrà riguardare la possibilità di modifica da parte dell'utente della scena che consenta, ad esempio, di manipolare alcuni oggetti spostandoli, scalandoli, assegnandoli un materiale differente, fino a cambiarne il colore ed

impostare un diverso grado di trasparenza. Questo richiederà lo sviluppo di un menu a tendina nel dialogo di proprietà dell'oggetto al quale l'utente potrà accedere in modo intuitivo attraverso un'icona di richiamo opportunamente codificata.

Le informazioni spaziali georiferite sono invece integrate nel framework attraverso l'uso di shapefile che contiene nel suo codice i dati geospaziali associati ad un database di attributi, come la tipica terna ESRI .shp, .dbf, .shx. La struttura di supporto all'applicazione è stata sviluppata in modo da riconoscere tre entità geometriche quali il punto, la linea ed il poligono che possono essere restituiti come oggetti bidimensionali nella navigazione della cella. Ogni elemento è caratterizzato da coordinate geospaziali ed è associato ad un elenco attributi, grazie ai quali è possibile organizzare le informazioni attraverso un tipico comando in ambiente GIS qual è il data property; così con l'esecuzione di una query sul database informativo durante la navigazione, il modello

stesso costituisce l'interfaccia intuitiva di accesso alle informazioni. La struttura così definita ha sviluppato un ambiente realistico nel quale l'utente può immergersi, secondo una prospettiva in prima persona, interagendo con quegli elementi che assicurano un'esperienza aumentata.

In aggiunta alla modalità esplorativa interattiva, il prototipo è stato dotato di un percorso didattico di visita alla città di Ferrara strutturato sull'esempio della figura di Ludovico Ariosto (Fig. 5): basato su di un'animazione predefinita accompagnata dall'illustrazione che richiama i luoghi significativi nel tessuto cittadino, la ricostruzione del modello 3D della cella è stata inserita in un percorso di digital storytelling definito in modo tale da fornire un primo livello informativo sulla localizzazione e sul percorso da intraprendere per raggiungere ciascun punto lungo il tracciato. Quindi un secondo livello, ottenuto attraverso la narrazione sincronizzata con ciascun punto del percorso, selezionato sul touch-screen, restituisce un quadro ausiliario d'informazioni.

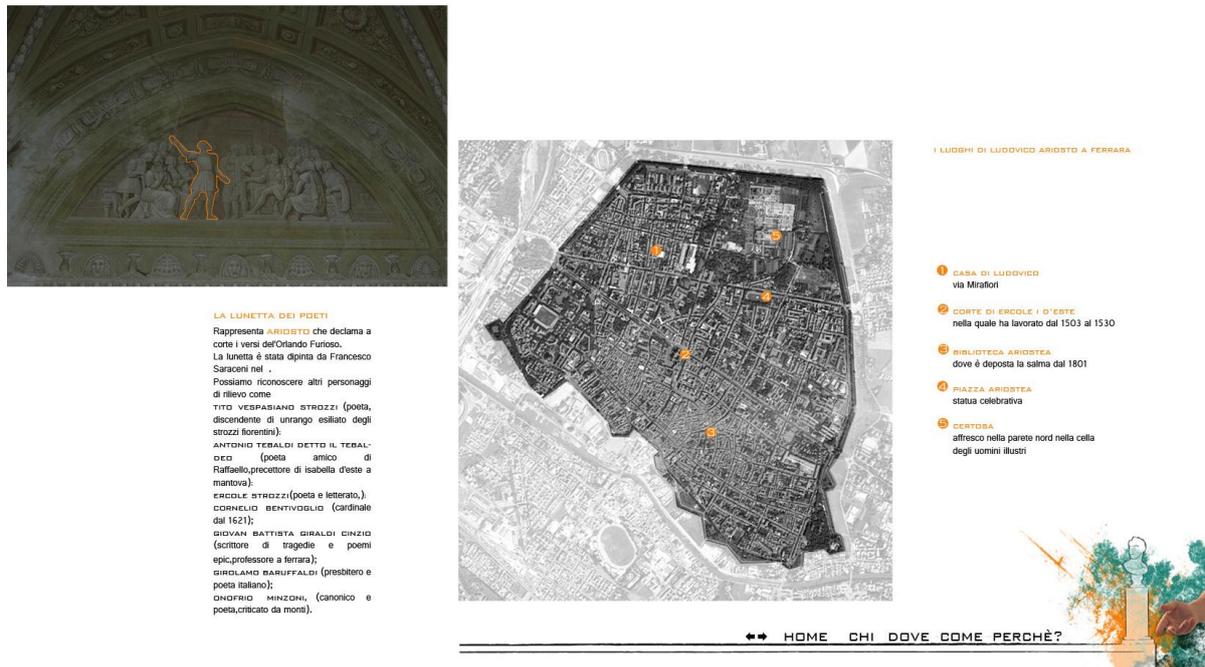


Fig. 5 – Il target *Ariosto* può aprirsi tanto ad una interrogazione sulle vicende della vita del poeta, quanto al richiamo testuale delle sue opere, fino a giungere a suggerire un percorso di visita nei luoghi della città di Ferrara legati alla sua figura.

### Conclusioni e prospettive

In questo contributo si è inteso esporre e esaminare la flessibilità d'uso delle tecnologie innovative, rappresentate dall'esperire la realtà in

forma aumentata, attraverso l'illustrazione di una applicazione per smartphone basata sulla ricostruzione della cella degli Uomini Illustri alla Certosa di Ferrara, effettuata dal laboratorio LaboRA afferente all'area 1 del TkneHub. Tale

applicazione costituisce una prima esperienza in grado di essere sviluppata per finalità eterogenee, quali la comunicazione culturale, la promozione e informazione turistica, la fruizione artistica e la divulgazione storica, con il chiaro intento di fornire un ambiente realistico nel quale poter sperimentare esperienze di confronto e di conoscenza complementari ad una visione diretta della realtà. Alle possibili successive implementazioni a cui si è accennato precedentemente, un aspetto che certamente potrà contribuire ad una maggiore diffusione dell'applicazione è l'interazione tra diversi client che, simultaneamente immersi in un determinato ambiente digitale, potrebbero collaborare e generare nuovi scenari o nuove interpretazioni. Il processo quindi dovrebbe essere sviluppato con un approccio di tipo bottom-up, in cui il centro del programma è costituito dai possibili feedback tra i diversi utenti che, in questo modo, potrebbero condividere e scambiare tra loro dati originariamente appartenenti a livelli non omogenei.

### Ringraziamenti

Un sincero ringraziamento va a Matteo Fabbri e Roberto Meschini di TryeCo ed Emanuele Borasio di G-maps con i quali il confronto ed il dialogo sono stati proficui e costruttivi. In fine, ma non per ultimo, si intende estendere un vivo ringraziamento a quanti hanno preso parte al workshop ed in particolare a Paolo Ansaloni, Chiara Canevazzi, Stefania Cellini, Marta Giampaoli e Martina Fuligni.

### Bibliografia

- Aguilò, C., Lorés, J. and E. Junyent, 2001: Enhanced cultural heritage environments by augmented reality systems. *Proceedings of the Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia*, Berkeley, USA, 357–364.
- Brandi, C., 1974: *Teoria generale della critica*. Torino, Einaudi, 392 pp.
- Di Francesco, C. (ed.), 1992: *Ferrara: la Certosa. rilievi e restauri*. Padova, Interbooks, 86pp.
- Fabbri, R. and S. Magni, 1998: *La XVI cella della Certosa di Ferrara: ampliamento delle indagini per il minimo intervento. Progettare i restauri. Orientamenti e Metodi – Indagini e Materiali*, Atti del convegno (Bressanone, 30 giugno – 3 luglio 1998), Biscontin G. and G. Driussi (ed.), Venezia, Arcadia ricerche, 746 pp.
- Drummond, T. and R. Cipolla, 2002: Real-time visual tracking of complex structures. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 24, 7, 932–946.
- Incerti, M., 2011: *Dentro le mura: conoscenza, gestione, divulgazione per la Certosa di Ferrara. Architettura eremitica. Sistemi progettuali e paesaggi culturali*, Atti del 2° Convegno internazionale di studi Vallombrosa (24-25 settembre, 2011), Bertocci S. and S. Parrinello (ed.), Firenze, Edifir, 255pp.
- Kim, K., Seo, B. et al., 2009: Augmented reality tour system for immersive experience of cultural heritage. *International Conference on Virtual Reality Continuum and its Applications in Industry*, 323–324.
- Tecchia, F., Carrozzino, M. et al., 2010: A flexible framework for wide-spectrum VR development in presence. *Teleoperators and environments*, 19, 302-312.
- Vasudevan, R., Kurillo, G., ed al., 2011: High Quality Visualization for Geographically Distributed 3D Teleimmersive Applications. *IEEE Transactions on Multimedia*, vol.13, n.3, 573-584.



## **Utilizzo della tecnologia GIS alla scala architettonica: strumento informativo e gestionale per la conservazione programmata**

Luca ROCCHI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TekneHub, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara. e-mail: luca.rocchi@unife.it

---

### **Riassunto**

Il ricorso a processi di conservazione programmata del patrimonio storico-architettonico implica un evidente cambio di strategia nel campo del restauro: dall'intervento quale evento isolato ed 'eccezionale' ad un processo di lungo periodo, dilazionato dunque nei tempi, negli investimenti e nell'incidenza dell'intervento. In questo contesto i programmi di conservazione programmata si configurano come strumenti estremamente complessi, per la necessità di archiviare e gestire dati consistenti ed eterogenei. L'inefficiente gestione della complessità di dati può rendere inadeguato o disatteso l'intero piano di conservazione. La possibilità, attraverso l'utilizzo in ambito architettonico di software GIS, di raccogliere e sistematizzare grandi quantità di informazioni, agevola indubbiamente la gestione delle procedure previste dal piano di manutenzione.

**Parole chiave:** restauro, conservazione programmata, GIS, patrimonio storico-architettonico.

### **Abstract**

Planned conservation processes for the historical building heritage involve an evident change of strategy in the field of restoration: from the restoration project as an isolated and 'exceptional' event to a long-term process, therefore, deferred in time, in the investments and in the incidence of the intervention. In this context the conservation plan are configured as extremely complex tools: they need to store and manage large and heterogeneous data.

The inefficient management of the complexity of data may make the entire conservation plan inappropriate or unapplied. The ability, through the use of GIS software at the architectural scale, to collect and systematize large amounts of information, certainly facilitates the management procedures of the conservation plan.

**Key words:** restoration, planned conservation, GIS, historical building heritage.

---

### **Introduzione**

La prevenzione dei fenomeni di degrado ricorrendo ad attività programmate di tipo ispettivo e manutentivo, piuttosto che a interventi di restauro concentrati e più invasivi, è una procedura già da tempo incoraggiata e condivisa. Si tratta pertanto della "buona pratica manutentiva", tanto invocata quanto disattesa per l'incapacità di comprendere l'importanza e l'efficacia di una manutenzione attenta, fatta prevalentemente di ispezioni, controlli e verifiche, ma che ai non specialisti può apparire non operativa e inutilmente dispendiosa.

Si tratta da un lato di un'incapacità a ragionare a lungo termine, in particolare a livello economico, ma soprattutto di un'inefficienza culturale che intende l'intervento di restauro quale evento 'eccezionale', spesso di valenza mediatica, nell'illusione che dopo un restauro complesso, spesso costoso, non vi sia bisogno di alcuna manutenzione nel breve e medio periodo.

Occorre necessariamente premettere una precisazione terminologica: con il termine manutenzione non si intende l'accezione tipicamente edilizia, come solitamente esplicitata nei regolamenti edilizi comunali, ma quella chiaramente postulata dal Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, quale «complesso delle

attività e degli interventi destinati al controllo delle condizioni del Bene Culturale e al mantenimento dell'integrità, dell'efficienza funzionale e dell'identità del Bene e delle sue parti».

### La conservazione programmata

Non è ovviamente questa la sede per una trattazione approfondita ed esaustiva della conservazione preventiva e della conservazione programmata. L'argomento, assai dibattuto e tuttora di estrema attualità (AA.VV., 2003; Biscontin & Driussi, 1999 e 2010; Della Torre, 2010a; 2010b), rimanda a problematiche e discussioni di carattere teorico ben più articolate di quelle che verranno qui presentate, con interessanti ricadute teorico-applicative sia in ambito archeologico (Cecchi & Gasparoli, 2010) che per l'intervento sull'edificato del XX secolo (Canziani, 2009).

Le pratiche della conservazione preventiva e programmata si pongono come un passaggio strategico per preservare il patrimonio architettonico. Soprattutto in un periodo, come quello attuale, di particolare crisi economica e di estrema difficoltà nel reperimento di risorse e finanziamenti destinati agli interventi sul patrimonio storico architettonico, la necessità di variare decisamente e rapidamente il punto di vista appare quanto mai auspicabile. È necessario un salto di scala nel modo di concepire la conservazione (Della Torre, 2010a): un salto di scala sia materico-quantitativo (dall'intervento integrale e occasionale, all'osservazione periodica e all'intervento manutentivo puntuale) sia temporale (dal breve periodo alla programmazione pluriennale). Si inverte pertanto l'approccio tradizionale dell'intervento di restauro eseguito ex-post (a degrado in essere, se non allo "stato limite") a favore di una logica di prevenzione e cura ex-ante.

La conservazione programmata si configura pertanto, principalmente, come progettazione di una strategia di gestione, finalizzata alla prevenzione dei danni, «il restauro viene ricompreso in una logica processuale, nella quale si accentuano le responsabilità in termini di compatibilità, durabilità, minimo intervento, gestione delle informazioni» (Della Torre, 2010b).

Una strategia che si attua tramite lo studio e l'analisi dei manufatti, la programmazione dei

controlli, degli interventi e degli adeguamenti eseguiti secondo la logica del minimo intervento.

Tutto ciò pur nella piena consapevolezza che una attenta programmazione può essere comunque generata a completamento e mantenimento di un più complesso ed articolato progetto di restauro (Fig.1).

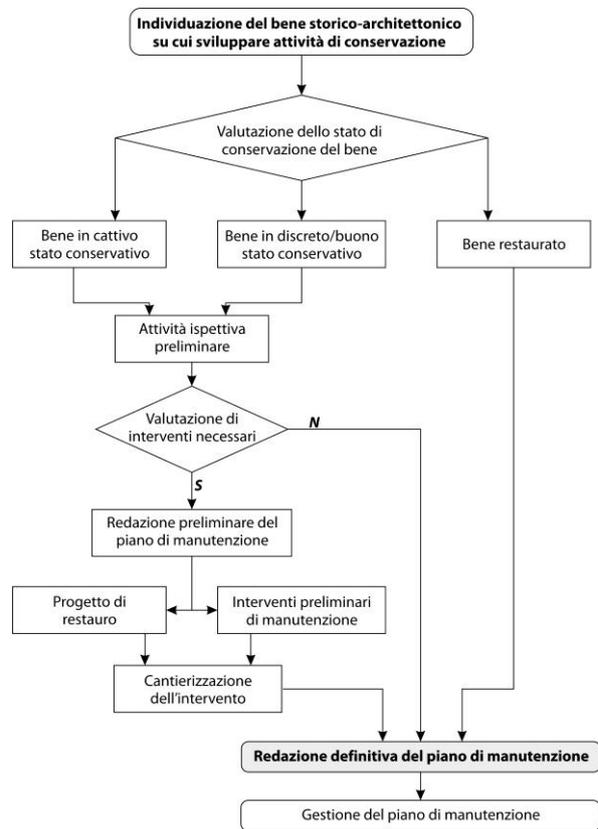


Fig.1. Schema sintetico di gestione del processo di conservazione.

La tematica risulta di particolare interesse per il gruppo di lavoro "Recupero e Restauro Architettonico" (Area 1) del Laboratorio TekneHub. In particolare due progetti, riguardanti edifici di particolare interesse storico-architettonico, di cui uno in corso e uno in definizione, sono occasione ottimale per sperimentare la stesura di un programma pilota di manutenzione, per l'individuazione dei controlli e degli interventi da mettere in atto con cadenze temporali pianificate.

Il piano di manutenzione prevede la programmazione degli interventi specifici per i paramenti murari e il complesso degli apparati decorativi (marcapiani, lesene, cornicioni, ecc.) in terracotta e lapideo naturale (Fig.2).



Fig.2. Particolare della facciata interessata dal programma di manutenzione.

Tali programmazioni, fondate sul controllo diretto del comportamento e delle caratteristiche dei materiali, degli interventi eseguiti durante i precedenti restauri e sulla specifica definizione delle operazioni da attuare nel breve, medio e lungo periodo, consentirà il raggiungimento di diversi obiettivi:

- una migliore conservazione degli edifici e dei fronti esterni; a tal fine saranno fornite indicazioni su quali zone controllare e con quali cadenze temporali, abbinate ad istruzioni su quali interventi mettere in atto affinché le facciate si conservino in buono stato (Fig.3).



Fig.3. Verifiche e interventi programmati a cadenza temporale permettono di prevedere e prevenire fenomeni puntuali di degrado.

- la manutenzione programmata, a seguito di un intervento di manutenzione straordinaria da porre in atto con materiali compatibili quanto durevoli (facendo tesoro delle acquisizioni tecnologiche maturate negli ultimi anni), eviterà interventi di maggiore spesa e incerto risultato;

- la possibilità per gli enti proprietari, in base alla programmazione degli interventi, di predisporre nei propri bilanci i finanziamenti necessari, con la dovuta accortezza e il necessario anticipo, evitando spese ingenti e fortemente concentrate.

Oltre ad una serie di operazioni preliminari necessarie alla conoscenza dell'edificio, quindi propedeutiche alla redazione del programma (verifica e integrazione dei rilievi; analisi del degrado; saggi, campionature e successive analisi di laboratorio, raccolta della documentazione storica e/o relativa a precedenti interventi; ecc.) i progetti hanno previsto o prevedranno, nello specifico:

- Redazione degli opportuni elaborati e strumenti documentali (diagrammi, tabelle, cronogrammi, documenti grafici) destinati alla previsione delle necessarie operazioni di conservazione programmata, da porre in atto secondo scadenze temporali prestabilite, che consentano il perdurare nel tempo della corretta esecuzione delle lavorazioni attuate nel cantiere di restauro, previsto in entrambi i casi come prima fase indispensabile da attuare, considerato l'attuale stato di conservazione delle superfici e delle finiture (Fig.4).



Fig.4. Dettaglio dello stato conservativo del paramento murario in laterizio.

Le decisioni sui modi e sul cronoprogramma degli interventi dipende dallo stato di conservazione dei beni, dalla capacità di prevedere il ciclo di vita degli elementi e dei materiali e dall'affidabilità degli interventi pregressi.

Ad integrazione del programma degli interventi devono essere stilati anche opportuni protocolli per le procedure di controllo (attività di verifica degli interventi manutentivi eseguiti) e per le attività ispettive e di monitoraggio (individuazione di eventuali precoci o non previste situazioni di degrado o di rischio).

- Implementazione di un sistema informativo in ambiente GIS per il monitoraggio delle lavorazioni eseguite, con l'obiettivo di monitorare e verificare nel tempo la corretta riuscita delle lavorazioni previste nel progetto di restauro e delle programmate operazioni di manutenzione. Quale obiettivo specifico della ricerca sarà implementata una banca dati relazionale con la quale integrare le informazioni acquisite prima, durante e dopo il cantiere di restauro. Tale strumento potrà essere implementato ed aggiornato nel tempo, attraverso l'integrazione dei nuovi dati acquisiti nel corso delle lavorazioni manutentive programmate.

### **Utilizzo di tecnologia G.I.S. per la conservazione programmata**

La redazione di un piano di conservazione programmata richiede la gestione di numerosi dati multidisciplinari (database tematici), che solo se integrati correttamente permettono di pervenire a valutazioni corrette. L'inefficiente gestione della complessità di dati può rendere inadeguato o disatteso l'intero piano di manutenzione.

La disponibilità di strumenti informatici in grado di raccogliere e sistematizzare grandi quantità di informazioni agevola indubbiamente la gestione delle procedure previste dal piano di manutenzione. In questo scenario risulta pertanto determinante il ricorso alla tecnologia GIS, che abbina alle capacità di gestione delle "basi di dati" la referenziazione geometrica e spaziale.

Il Geographical Information System, sviluppato inizialmente in ambito geografico-territoriale, trova pertanto efficace applicazione anche in ambito strettamente architettonico, non solo a livello planimetrico, ma anche per la gestione, fino alla scala del dettaglio, degli alzati

architettonici (Bartolomucci, 2004; Capponi *et al.*, 2001).

Il sistema permette la gestione di un modello georelazionale in cui vi è diretta relazione topologica tra l'archivio di dati e la base grafica: alle entità base del modello grafico (punti, linee e poligoni) vengono associate strutture di dati, anche molto articolate, attraverso la definizione di relazioni topologiche (adiacenza, vicinanza, sovrapposizione, inclusione, ecc.)

La possibilità di correlare, in modo estremamente versatile e potenzialmente espandibile, la base geometrica con dati estremamente eterogenei (metrici, numerici, grafici, fotografici, testuali, ecc.) lo rende uno strumento flessibile e adattabile alla complessità che caratterizza l'edificato storico-architettonico, e direttamente il cantiere di restauro/manutenzione.

A solo titolo di esempio, la tecnologia GIS può essere utile nell'ambito di un cantiere di restauro o di un programma di manutenzione per la gestione delle informazioni relative a:

- consistenza geometrica dell'edificio;
- caratteristiche costruttive (tecniche, materiali, finiture);
- documenti di carattere storico documentale (documenti d'archivio, cartografia, iconografia storica);
- problematiche strutturali, con la possibilità di individuare la gravità delle lesioni e l'eventuale evoluzione del fenomeno;
- interventi conservativi e di restauro eseguiti nel passato, con la possibilità di localizzare puntualmente o per aree omogenee le specificità degli interventi eseguiti;
- saggi, indagini preliminari e analisi diagnostiche, annotando la localizzazione e permettendone una facile visualizzazione e comparazione;
- fenomeni di degrado e alterazione, con la possibilità di analizzare la sovrapposizione e la quantificazione spaziale della compresenza di più fenomeni.

L'aspetto innovativo dell'utilizzo del GIS in questo settore non è solo la possibilità di immagazzinare una quantità pressoché infinita di dati, ma di renderli utilizzabili ai fini del processo decisionale attraverso statistiche, ricerche, query spaziali (interrogazioni di basi di dati a partire da criteri spaziali): interrogazioni complesse difficilmente realizzabili con strumenti convenzionali.

Inoltre, la possibilità di gestire su di una base geometrica comune tutte le informazioni relative a degradi e alterazioni, lavorazioni e interventi, può consentire una computazione diretta dei costi di restauro e manutenzione, seppur non sempre completa per l'incapacità del sistema di gestire dati tridimensionali.

Nell'ambito della manutenzione programmata la tecnologia GIS può pertanto essere utilizzata sia come strumento di carattere conoscitivo/documentale, sia come strumento prettamente operativo di gestione degli interventi. Resta inteso che l'applicativo si limita ad essere strumento gestionale e non progettuale, rimanendo specifico compito del progetto di restauro e di manutenzione quello di definire tempistiche e modalità degli interventi, demandando invece al sistema informativo la correlazione delle informazioni e la gestione dei dati.

### **Nuovi scenari di sviluppo attraverso l'uso della tecnologia GIS web-based**

Recentemente, lo sviluppo di nuove tecnologie web-based e di portali GIS ha determinato un nuovo modo di organizzare, condividere e comunicare database geometrici provenienti da operatori differenti collegati in remoto. In questo modo, archivi separati possono essere connessi attraverso collegamenti dinamici di rete, tali da permettere l'interconnessione di ricercatori, operatori e utenti, in modo diretto ed economico, anche grazie alla disponibilità di nuovi applicativi software di tipo open source. Database necessari per sviluppare la conservazione preventiva, il monitoraggio e linee guida per la manutenzione del patrimonio storico-architettonico possono essere facilmente diffusi e resi disponibili tramite i web-based GIS ai tecnici specializzati di tutto il mondo al fine di fornire e ottenere informazioni, ed eventuali feedback, più dettagliati. I sistemi basati su

Internet sono utili per il loro supporto, in tempo reale, alla raccolta, all'analisi e alla ridistribuzione dei dati, collegando così laboratori scientifici, laboratori di restauro, imprese specializzate.

### **Bibliografia**

- AA. VV., 2003: La conservazione programmata del patrimonio storico architettonico. Linee guida per il piano di manutenzione e il consuntivo scientifico, Milano, Guerini, 261pp.
- Bartolomucci C., 2004: Una proposta di 'cartella clinica' per la conservazione programmata, *Arkos*, 5, 59-65.
- Biscontin G. e Driussi G. (ed.), 1999: Ripensare alla manutenzione: ricerche, progettazione, materiali, tecniche per la cura del costruito, Atti del convegno (Bressanone, 29 giugno-2 luglio 1999), Venezia, Arcadia Ricerche, 720pp.
- Biscontin G. e Driussi G. (ed.), 2010: Pensare la prevenzione : manufatti, usi, ambienti, Atti del convegno (Bressanone, 13-16 luglio 2010), Venezia, Arcadia Ricerche, 878pp.
- Canziani A. (ed.), 2009: Conservazione programmata per il patrimonio architettonico del 20. secolo, Milano, Electa, 415pp.
- Capponi G., Vedovello S. e Vecchi A., 2001: Realizzazione del sistema informatico Akira GIS Server. Il restauro della torre di Pisa: un cantiere di progetto per la conservazione delle superfici, Capponi G. e Vedovello S. (ed.), Roma, ICR.
- Cecchi R. e Gasparoli P., 2010: Prevenzione e manutenzione per i beni culturali edificati. Procedimenti scientifici per lo sviluppo delle attività ispettive, Firenze, Alinea, 340pp.
- Della Torre S., 2010a: Conservazione programmata: i risvolti economici di un cambio di paradigma. Il capitale culturale, 1, 47-55.
- Della Torre S., 2010b: Preventiva, integrata, programmata: le logiche coevolutive della conservazione. Pensare la prevenzione: manufatti, usi, ambienti, Atti del convegno (Bressanone, 13-16 luglio 2010), Biscontin G. and G. Driussi (ed.), Venezia, Arcadia Ricerche, 67-76.



**STRUMENTI, MATERIALI E TECNICHE  
PER LA MUSEOGRAFIA E L'EXHIBITION DESIGN**



**Le Radici del Futuro.**  
**Esposizione di strumenti scientifici sette-ottocenteschi dell'Università di Ferrara**

Michela BIANCARDI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> TekneHub, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara. e-mail: michela.biancardi@unife.it

---

**Riassunto**

Lo scopo principale della mostra temporanea “Le Radici del Futuro”, tenutasi dal 17 aprile al 23 maggio 2008 presso il Salone dei Passi Perduti del Palazzo Renata di Francia a Ferrara, è stato quello di valorizzare e diffondere al pubblico la conoscenza della “Collezione Instrumentaria delle Scienze Fisiche”, collezione creata dal Dipartimento di Fisica dell'Università di Ferrara raccogliendo, identificando e restaurando i propri strumenti scientifici ormai da tempo dimenticati. La molteplicità dei temi e delle date di costruzione degli strumenti è una testimonianza dell'ampio spettro di argomenti trattati dai fisici ferraresi nel corso dei secoli e della ricchezza della collezione stessa, patrimonio scientifico poco noto dell'ateneo ferrarese. I 33 strumenti esposti sono il risultato di una selezione tra i 700 pezzi della collezione.

**Parole chiave:** allestimento museografico, strumenti scientifici, collezione.

**Abstract**

The main aim of the temporary exhibition “Le Radici del Futuro” (The Roots of Future) was to valorise and to promote the “Collezione Instrumentaria delle Scienze Fisiche” (Collection of Physical Sciences Instruments). This is a collection which was created by the Physics Department of University of Ferrara by collecting, identifying and restoring own long-time forgotten scientific instruments. The variety of arguments and of instrument construction dates is testimony to the wide range of topics which were subject of investigation by Ferrara physics researchers during centuries; also, to the richness of the collection. This scientific heritage of the Ferrara university is not very famous. The 33 exhibited instruments were selected among about 700 objects from the whole collection.

**Key words:** museology, scientific instruments, collection.

---

**Introduzione**

Trentatré oggetti, contenuti in un parallelepipedo trasparente, “fluttuano” nell'aria per dare al visitatore l'immediata percezione di una dimensione sospesa nello spazio e nel tempo: sono gli strumenti scientifici che idealmente formano le radici del nostro futuro (Fig. 1). Essi rappresentano una piccola parte della “Collezione Instrumentaria delle Scienze Fisiche” ricca di circa settecento oggetti conservati presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Ferrara. La mostra temporanea “Le Radici

del Futuro” descritta in questo articolo può considerarsi la prima “uscita pubblica” di questa collezione.

Gli strumenti narrano una parte importante ma poco nota della storia della città. Raccontano lo sviluppo della fisica sperimentale nell'ateneo ferrarese e testimoniano il lavoro degli artigiani che li hanno costruiti e le figure dei ricercatori che li hanno utilizzati.

L'ideazione e il progetto scientifico della mostra sono stati della professoressa Grazia Zini con la collaborazione dei tecnici del Dipartimento di Fisica. Il progetto di

allestimento è stato curato dagli architetti Alessandro Massarente, Antonello Stella e Michela Biancardi afferenti al Centro ArcDes (*Development of Integrated Architectural Design Programs for City, Environment, Landscape*) del Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara. Lo scopo principale era di favorire la diffusione della cultura scientifica e di valorizzare e rendere noto questo significativo patrimonio culturale dell'ateneo ferrarese. Particolare importanza è stata data alla molteplicità dei temi e degli strumenti: essa dimostra l'ampio spettro di argomenti studiati dai fisici ferraresi nel corso del tempo ed è testimonianza della ricchezza della collezione stessa.

### **Allestimento museografico**

L'esposizione era suddivisa in nove settori tematici che trattavano campi di interesse per la scienza e per la vita quotidiana di ieri e di oggi (Fig. 2). I settori I e II illustravano argomenti legati a necessità pratiche quotidiane dell'uomo: strumenti per commercio, agricoltura e viaggi. I settori dal III all'VIII hanno testimoniato l'interesse dei fisici ferraresi vissuti nei secoli diciottesimo e diciannovesimo per la meteorologia, la medicina, l'astronomia, l'elettricità e le telecomunicazioni. Il settore IX presentava una macchina elettrostatica, ossia un generatore elettrostatico, prezioso ausilio per la scienza e l'insegnamento a partire dalla fine del diciottesimo fino ai primi decenni del ventesimo secolo.

La struttura espositiva era posta al centro del Salone dei Passi Perduti del Palazzo Renata di Francia a Ferrara (Fig. 3) e consentiva la visione attraverso un percorso circolare in senso antiorario, dal settore I al IX. Essa consisteva in un involucro autoportante modulare in PMMA (polimetilmetacrilato) trasparente lungo 14 metri e mezzo, largo 85 centimetri e alto 2 metri. Gli apparati scientifici erano accolti da più ripiani a differenti altezze (Fig. 4). Alcune lastre verticali presentavano una peculiare piegatura all'esterno di 30° o 60° mirata a dare ulteriore dinamicità alla

struttura spezzando il ritmo continuo e a creare un collegamento simbolico tra passato e futuro (Fig. 5). L'osservatore era così sollecitato a non proiettare lo sguardo in modo unidimensionale ma ad allargarlo all'esterno. L'effetto di trasparenza determina la transizione dallo spazio dell'osservatore agli oggetti. La trasparenza, immediatamente percepibile a livello fisico, diventa spazio concettuale (Fig. 6).

Il "tunnel espositivo" (Fig. 7) era costituito nella parte inferiore da una base modulare in PVC (polivinilcloruro) bianco e nella parte superiore da una copertura trasparente in PMMA. La copertura era funzionale al passaggio della luce prodotta dagli spot alogeni posti lungo il binario elettrificato, l'orientamento dei quali era tale da illuminare puntualmente gli oggetti di ogni singolo settore. L'impianto di illuminazione era occultato da lastre di PMMA opalescenti le quali fungevano anche da supporto per i titoli dei nove settori tematici. Didascalie e immagini esplicative erano in PVC adesivo di colore bianco applicate direttamente sulla superficie esterna delle lastre (Fig. 8).

### **Ricadute sul territorio**

L'esposizione è stata l'occasione per importanti collaborazioni tra l'Università – Dipartimenti di Fisica e Architettura, Ufficio Comunicazione ed Eventi - con enti, associazioni e imprese locali a cui si sono aggiunti anche privati cittadini.

Importanti contributi sono arrivati dalla Cassa di Risparmio di Ferrara, dai Club Lions di Ferrara (coordinati dall'avv. Ugo De Nunzio) e dagli sponsor tecnici che hanno reso possibile la realizzazione dell'allestimento.

### **Conclusioni**

L'allestimento, innovativo per il suo design e il materiale utilizzato, dava luogo ad un effetto finale visivamente non impattante

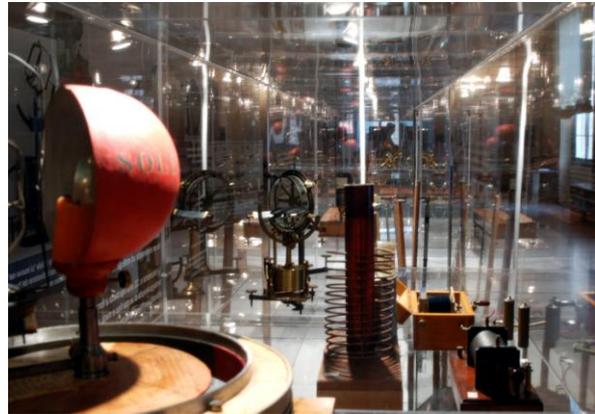
con gli oggetti esposti e con l'ambiente circostante.

Attraverso una più energica interazione tra progettazione museale e produzione, intesa come sviluppo e applicazione sperimentale di materiali e tecnologie nel campo della progettazione e dell'allestimento museale, è stato messo a punto un materiale espositivo efficace per questo percorso scientifico.

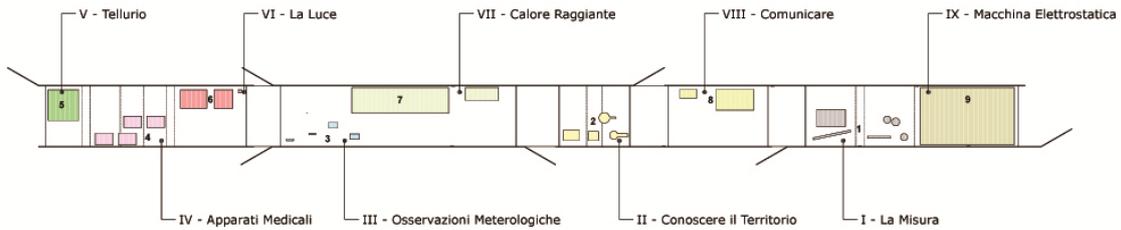
Fondamentale per la riuscita del progetto sono stati l'interesse crescente dell'Università di Ferrara nel voler salvaguardare e rendere noto il proprio patrimonio scientifico e l'iniziativa dei sei Lions Club di Ferrara, che si sono riuniti e adoperati nella ricerca dei fondi necessari.

Dal maggio 2009 la Collezione è conservata nella "Sala Instrumentaria delle Scienze Fisiche" presso il Dipartimento di

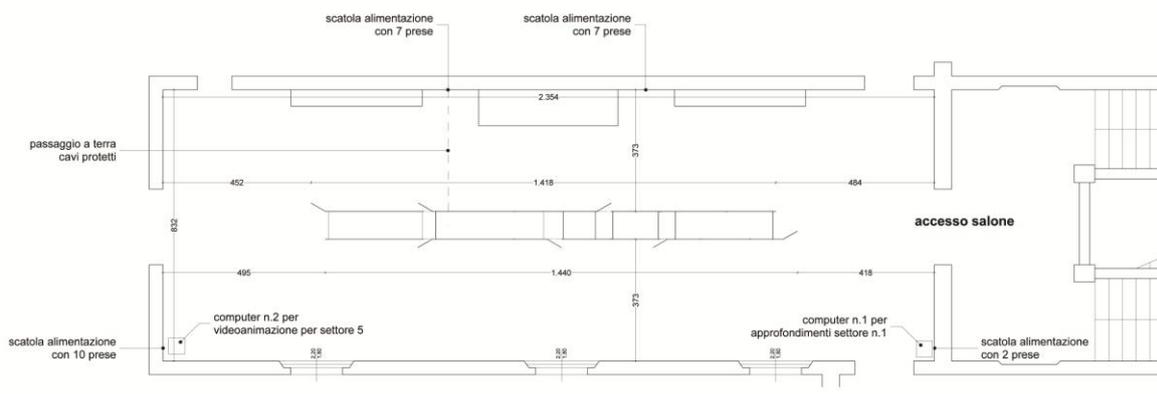
Fisica. In cui parte di questi strumenti sono disposti in un percorso di visita (<http://cisfis.unife.it/index.html>).



**Fig.1.** Trentatré oggetti, contenuti in un parallelepipedo trasparente, "fluttuano" nell'aria.



**Fig. 2.** Pianta intermedia della struttura espositiva con indicati i settori tematici.



**Fig. 3.** Pianta del Salone dei Passi Perduti con collocazione della struttura espositiva.



**Fig. 4.** Ripiani trasparenti a diverse altezze su cui poggiano gli apparati scientifici.



**Fig. 7.** Il "tunnel espositivo" autoportante e modulare.



**Fig. 5.** La struttura espositiva in PMMA.



**Fig. 8.** L'involucro trasparente come supporto delle didascalie in PVC bianco, applicate direttamente sulla superficie esterna del parallelepipedo trasparente.



**Fig. 6.** L'effetto di trasparenza determina la transizione dallo spazio dell'osservatore agli oggetti.

## **Casa Museo Giacomo Matteotti a Fratta Polesine (Rovigo) Una casa che diventa luogo della memoria**

Alessandro MASSARENTE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara, TekneHub  
e-mail: [alessandro.massarente@unife.it](mailto:alessandro.massarente@unife.it)

---

### **Riassunto**

La casa dove visse Giacomo Matteotti e la sua famiglia è stata oggetto dal 2006 di un intervento di restauro volto a preservarne i valori di documento storico legato all'opera del martire antifascista. L'autore ha curato il progetto museografico alla base dei successivi interventi di restauro, ultimati nel 2009, al cui lavoro interdisciplinare lo stesso autore ha partecipato in qualità di consulente responsabile del coordinamento progettuale.

La Casa Museo Giacomo Matteotti si basa su un programma messo a punto dal Comune di Fratta Polesine con il contributo di un Comitato scientifico, formato da docenti universitari e da esperti di storia locale.

La necessità di prevedere spazi per esposizioni temporanee al piano secondo e la scelta di far attraversare ai visitatori il parco per accedere al nuovo atrio di ingresso alla Casa Museo, ha donato un senso nuovo agli spazi esterni, che possono essere considerati parte integrante, insieme agli spazi domestici, di questo luogo della memoria.

**Parole chiave:** casa museo, progetto museografico, restauro, visitatori e utenti.

### **Abstract**

Giacomo Matteotti family House in Fratta Polesine was involved since 2006 by a restoration project aimed to preserve the historical values linked to the life of the famous political martyr. The author developed the museographic project on which were based the following steps of the restoration project, that was completely realized in 2009, through an interdisciplinary work to which the author participated as consultant for scientific survey and coordination activities.

Giacomo Matteotti House Museum's programme was promoted by Fratta Polesine Municipality and developed through the contribution of a Scientific Committee, composed by professors coming from Italian Universities and local historians.

The need to define temporary exhibition spaces on the third level of the House Museum and the possibility for the visitors to walk into the garden reaching the new atrium, bring to a new sense of external spaces, that are considered as an important part of this place of memory.

**Key words:** house museum, museographic project, restoration, visitors and users.

---

### **Introduzione**

Il valore storico assegnato all'edificio, in quanto casa di Giacomo Matteotti, è stato assunto nel progetto museografico quale principio, da un lato per il restauro dell'edificio stesso affinché potessero rimanere leggibili i caratteri dell'epoca, attraverso materiali e arredi, dall'altro affinché la casa del martire antifascista potesse diventare

luogo della memoria e della trasmissione alle nuove generazioni del ricordo degli eventi e delle lotte politiche e sociali che segnarono la sua vita. Un altro motivo era legato all'adempimento dei desideri degli eredi che espressamente e singolarmente donarono all'Accademia dei Concordi di Rovigo "tutti i beni immobili e mobili siti in Fratta Polesine, a condizione che l'istituto destini a finalità culturali legate alla

memoria di mio padre i fabbricati con l'ulteriore onere modale di conservare la destinazione a parco dello scoperto”.

### I caratteri architettonici dell'edificio

Villa Matteotti fu edificata probabilmente tra la fine dell'Ottocento e i primi anni del Novecento: non mostra i tratti degli edifici rustici dei fabbricati rurali, ma evidenzia le

caratteristiche di una villa di campagna, evidenti nell'organizzazione tripartita degli ambienti costituita dal salone centrale, dalle stanze ubicate nelle ali laterali, dal vano scala collocato in un ambito tra le stanze di una delle ali (Fig. 1). La stessa villa è il risultato di successivi ampliamenti realizzati su corpi di fabbrica preesistenti, come emerge da un'analisi storico-critica svolta in occasione del progetto di restauro.



**Fig.1.** Pianta piano primo della Casa Matteotti, rilievo dello stato precedente agli interventi di restauro.



**Fig.2.** La Casa Matteotti vista dall'ingresso preesistente a nord, nello stato precedente ai lavori di restauro

### Il giardino

Il giardino è situato di fronte al prospetto sud della casa ed è racchiuso fra il Canale Scortico e la via di accesso. Su un'estensione di circa 2.000 mq, è intensamente popolato di numerose specie arboree, che nella parte a ovest sono per lo più autoctone.

A est le essenze arboree, per lo più alloctone, testimoniano della scelta della proprietà di raccogliere e impiantare in questo luogo nuovi tipi di vegetazioni, forse memoria di viaggi o di luoghi cari, o forse memoria delle origini della famiglia Matteotti, che attorno al 1850 si trasferisce a Fratta Polesine dal Comune di Comasine, nella Val di Peio in Provincia di Trento (Griguolo, 1996).

### Le linee guida del progetto museografico

Secondo le più consolidate esperienze museali a livello nazionale e internazionale, è raccomandabile che un museo si articoli in spazi di esposizione permanente e spazi per attività espositive temporanee.

Nel caso specifico, la Casa Museo Giacomo Matteotti è già di per sé, programmaticamente, uno spazio espositivo di carattere permanente, atto a illustrare i caratteri della casa di Matteotti, ricostruendone per quanto possibile gli spazi attraverso gli arredi e gli oggetti originali.

Rimanendo come si presentava prima dell'intervento di restauro (Fig. 2), questa Casa Museo sarebbe però priva di interesse per i visitatori che legittimamente vorrebbero, attraverso la visita al parco e alla casa di Fratta Polesine, comprendere la figura di Giacomo Matteotti, nella sua dimensione amministrativa, politica e sociale. Una richiesta legittima, visto che i potenziali utenti di questa Casa Museo potranno essere diversi e con diverse esigenze e interessi.

### Visitatori e utenti

In primo luogo potenziali utenti della Casa Museo saranno alunni e studenti delle scuole primarie, medie e superiori, ma non è da escludere che la struttura possa attrarre visitatori di provenienza universitaria, nell'ambito di corsi di laurea triennali o specialistici.

Non meno variegata e composita appare l'articolazione degli interessi di visitatori organizzati in comitive durante un itinerario di visita ai beni culturali e architettonici di Fratta Polesine, tra cui la Villa Badoer di Andrea Palladio, i quali, anche se meno motivati da interessi specifici verso la figura di Matteotti, proprio per questo possono essere più interessati a coglierne aspetti meno immediati e legati a memorie non necessariamente veicolate da oggetti originali, ma da riproduzioni, con didascalie di immediata e agile lettura.

Una terza non meno importante categoria di utenti potrebbe essere rappresentata, se la Casa Museo sarà in grado di offrire servizi adeguati, da quegli studiosi e ricercatori che, volendo approfondire la propria conoscenza della figura di Matteotti, intendano conoscere il contesto in cui la sua prima attività amministrativa e politica si è svolta, non solo attraverso la visita dei luoghi, ma anche tramite la consultazione di documenti originali, libri, riviste, articoli, documenti custoditi nella Casa Museo e che la stessa potrebbe ospitare tramite accordi di collaborazione con Archivi, Fondazioni, Istituti e Musei di livello nazionale e internazionale.

In altre parole, se la Casa Museo non potrà prescindere da ineludibili finalità didattiche, non dovrà ignorare le esigenze legate a questi tipi diversi di utenti, che si esprimono nella necessità di spazi dedicati, dove sia possibile svolgere attività diversificate, spesso integrate tra loro.

### **Alcune possibili modalità espositive**

In alcuni di questi spazi sarà indispensabile ricorrere all'esposizione di originali (oggetti e arredi), ai fini della ricostruzione della memoria dei luoghi, in altri sarà probabilmente opportuno affidare un ruolo preminente all'esposizione di supporti comunicativi non originali, ad esempio pannelli informativi e media audiovisivi, in grado di restituire nella sua complessità la figura di Giacomo Matteotti, di cui sono disponibili testimonianze diverse e su diversi supporti, senza

per questo rinunciare all'utilizzo di alcuni degli arredi originali.

Sarà necessario inoltre prevedere l'utilizzo di strumenti interattivi, particolarmente utili per l'utenza in età scolare e non solo, in grado di permettere percorsi differenti di approfondimento, e di diverso livello, tramite postazioni informatiche e interattive.

Da ultimo, la possibilità non solo di consultare libri e riviste in originale precedentemente custoditi nella Casa Museo (circa 500 esemplari) o nella vicina Biblioteca comunale, ma anche di consultare liberamente (a scaffale aperto) libri e pubblicazioni più recenti e ancora in commercio dedicate alla figura di Matteotti (ad esempio: Casanova, 1974; Parini, 1988; Quaranta, 1993), sembra costituire il modo più appropriato per tramandarne, insieme alla casa e ai luoghi in cui visse e operò, il ricordo.

### **Articolazione delle attività, dei percorsi e degli spazi**

Il progetto museografico si è quindi basato sulla consapevolezza della necessità di organizzare l'articolazione degli spazi della Casa Museo in relazione alle diverse attività legate ai potenziali utenti precedentemente descritti.

In ragione di questa scelta, si sono individuati nei tre livelli principali della Casa Museo tre modalità d'uso differenti degli spazi: al piano terra di ingresso, un livello flessibile di accoglienza (Fig. 3) che mantiene la presenza dei principali spazi domestici (cucina, pranzo, studio); al piano primo, un livello nel quale viene ricostruita, basandosi sulle diverse fonti a disposizione, la fisionomia delle camere da letto, attraverso l'appropriata collocazione dei mobili e degli oggetti d'arredo originali; al piano secondo, un livello nel quale può essere ospitata una mostra permanente, possono essere custoditi, in appositi scaffali ed espositori, libri e pubblicazioni in originale presenti nella Casa Museo, e dove è possibile accedere a diversi media comunicativi in maniera libera e interattiva, in uno spazio attrezzato.



**Fig.3.** Pianta piano terra della Casa Museo, schema funzionale di progetto delle attività e dei percorsi: in ocre gli spazi espositivi permanenti, in verde gli spazi e i servizi espositivi temporanei, in azzurro gli spazi di servizio

Il progetto prevede che i visitatori possano accedere alla Casa Museo a piedi da sud, attraversando nella sua estensione il parco, che diventa, per le ragioni suesposte, parte integrante del percorso di ingresso, che avviene utilizzando un portico, precedentemente svincolato dal resto del piano terra, ma perfettamente orientato ad accogliere il flusso di visitatori proveniente dal parco attraverso il percorso pedonale, che si inserisce in un generale ridisegno delle pavimentazioni esterne, valorizzato da un nuovo impianto di illuminazione (Fig. 4).

In questo nuovo atrio di ingresso, caratterizzato da serramenti in vetro satinato che riproducono l'immagine del volto di Matteotti, potranno essere esposti pannelli informativi sulla Casa Museo e sarà possibile accedere ai servizi, agli spazi espositivi al piano terra e, tramite un nuovo ascensore e la scala originaria, ai livelli superiori.

La necessità di inserire un nuovo ascensore e una scala esterna di sicurezza, per adeguare normativamente l'edificio al suddetto programma, ha comportato un impegnativo lavoro di definizione formale (Fig. 7) di un'addizione da inserire sul lato ovest della Casa Museo, che potesse inglobare in un unico involucro la scala, l'ascensore e alcuni apparati impiantistici (Fig. 5).

### Le fasi di attuazione

La realizzazione della Casa Museo è stata resa possibile dalla Legge n.255/2004, che ha



**Fig.4.** Gli spazi esterni alla Casa Museo, il percorso verso il canale e il nuovo involucro della scala e dell'ascensore dopo gli interventi di restauro

assegnato il principale contributo al Comune di Fratta Polesine per il restauro e la manutenzione straordinaria della casa e del parco annesso, oltre che dal D.M. 07.10.2004, che ha reso disponibile un ulteriore contributo, a favore dell'Accademia dei Concordi.

Tra il Comune di Fratta Polesine, a cui la Legge n.255 affida il coordinamento degli interventi, anche in collaborazione con istituzioni culturali e altri soggetti pubblici e privati, e l'Accademia dei Concordi, viene sottoscritta nel 2005 una convenzione che ha regolato le modalità di intervento in collaborazione per l'utilizzo dei suddetti contributi, tramite l'elaborazione di un progetto comune e la realizzazione di tutte le opere necessarie alla fruizione della Casa Museo, oltre all'allestimento che è stato oggetto di una successiva convenzione.

Il progetto preliminare, approvato nel 2006 dai due enti, viene sottoposto nello stesso anno alla valutazione di un Comitato Scientifico (Caretti, 1993), precedentemente nominato e costituito da alcuni docenti universitari, esperti di storia locale e rappresentanti ministeriali (Prof. Stefano Caretti, prof. Mario Cavriani, prof. Primo Griguolo, prof. Luigi Davide Mantovani, prof. Mario Quaranta, Prof. Gianpaolo Romanato, Avv. Fulvia Beatrice, Prof. Maurizio Degl'Innocenti) con i quali è iniziato un confronto che ha portato ad alcune osservazioni e proposte che sono state successivamente rielaborate nel progetto definitivo, approvato dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e

per il Paesaggio e dalla Soprintendenza per il Patrimonio storico, artistico ed

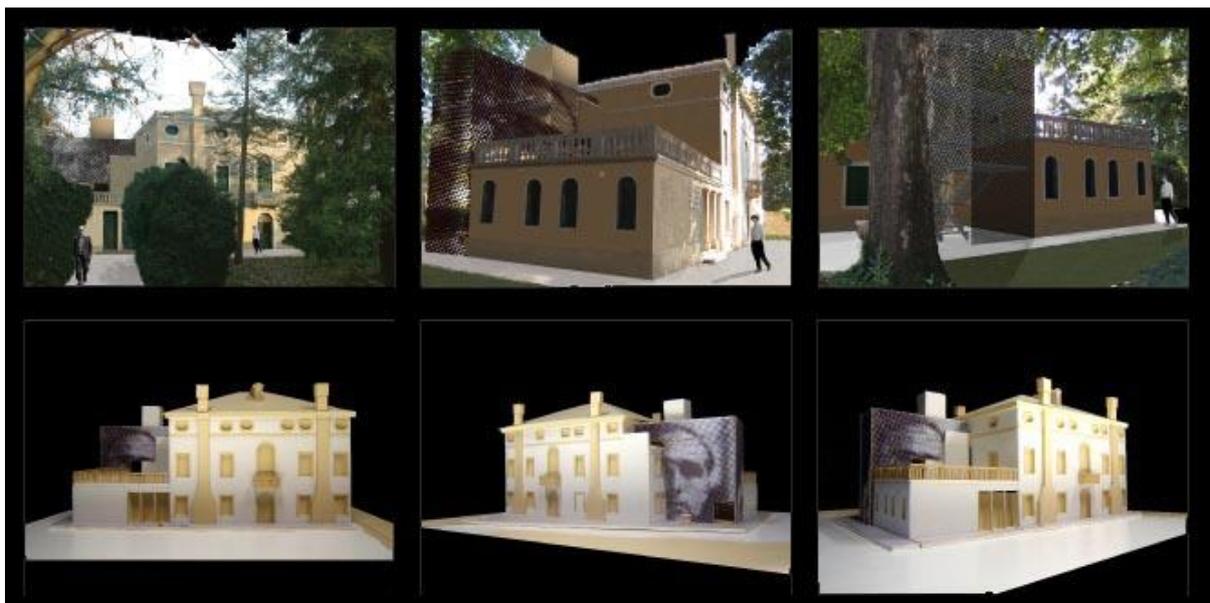
etnoantropologico, entrambe con sede a Verona.



**Fig.5.** Prove di addizione; visualizzazioni tridimensionali. Foglie: rivestimento in lamiera elettrocolorata applicata su rete metallica.



**Fig.6.** Planimetria generale della Casa Museo e del suo parco.



**Fig.7.** Prove di addizione: ipotesi di progetto per l'involucro della scala e dell'ascensore; modelli e visualizzazioni tridimensionali. Il volto: rivestimento in lamiera metallica forata a taglio numerico.

Il progetto esecutivo ha quindi portato alla realizzazione dell'intervento di restauro, che si è concluso con l'inaugurazione della Casa Museo nel 2010. L'allestimento della Casa Museo, che si è recentemente concluso, verrà presentato nel corso del 2012.



**Fig.8.** La Casa Museo dalla strada di accesso oltre il muro di cinta e il parco dopo gli interventi di restauro.

#### **Bibliografia**

Caretti, S., 1993: Il riformismo di Giacomo Matteotti. *Giacomo Matteotti. La vita per la democrazia*. Minelliana, Rovigo, 113-127.

Casanova, A., 1974: *Matteotti. Una vita per il socialismo*. Bompiani, Milano, 267 pp.

De Poli, A., Piccinelli, M., Poggi, N., 2006: *Dalla casa-atelier al museo. La valorizzazione museografica dei luoghi dell'artista e del collezionista*. Lybra Immagine, Milano, 208 pp.

Granati, G., Isinelli, A., Contegiacomo, L., Pompeo, A., (a cura di), 2004: *Giacomo Matteotti mostra storico documentaria*. Catalogo della mostra, Roma-Rovigo, giugno-ottobre 2004, Eredi Bardi Azienda grafica Tipografia del Senato, Roma, 61 pp.

Griguolo, P., 1996: Cenni sulle origini della famiglia Matteotti. *Giacomo Matteotti 1885-1924*. Archivio per la storia, Verona, 1-3.

Parini, A., 1998: *La vita di Giacomo Matteotti. Manoscritto inedito conservato presso il Centro studi Piero Gobetti di Torino*. Scavino M. e Zaghi V. (a cura di), Rovigo, Minelliana, 267 pp.

Quaranta, M., (a cura di), 1993: *Giacomo Matteotti. La vita per la democrazia*. Atti del Convegno di Studi Storici, Rovigo, settembre 1990, Minelliana, Rovigo, 113-127.

Roggero, M. F., 1999: *Il museo dal taccuino dell'esperienza*. Editori Riuniti, Roma, 95 pp.

Decreto del Ministero per i Beni e le Attività culturali 07.10.2004, attuativo del Decreto legge 22.03.2004 n.72, convertito con modificazioni della L. 21.05.2004 n.128.

Legge 5 ottobre 2004 n.255 "Disposizioni per la commemorazione di Giacomo Matteotti e per la tutela della sua casa natale a Fratta Polesine".

## Via Annia: esperienze di comunicazione visiva nei paesaggi archeologici tra Adria e Aquileia

Alessandro MASSARENTE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara, TekneHub.  
e-mail: alessandro.massarente@unife.it

---

### Riassunto

Viene presentato il “Progetto Via Annia”, volto alla valorizzazione di un’antica strada romana che attraversava le regioni nord-orientali della penisola. Quando nel II secolo a.C. ebbe inizio l’espansione di Roma nell’Italia settentrionale, per volontà di un magistrato appartenente alla gens Annia venne steso il tracciato denominato Via Annia, collegamento tra un caposaldo meridionale e Aquileia, passando per Padova, Altino e Concordia. Il progetto di valorizzazione, tra il 2007 e il 2010, ha coinvolto strutture universitarie e altri soggetti istituzionali, attraverso lo svolgimento di diverse attività: la realizzazione di allestimenti espositivi dedicati alla Via Annia e ai reperti rinvenuti, nell’ambito dei musei archeologici del territorio, due convegni, la collocazione di un apparato di segnali e pannelli didattico informativi in grado di guidare i visitatori fino ai siti archeologici lungo la Via Annia, una guida turistica e una mappa della segnaletica territoriale (Fig. 8).

**Parole chiave:** paesaggi archeologici, comunicazione visiva, segnaletica turistica territoriale, pannello didattico informativo.

### Abstract

This text is dedicated to a project of valorization of the Via Annia, a Roman road infrastructure in the north-east of Italy. The Roman expansion into Northern Italy began in the 2nd century BC. It was then, by order of a magistrate belonging to the gens Annia, that the name of Via Annia was given to the road. It provided a connecting route between Aquileia and a more southerly location — thought to be either Adria or Bologna — passing through Concordia, Altino and Padua, across land that was rich in water resources. The project of valorization, developed between 2007 and 2010, involved research departments of some universities and other institutions, through the realization of specific exhibition spaces dedicated to Via Annia inside the archaeological museums in the territory, two scientific congresses, a system of panels for visitors located near each archaeological site, a guide book, a map guide of the territory and other related events.

**Key words:** archaeological landscapes, visual communication, tourist road sign, didactic information panels.

---

### Introduzione

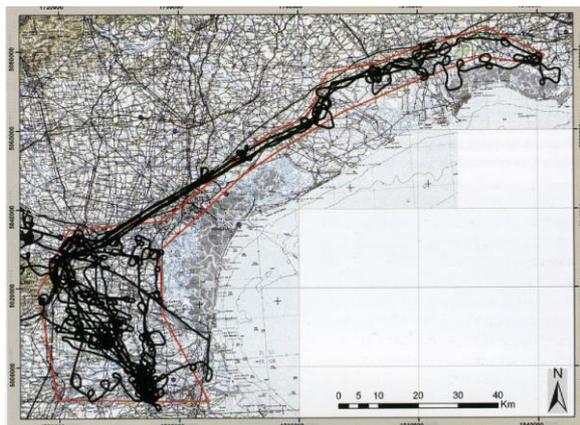
Nell’ambito del più generale progetto di valorizzazione della Via Annia, questo testo intende dare conto del progetto per la realizzazione di una segnaletica turistica territoriale relativa ai paesaggi archeologici legati all’antico tracciato romano che si snoda per circa 200 km nei territori delle Regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia, attraversando le cinque province di Rovigo, Padova, Venezia, Treviso e Udine.

Il progetto, promosso nel 2009 da Comune di Padova, Provincia di Rovigo e Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Veneto – Ministero per i Beni e le Attività Culturali, è stato finanziato da ARCUS S.p.A., Regione del Veneto e Comune di Padova, e diretto da un Comitato Scientifico costituito dai responsabili delle Soprintendenze archeologiche coinvolte, coordinato da Francesca Veronese, curatrice dei due volumi degli Atti delle giornate di studio dedicate al “Progetto Via

Annia”(Veronese, 2009; 2011). Compito del Comitato scientifico è stato quello di approvare i pannelli didattico informativi (totem), individuare i siti dove collocarli, fornire il materiale cartografico, fotografico, nonché i testi descrittivi, per la redazione dei pannelli stessi.



**Fig.1.** Cartografia di localizzazione dei 32 siti lungo la Via Annia.



**Fig.2.** L'area di indagine relativa alla Via Annia svolta tramite ricognizioni aeree: delimitazione con linea rossa dell'area, estesa per circa 2200 kmq, in nero sono indicati i tracklog dei voli effettuati e rilevati tramite GPS (da Mozzi & Ninfo, 2009).

L'autore ha svolto un'attività di consulenza scientifica per l'analisi dei siti storici archeologici e di coordinamento nell'ambito del progetto di comunicazione visiva per la realizzazione della segnaletica territoriale.

### La definizione dell'itinerario

Il duplice obiettivo del progetto ha riguardato in primo luogo la necessità di far percepire ai potenziali visitatori la possibilità di godere di un itinerario di visitazione

complessivo, e in secondo luogo la possibilità di raggiungere dei siti, dove pannelli didattico-informativi consentissero di approfondire la conoscenza del singolo luogo e far percepire l'importanza del prolungamento del percorso di visitazione verso altri siti.

Nella predisposizione della segnaletica (cartelli di direzione e pannelli informativi) si è tenuto conto della precedente esperienza sviluppata nella realizzazione di progetti inerenti il "Piano per la segnaletica turistica nei Comuni della Sinistra Po e Destra Adige della Provincia di Rovigo".

Per quanto possibile, nel progetto si è tenuto conto anche di quanto prescritto nel "Manuale d'uso del marchio Turismo Veneto" e per il Friuli Venezia Giulia le indicazioni fornite dal "Friuli Venezia Giulia Turismo".

Il visitatore, mediante l'utilizzo di una guida cartacea, realizzata nell'ambito del "Progetto Via Annia" dal Touring Club Italiano (Ardito & Russo, 2010), potrà essere già a conoscenza dell'itinerario di visitazione dell'antico tracciato della Via Annia che, partendo da Aquileia (Fig. 1), segue la SS 352 da Aquileia fino a Cervignano del Friuli, la SS 14 da Cervignano del Friuli fino al Calvalcavia di S. Giuliano a Mestre, quindi la SR 11 dal Calvalcavia di S. Giuliano fino a Padova. L'itinerario si sviluppa all'interno della città di Padova e quindi prosegue seguendo la SP 92 da Padova fino all'imbocco della SP 14 in prossimità di Conselve, quindi la SP 3 da Arre fino ad Agna e, proseguendo per la SP 5 e passando per Cona, raggiunge la SR 516 fino ad Adria (Fig. 2). All'interno di questo itinerario noto è stata adeguatamente collocata la segnaletica turistica di direzione che conduce ai singoli siti, dove sono collocati i 32 pannelli didattico informativi (totem).

### Alcuni principi di comunicazione visiva adottati: segnali di direzione territoriale

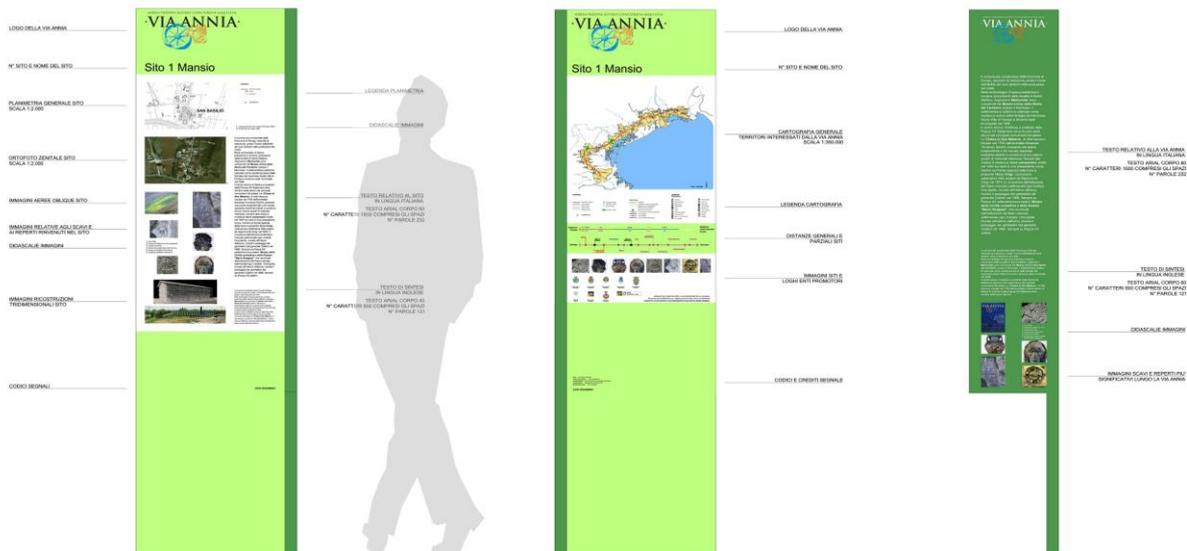
Pensando in modo prioritario a un'utenza che si muove prevalentemente in auto, utilizzando la viabilità esistente, sono stati predisposti 2 tipi di segnali (ambito extraurbano e urbano) con l'obiettivo di informare gli utenti in prossimità delle deviazioni dal percorso predefinito (ovvero le strade statali, provinciali e regionali) per il raggiungimento dei singoli siti. Tutti i segnali di direzione sono stati realizzati su fondo marrone come previsto dal Codice della strada. Quelli di direzione extraurbana (tipo A)

riportano al loro interno il simbolo del sito archeologico, il nome dell'itinerario, il numero del sito a cui conducono e la distanza chilometrica dal sito stesso. I segnali di direzione urbana (tipo B, B1 e B2), contengono le precedenti indicazioni, a eccezione della distanza chilometrica e, a seconda delle prescrizioni degli Enti coinvolti nelle autorizzazioni, riportano il logo dell'itinerario e della Regione Veneto, o della Regione Friuli Venezia Giulia.

### Un pannello come un libro aperto

I pannelli didattico informativi (totem) sono stati posti in prossimità dei siti archeologici più significativi, in ambito pedonale o il più possibile lontano dalla viabilità stradale (Fig. 3).

Il pannello informativo è costituito da un elemento composito verticale riconducibile alla forma di un libro aperto. La sua forma a "elle" presenta un elemento laterale della dimensione di 30 cm ed è sollevato da terra di 60 cm; l'elemento frontale presenta una dimensione di 55 cm (di cui 5 cm costituiti dal supporto in tubolare quadro) con un'altezza totale di 200 cm da terra. Mentre la faccia interna dell'elemento laterale non risulta occupata né da immagini né da testi scritti, la sua faccia esterna, ovvero quella rivolta verso il visitatore, presenta un testo descrittivo relativo all'intero tracciato della Via Annia supportato da immagini, che rimane invariato per tutti i cartelli localizzati nei vari siti. Nella parte superiore trovano sede il logo e la scritta "Via Annia".



**Fig.3.** Vista del pannello didattico informativo (totem) posizionato in ognuno dei 32 siti: da sinistra a destra, lato interno del "libro aperto" con le informazioni sul singolo sito, lato esterno con le informazioni cartografiche relative all'itinerario, pannello laterale esterno del "libro aperto" con un testo italiano/inglese relativo all'itinerario.

La parte esterna dell'elemento frontale presenta delle informazioni di carattere generale sull'intero tracciato e sui collegamenti tra i diversi siti ed è organizzata in cinque ambiti specifici. Nello spazio superiore è indicato il logo e la scritta "Via Annia", con il nome e il numero del sito dove è prevista la localizzazione del relativo segnale. Nello spazio sottostante è presente una mappa cartografica territoriale, in scala 1:350.000 con relativa legenda, dove sono indicati, oltre al tracciato della Via Annia, i confini regionali, provinciali e comunali,

l'idrografia principale, i capoluoghi di regione, di provincia e i centri comunali con i loro ambiti di centro storico. E' inoltre segnalata la posizione del relativo sito rispetto all'intero percorso e le posizioni di tutti gli altri siti.

Al di sotto della mappa cartografica un diagramma offre le informazioni chilometriche sintetiche sull'intero percorso, mentre un altro diagramma localizza i centri abitati e altri siti del tracciato della Via Annia ubicati in prossimità del sito localizzato. La parte sottostante è riservata ai promotori dell'iniziativa rappresentati anche dal

rispettivo logo e in quest'ambito, oltre al nome del progetto, sono state collocate alcune immagini significative dei siti che caratterizzano il tracciato. La parte inferiore riporta il codice identificativo del singolo cartello e i crediti riferiti alle immagini contenute nello specifico cartello (Fig. 4).



**Fig.4.** Dall'alto, in senso orario: il Museo Archeologico di Altino, il lapidario e l'area archeologica esterna; i resti del Ponte romano a Ceggia; planimetria di localizzazione del totem a Ceggia; immagine aerea con tracce di antiche parcellizzazioni agrarie a sud di Ceggia (da Mozzi & Ninfo, 2009).

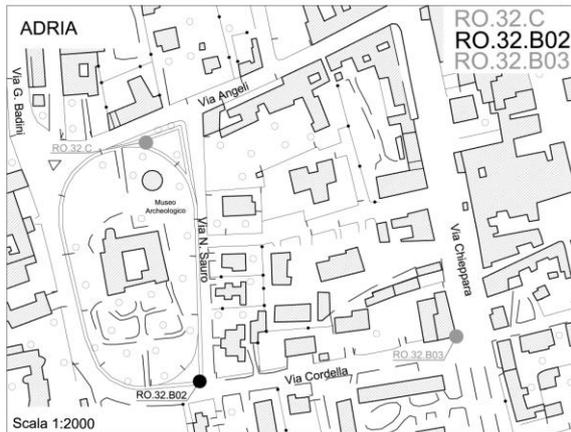
La parte interna dell'elemento frontale presenta un ambito superiore dove viene riportato il logo, la scritta "Via Annia" e il numero del sito; nello stesso ambito viene riportato il nome del Comune dove è ubicato il totem e il titolo del sito dove è evidenziato il tema trattato. Nella parte centrale di questa parte del cartello viene riservato uno spazio per la presentazione dello specifico sito individuato dal rispettivo cartello. Nella parte superiore di quest'ambito è inserita una planimetria del sito alla scala 1:2000, su base CTR Carta Tecnica Regionale, e un'ortofoto a colori alla scala 1:5000, con la segnalazione dell'esatta ubicazione del totem. La parte sottostante è riservata alla presentazione e alla descrizione del sito con l'inserimento di immagini costituite da foto zenitali e/o oblique, foto degli scavi e dei reperti, disegni, rilievi. Nella parte a destra, organizzato a colonna, è stato inserito un testo descrittivo del sito e degli scavi, una breve sintesi in lingua inglese e le didascalie dei materiali e documenti pubblicati (Fig. 5).



**Fig.5.** Il pannello didattico informativo (totem) nei pressi dell'ingresso all'area archeologica del Ponte romano a Ceggia.

### Procedure e fasi di attuazione

Particolarmente complesso è stato l'iter di approvazione dei segnali e dei pannelli didattico informativi realizzati nell'ambito del progetto. L'iter progettuale è stato avviato nella primavera del 2009 con uno studio di prefattibilità, finalizzato alla definizione del *concept* del pannello didattico informativo (totem) da sottoporre all'approvazione del Comitato scientifico, a cui ha fatto seguito il progetto definitivo, ultimato nel settembre 2009, con il quale sono state raccolte le relative autorizzazioni. Nei mesi successivi la coordinatrice del Comitato scientifico ha comunicato l'elenco definitivo dei 32 siti dove localizzare i pannelli. I sopralluoghi successivamente effettuati hanno portato alla definizione delle schede di localizzazione (Fig. 6) dei singoli totem e alle schede di localizzazione dei relativi segnali di indicazione per il loro raggiungimento.



**Fig.6.** Scheda di localizzazione di un segnale turistico di direzione urbana, su impianto esistente, nei pressi del Museo Archeologico di Adria.

Complessivamente sono state acquisite 321 autorizzazioni relative all'installazione di 109 segnali di cui 32 pannelli didattico informativi (Fig.7).

I procedimenti autorizzativi erano di competenza dei 26 comuni coinvolti nel progetto (Cervignano del Friuli, San Giorgio di Nogaro, Palazzolo dello Stella, Fossalza di Portogruaro, Portogruaro, Ceggia, San Donà di Piave, Musile di Piave, Meolo, Roncade, Venezia, Dolo, Padova, Agna, Cona, Aquileia, Torviscosa, Latisana, Concordia Sagittaria, Quarto d'Altino, Vigonza, Maserà di Padova, Conselve, Cavarzere, Adria, Arre), oltre che degli Enti preposti per il rilascio di specifiche autorizzazioni (Province di Rovigo, Venezia, Treviso, Padova, Udine, Anas, Veneto Strade, Friuli Strade, Genio Civile sezione di Venezia e di Padova, Consorzio di Bonifica Veneto Orientale, Polesine Adige e Canalbianco, Dese Sile, Basso Piave, Ente Parco Sile, Soprintendenze, Curia).

La difficoltà di acquisire le singole autorizzazione da parte dei Comuni e degli Enti,

ha costretto l'Amministrazione provinciale di Rovigo ad indire una Conferenza dei servizi ai sensi dell'art.14, comma 1 della L. n. 241/1990 nel marzo 2010 e una seconda Conferenza dei servizi decisoria in aprile 2010. A seguito di questa seconda Conferenza dei servizi si sono acquisiti i pareri autorizzativi mancanti e pertanto si è potuto programmare l'ultimazione della progettazione esecutiva.



**Fig.7.** Fotomontaggio del pannello didattico informativo (totem) collocato nel giardino pubblico nei pressi del Museo Archeologico di Adria.



**Fig.8.** Fronte esterno del pieghevole Tracciato dell'antica strada romana denominata "Via Annia". Guida alla cartellonistica, 2011.

## Bibliografia

- Ardito, F., Russo, N., 2010: *Via Annia. Da Adria ad Aquileia*. Collana Itinerari Touring Club Italiano. Touring Editore, Milanofiori, 144 pp.
- Mozzi, P., Ninfo, A., La fotografia aerea obliqua per l'analisi geoarcheologica del territorio della Via Annia, in: Veronese, F. (a cura di), 2009: *Via Annia. Adria, Padova, Altino, Concordia, Aquileia. Progetto di recupero e valorizzazione di un'antica strada romana*. Atti della Giornata di Studi, Padova, giugno 2008. Il Poligrafo, Padova, 103-120.
- Veronese, F. (a cura di), 2009: *Via Annia. Adria, Padova, Altino, Concordia, Aquileia. Progetto di recupero e valorizzazione di un'antica strada romana*. Atti della Giornata di Studi, Padova, giugno 2008. Il Poligrafo, Padova, 252 pp.

Veronese, F. (a cura di), 2011: *Via Annia II. Adria, Padova, Altino, Concordia, Aquileia. Progetto di recupero e valorizzazione di un'antica strada*

*romana*. Atti della Giornata di Studi, Padova, giugno 2010. Il Poligrafo, Padova, 324 pp.

## Architettura tra conservazione e innovazione Il processo *design for all* e la rivalorizzazione dell'architettura

Giuseppe MINCOLELLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Architettura, Università degli studi di Ferrara, TekneHub. e-mail: giuseppe.mincolelli@unife.it

---

### Riassunto

L'articolo descrive le motivazioni che hanno condotto all'organizzazione, a Ferrara, di un convegno internazionale sull'applicabilità del metodo Design For All alla tematica del rapporto tra innovazione e conservazione in architettura, con specifico riferimento agli edifici di valore storico o culturale. Il tema dell'inclusività e della sua applicabilità al costruito artistico, storicizzato o di valore documentale viene affrontato sia attraverso interventi che illustrano metodologie e principi teorici, sia tramite l'illustrazione di best practices. L'articolo illustra, a titolo di esempio, l'intervento di Finn Petren, presidente di EIDD, relativo al progetto "Dignified Entrance".

**Parole chiave:** Design for All, Inclusive design, Cultural heritage, Accessible architecture.

### Abstract

Paper describes the reasons that led to the Ferrara international congress: "Architecture between preservation and innovation", about applicability of Design For All method to the theme of the relationship between innovation and preservation in architecture, with specific reference to buildings of historic or cultural value. The theme of inclusivity and its application to historical context or artistic value buildings will has been developed through speeches that illustrate theoretical principles and methodologies, and through best practices demonstrations, such as the one made by Finn Petren, President of EIDD about the "Dignified Entrance" project.

**Key words:** Design for All, Inclusive design, Patrimonio culturale, Architettura accessibile.

---

Il 16 Maggio 2011 si è tenuto a Ferrara, presso la sede della facoltà di Architettura in Palazzo Tassoni, un convegno internazionale che ha avuto come tema il titolo di questo articolo. Il convegno è nato dalla collaborazione tra DFA Italia, associazione che si propone la divulgazione e promozione del processo Design for All, e la Facoltà di Architettura dell'Università degli studi di Ferrara. Nello specifico chi scrive, responsabile marketing dell'Area 2 del Teknehub, ne è stato responsabile scientifico, insieme a Luigi Bandini Buti, Presidente di DFA Italia. Il convegno si riprometteva di approfondire la tematica del rapporto fra conservazione e innovazione in architettura, partendo da casi reali per proporre l'approccio olistico DfA che vuole che le soluzioni non siano ghezzanti ma rappresentino un vantaggio per tutti.

Conservazione e innovazione sono due concetti che, nella dimensione dell'ecosistema urbano, devono andare di pari passo. Conservazione è necessaria per la salvaguardia del patrimonio storico culturale, nella rilettura della funzionalità delle sue scelte; l'innovazione è necessaria per rendere ambienti e luoghi agibili a tutti eliminando ostacoli, fisici, culturali, percettivi.

L'inclusività è un requisito dei manufatti e degli ambienti di cui si è sviluppata coscienza solo in tempi piuttosto recenti: la fondazione di EIDD, l'"European Institute for design and Disability" data al 1993, e la Dichiarazione di Stoccolma, documento fondamentale per la definizione di Design for All come "il design per la diversità umana, l'inclusione sociale e l'uguaglianza" viene redatta e pubblicata solo nella primavera del 2004.

L'architettura storica, quella di cui è costituito il tessuto di molti centri urbani europei è frutto di una concezione dell'edificato in cui, per secoli, la funzione esclusiva è stata determinante.

L'esclusione è, in natura, la regola di base del processo evolutivo. L'accesso alle risorse in natura non è garantito, tutt'altro. La selezione naturale delle specie esclude dal percorso evolutivo quelle che non abbiano la capacità di accedere alle risorse di un contesto mutato. Le specie in grado di modificare il contesto hanno a loro disposizione un'arma potente per aumentare la disponibilità di risorse. L'uomo, unica tra le specie conosciute, è in grado di fare ipotesi, di prevedere il risultato del proprio intervento sul contesto e di realizzare gli strumenti necessari per operare la modifica più efficace. La storia dell'uomo potrebbe esser vista come un continuo tentativo di migliorare l'accesso alle risorse aumentando l'artificialità del contesto.

Umberto Galimberti fa dipendere l'esistenza stessa della tecnica dalla carenza biologica, istintuale e ambientale dell'uomo. Uomini che in un contesto naturale sarebbero stati destinati a soccombere possono proliferare grazie all'ambiente artificiale creato dai progettisti-produttori. Il contesto mutato artificialmente presenta comunque ostacoli, che determinano a loro volta delle esclusioni, e si presta quindi a nuove modifiche. La disponibilità di risorse aumenta il numero e la complessità degli strumenti realizzabili e, quindi, le opportunità di modifica del contesto. Ogni uomo che, grazie a questi strumenti, veda migliorare la propria capacità di accesso, rappresenta un potenziale fattore migliorativo del contesto per la società cui appartiene.

Il progetto, cioè la capacità di previsione degli effetti di possibili modifiche, si applica ovviamente non solo al contesto nel suo complesso, ma anche agli strumenti ed alle risorse stesse, in modo da renderle più efficaci o fruibili: anche tutti i prodotti del progetto diventano a loro volta cause di esclusione e, quindi, opportunità evolutive. In effetti, a seconda della descrizione che del contesto ci diamo di volta in volta, ogni elemento del contesto, anche l'uomo e le sue produzioni, può essere inteso come risorsa od ostacolo, e dare l'adito ad opportunità progettuali.

L'attribuzione ad un elemento del valore di risorsa od ostacolo non è un processo oggettivo, varia con il variare del contesto, del tempo e della

condizione dell'uomo che la esprime. Quanto più una società è complessa, tanto maggiori saranno le opportunità interpretative..

Gli edifici medievali, rinascimentali e barocchi europei, soprattutto quelli destinati originariamente ad una funzione privata, sono nella gran parte permeati da una logica fortemente esclusiva, sia di ordine funzionale che rappresentativo-comunicativo. Requisiti di difendibilità, controllo, economicità e solidità costruttiva, nonché limiti tecnici e caratteristiche dei sistemi costruttivi hanno contribuito a determinare, nel tempo, spazi ed ambienti intrinsecamente difficili da fruire, oggi, per un gran numero di persone.

La sezione di passaggi, varchi e corridoi, la ripidezza delle scale e delle rampe di accesso, la scarsa luminosità degli ambienti, il ridotto contrasto cromatico degli elementi caratterizzanti degli spazi, sono solo alcuni dei molti punti critici che è facile incontrare nelle architetture storiche europee, e che limitano le possibilità di accesso da parte di utenti anziani, bambini, utenti con disfunzionalità motorie o percettive anche solo temporanee.

La disciplina della conservazione tende a limitare le trasformazioni degli organismi architettonici di valore storico, in vista della tutela del loro valore documentale. D'altro canto l'edificato storico è parte determinante del nostro patrimonio culturale, e ridurre le possibilità di accesso o fruizione di un bene culturale da parte di una fetta rilevante della popolazione è una scelta inaccettabile per una società civile. Il nostro retaggio culturale è parte costituente, quasi codice genetico della nostra identità, e non è possibile limitare od ostacolare nessuno, nel processo di costruzione della propria identità.

Il design for all, o inclusive design, è una pratica progettuale, un modo di intendere la concezione, progettazione, produzione e fruizione di manufatti e servizi intesa a ridurre quanto più possibile la quantità di utenti esclusi dalla loro fruizione. E' un processo che punta a far sì che un manufatto, un ambiente, un servizio siano accessibili ed usabili da quante più persone ragionevolmente possibile, senza il bisogno di adattamenti o speciali modifiche. Accessibilità ed usabilità sono due termini che implicano il fatto che il progetto abbia tenuto in considerazione caratteristiche, necessità, desideri ed esigenze di numerose categorie di utenti e sia stato in grado di fornire una risposta che, entro limiti considerati accettabili, le abbia tutte soddisfatte.

Da notare che un progetto inclusivo è, sempre entro certi limiti, un obiettivo raggiungibile nella maggior parte dei casi mentre, il progetto per tutti (design for all), è un'ambiziosa aspirazione che pone il designer nella condizione del guicciardiniano arciere, di cui non esiste garanzia di realizzazione. Più verosimilmente, l'inclusive design implica l'uso di strumenti metodologici, di analisi, e di progetto che contribuiscono all'allargamento della base d'utenza senza che questo comporti aggravii di costi o l'impovertimento dei contenuti della materia di progetto. Anzi, in linea di principio, un ambiente inclusivo ben concepito, per il cui progetto si siano tenuti in considerazione anche gli aspetti di desiderabilità emotiva e psicologica, grazie alla sua maggiore comprensibilità ed usabilità è naturalmente percepito favorevolmente da chi lo visita.

Nel convegno di cui si tratta sono stati accolti interventi che testimoniassero di pratiche di costruzione, adattamento, allestimento in edifici o contesti storici, condotti nell'ottica di garantire una migliore fruibilità di spazi ed ambienti ed un ampliamento della base di utenza. Lo scopo è stato quello di contribuire ad arricchire il patrimonio documentale di esperienze, metodologie e tecniche relative al progetto inclusivo nell'edificato di valore storico.

In rappresentanza dei molti interventi significativi ricordiamo quello di Finn Petren, allora presidente di EIDD.

Finn Petren illustra il caso di "Dignified Entrance", un progetto promosso dallo Swedish National Property Board, dalla Città di Stoccolma e da Design for All Svezia, condotto su quattro edifici estremamente significativi per valore architettonico ed interesse pubblico, due di proprietà dello Stato e due della Città di Stoccolma.

Per ogni edificio, un architetto ed un designer, applicando la metodologia DFA, si costituiscono come team leaders di un gruppo di lavoro cui partecipano sessanta persone, in rappresentanza di varie categorie di stakeholders, quali manager di edifici, Pubbliche Autorità, curatori di mostre, utenti esperti, etc..

Un comitato di garanti, costituito da rappresentanti degli enti promotori, sorveglia ed assevera il lavoro dei team di progetto.

L'analisi di mercato preliminare mostrò una notevole carenza di prodotti o soluzioni che soddisfacessero sia i requisiti di accessibilità che

i requisiti estetici e di compatibilità con edifici di alto valore culturale.

Attraverso una intensa serie di incontri, intervallati da fasi parziali di lavoro affidate ad ogni singolo componente dei gruppi, che hanno contribuito a creare un forte senso di appartenenza, sono state sviluppate quattro soluzioni originali e specifiche, una per ogni edificio.

Per la Liljevalchs konsthall, una galleria d'arte aperta nel 1916, considerato uno degli edifici storici più importanti di Stoccolma, che aveva visto già fallire diversi tentativi di renderlo accessibile, è stato sviluppato il progetto di una rampa e di un ascensore in cristallo e acciaio in corrispondenza dell'entrata principale. (Fig. 1 & 2).



**Fig.1 & 2.** Dal confronto delle due immagini è possibile verificare quanto sia contenuto l'impatto dell'intervento di installazione di una rampa di accesso e di un elevatore protetto in corrispondenza dell'entrata principale della Liljevalchs konsthall di Stoccolma. La rampa si cela per mimesi dei materiali, mentre l'elevatore contiene il proprio impatto visivo grazie all'uso di cristallo extra trasparente.

Nel caso della Boställshusen on Skeppsholmen, costruita tra la fine del XVII e l'inizio del XVIII secolo come alloggio per le truppe scelte di Re Carlo XII, e convertita in albergo a partire dal 2010, è stato disegnato un modello assolutamente innovativo di piattaforma mobile, sia orizzontalmente che verticalmente. Tratto caratterizzante è quello che in fase di riposo la piattaforma si annida totalmente nel pavimento, di cui ricopia la texture nel proprio rivestimento, scomparendo quasi del tutto alla vista. (Fig. 3 & 4).



**Fig.3 & 4.** Elaborazione del modello digitale mediante ThinkDesign, modello visualizzato in alta qualità.

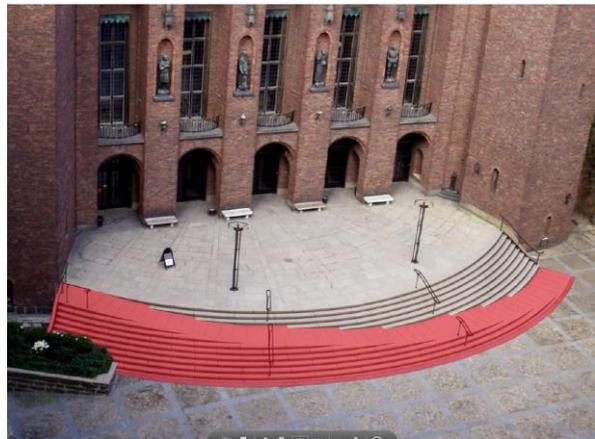
Presso la Folkoperan, il Teatro Popolare dell'Opera di Stoccolma, viene affinato e reso ancora più invisibile il concetto di rampa mobile a scomparsa sviluppato per lo Skeppsholmen (Fig. 5).

L'ultimo progetto presentato è ancora in corso di realizzazione presso il Municipio di Stoccolma, un edificio progettato da Ragnar Östberg tra il 1911 ed il 1923 in stile Romantico Nazionale, ed anche uno degli edifici storici più visitati di Svezia, con circa 300.000 visitatori ogni anno.

Il progetto prevede la realizzazione di una rampa a scivolo integrata, per addizione, nella originale scalinata in pietra che dà accesso all'edificio. Interessante il principio di integrazione estetica che rende al contempo non invasivo e riconoscibile il nuovo manufatto (Fig. 6).



**Fig.5.** Un principio simile è applicato sulla gradinata di accesso alla Folkoperan, il Teatro Popolare dell'Opera di Stoccolma, in cui ogni singolo gradino, completo di rivestimento in pietra, è mobile in modo indipendente. Traslando verticalmente, i gradini costituiscono una pedana elevatrice. In fase di riposo, l'unica differenza, appena percepibile, tra lo stato originale e quello attuale è la fessura perimetrale che circonda i gradini mobili.



**Fig.6.** La rampa a scivolo che si aggiunge alla scalinata originale del Municipio di Stoccolma, rispettandone passo e proporzioni. Ancorchè l'intervento sia molto percepibile, il senso generale dello spazio appare rispettato. E' da notare che la rampa è stata realizzata tramite l'uso di tecnologie reversibili.

Il progetto "Dignified Entrance" si è concluso nel 2011, testimoniando che il processo DFA, se ben condotto, può portare a soluzioni

efficaci anche in contesti delicati e complessi, come gli edifici storici e di alto valore culturale.

Riportiamo in chiusura di questo articolo il testo della conclusione dell'intervento di Finn Petren, per via della sua capacità di riassumere il senso di un progetto inclusivo in un edificio storico, specie se di pubblica funzione.

#### Una Dignified Entrance

- ✓ è una sola entrata principale per tutti;
- ✓ rispetta la dignità dei visitatori, dell'edificio e del contesto;
- ✓ rispetta le qualità architettoniche ed il valore di patrimonio culturale dell'edificio così come i requisiti odierni di funzionalità;
- ✓ richiede la collaborazione tra architetti e designers per raggiungere una soluzione

accuratamente bilanciata che assicuri accessibilità ed usabilità per tutti, spesso in interazione con l'architettura dell'edificio e lo sviluppo di prodotti che con l'edificio si integrino;

- ✓ richiede che tutti gli stakeholders partecipino al processo di progettazione.

#### Bibliografia

- Mincoelli, G., 2008: *Design Accessibile*. Maggioli Editore; pp 204.
- Accolla, A., 2009: *Design for All – Il progetto per l'individuo reale*. Franco Angeli; pp. 228
- Lidmar, K., 1999: Design för alla. Nordiska samarbetsorganet för handikapp-frågor (NSH).pp. 66



## Le Mostre di Palazzo Turchi di Bagno

Marzia BREDA<sup>1</sup>, Roberta PANCALDI<sup>1</sup>, Benedetto SALA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> TekneHub, Dipartimento di Biologia ed Evoluzione, Università degli Studi di Ferrara.  
e-mail: marzia.breda@unife.it

---

### Riassunto

Il personale dell'area 2 del TekneHub afferente al gruppo di paleobiologia di Palazzo Turchi di Bagno (dal 1963 sede del Museo di Paleontologia e Preistoria "Piero Leonardi") dal 2006 utilizza l'ampio salone del piano terra per ospitare mostre temporanee. La tipologia delle mostre è estremamente varia, da quelle di tipo naturalistico (es. Il Cammino degli Elefanti - 2006; C'era una volta il Glaciale - 2007; Mauro Cutrona tra scienza ed arte - 2009; Il meraviglioso e la Scienza - 2010), ad altre di carattere artistico e letterario, legate a paesaggi naturali del Ferrarese o di altre località italiane, a cui il personale ha partecipato in modo vario, talvolta allestendole completamente, altre curando i cataloghi, altre ancora occupandosi della sola parte espositiva insieme agli autori.

**Parole chiave:** TekneHub area 2; Palazzo Turchi di Bagno; mostre temporanee.

### Abstract

Part of the staff of Tekne Hub - area 2 (Equipment, materials and techniques for museography and exhibition design) works in the Palaeobiology group at Palazzo Turchi di Bagno (Ferrara) where the Museum of Palaeontology and Prehistory "Piero Leonardi" is housed. Since 2006, the staff employs the wide ground floor hall to host temporary exhibitions. The typology of the exhibitions is various, ranging from those more strictly naturalistic (e.g. The Elephants journey - 2006; Once upon a time the Ice Age - 2007; Mauro Cutrona, between science and art - 2009; Marvelous and Science - 2010), to those on artistic and literary topics, linked to natural environments of the Ferrara region and of other Italian localities. The staff contributed in various ways to the creation of these exhibitions, taking care of the complete organization of the former group and just editing the catalogues or dealing with the setting together with the authors of the latter group.

**Key words:** TekneHub area 2; Turchi di Bagno Palace (Ferrara); temporary exhibitions

---

### Introduzione

Palazzo Turchi Di Bagno, sede dell'attuale Dipartimento di Biologia ed Evoluzione dell'Università di Ferrara, fu progettato dal celebre architetto Biagio Rossetti nel 1495. Venduto dalla famiglia Turchi di Bagno al Demanio Militare nel 1933, fu gravemente danneggiato dai bombardamenti durante la Seconda Guerra Mondiale e successivamente assegnato all'Università di Ferrara. Nel 1962 l'Orto Botanico fu trasferito nel giardino del palazzo e nel 1964 vi ebbe nuova sede l'Istituto di Geologia.

Nello stesso anno, il Prof. Piero Leonardi, geologo, paleontologo e naturalista, titolare dal

1949 della prima cattedra di geologia dell'Ateneo, fondò a palazzo Turchi di Bagno il Museo di Paleontologia e Preistoria che da lui prende il nome. Museologo e convinto sostenitore del valore delle collezioni ai fini didattici, il prof. Leonardi raccolse una ricca collezione di reperti (parte per raccolta diretta, parte tramite scambi e acquisti). Questo portò in pochi anni alla costituzione di una collezione paleontologica, paleoantropologica e paleontologica di tutto rispetto che già dalla fine degli anni '70 non rimaneva più vincolata alla sola didattica universitaria, ma si apriva al grande pubblico tramite visite guidate.

La sezione espositiva (Fig. 1), ora interamente ospitata nei locali del piano nobile,

occupava originariamente anche parte del piano terra. La necessità di aumentare gli spazi dedicati ad aule e laboratori, dovuta all'aumento degli studenti universitari e del corpo docente, ha portato successivamente ad una serie di ristrutturazioni, per cui delle 4 sezioni di cui è composto il museo, solo quelle di "Paleontologia dei Vertebrati" e di "Preistoria" continuano ad occupare la localizzazione originaria (rispettivamente, il grande salone del piano nobile, e la sala attigua). Le rimanenti due sezioni, "Paleontologia degli Invertebrati" e "Geologia Storica", prima collocate in ampi spazi al piano terra, sono state trasferite in due piccole stanze del piano nobile, adiacenti alla sala dei vertebrati fossili. Per altre informazioni sul Museo di Paleontologia e Preistoria "P. Leonardi" si rimanda al sito di Ateneo (scopri l'Ateneo) alla voce musei ed archivi.



**Fig.1.** Museo di Paleontologia e Preistoria "Piero Leonardi", salone del piano nobile che ospita le esposizioni di Paleontologia dei Vertebrati.

Con il trasferimento, nel 2005, del Dipartimento di Scienze della Terra (precedentemente Istituto di Geologia) al nuovo Polo Scientifico-Tecnologico di Via Saragat, si è liberata tutta l'ala est del palazzo. Questa disponibilità di spazi ha suggerito la possibilità di ampliare nuovamente il Museo Leonardi e di trasferire qui le collezioni museali dell'Università. Quando sarà ristrutturato, il palazzo Turchi Di Bagno ospiterà il meglio delle collezioni del Museo Anatomico Giovanni Tumati (attualmente in Via Fossato di Mortara), parte degli strumenti scientifici del Dipartimento di Fisica, la collezione libraria antica (Fondo antico), e la settecentesca Farmacia Navarra. Inoltre vi sarà una sezione dedicata alla storia di questo antico Ateneo.

L'Area 2 del TekneHub, che si occupa di strumenti, materiali e tecniche per la museografia e l'exhibition design, sta collaborando con il Sistema Museale ed Archivistico (SMA) per ottenere i fondi necessari alla realizzazione di questo grande progetto.

Ma la maggior disponibilità di spazi ha reso possibile un'altra importante innovazione, ovvero la trasformazione dell'ampio salone a piano terra, prima adibito ad aula studio, a spazio espositivo per ospitare mostre temporanee. A partire dal 2006, si sono quindi susseguite esposizioni che hanno visto impegnato personale del Dipartimento ora afferente all'area 2 del TekneHub.

### Le esposizioni di Palazzo Turchi di Bagno

Son state allestite mostre temporanee di varia tipologia, alcune di carattere strettamente scientifico, altre artistico-letterario, spesso legate all'ambito paesaggistico-naturalistico o cittadino.

Dal 2006 sono state approntate ben dodici mostre. Per tutte l'ingresso è stato libero alla cittadinanza come, del resto, lo è lo stesso Museo di Paleontologia e Preistoria. Una lista delle mostre, elencate in ordine cronologico, è presente in appendice, comprensiva anche di due già programmate per quest'anno.

Se per le mostre di tipo artistico-letterario il contributo dei membri del TekneHub è stato limitato all'organizzazione degli spazi espositivi e, talvolta, dei cataloghi, della cartellonistica e/o del materiale divulgativo, per le mostre di carattere più strettamente scientifico l'organizzazione è andata interamente a loro carico. Ed è di queste mostre che si darà qualche dettaglio.



**Fig.2.** Il cammino degli elefanti. L'evoluzione dei proboscideati. Immagine della mostra in allestimento.

Il primo allestimento, "Il cammino degli elefanti. L'evoluzione dei proboscidiati" (Fig. 2), è stato realizzato, a fine 2006, in collaborazione con l'Istituto per i Beni Culturali della Regione Emilia Romagna, la Provincia di Ferrara, il Comune di Bondeno e il Museo Archeologico "Donini" di San Lazzaro di Savena. La mostra ripercorre l'evoluzione dei proboscidiati, di cui gli elefanti sono il taxon più avanzato. Sono stati esposti vari reperti fossili, in originale e in calco, e un plastico dell'albero filogenetico arricchito da ben 17 proboscidiati. Le attrazioni principali dell'esposizione erano uno scheletro compilato di elefante nano del Pleistocene della Sicilia (*Elephas mnaidriensis*), la ricostruzione in pelo di un mammut (*Mammuthus primigenius*) e del più piccolo degli elefanti nani (*Elephas falconeri*), di solo 80 cm al garrese, tutti in grandezza naturale.



Fig.3. *C'era una volta il Glaciale. Settepolesini racconta...* Locandina della mostra.

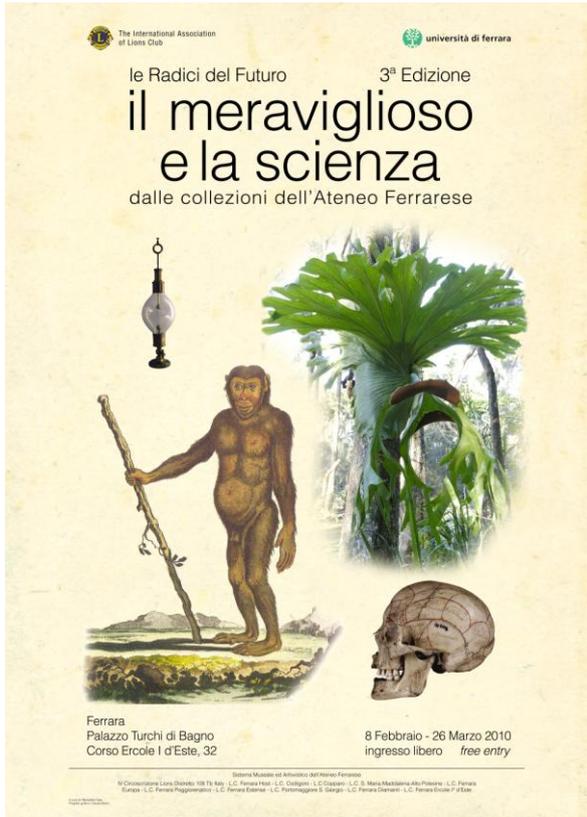
A cavallo tra il 2007 e il 2008, grazie ad un finanziamento del progetto MIUR 2006 (legge 6/2000 - Iniziative per la diffusione della cultura scientifica - Progetti annuali), in collaborazione con il Comune di Bondeno e la Provincia di Ferrara, è stata allestita la mostra "C'era una

volta il Glaciale. Settepolesini racconta..." (Fig. 3). In questa esposizione venivano illustrate le ricerche sul giacimento del Pleistocene Superiore di Settepolesini di Bondeno. Sono state esposte ricostruzioni in grandezza naturale del bisonte delle steppe (*Bison priscus*), del cervo gigante o megacero (*Megaloceros giganteus*), del rinoceronte lanoso (*Coelodonta antiquitatis*) e dell'alce (*Alces alces*), accompagnati da reperti fossili anche di altri animali.

A cavallo tra il 2009 e il 2010 si organizzò la mostra "Mauro Cutrona, tra scienza e arte. Immagini grafico-pittoriche dal 2000 al 2009" (Fig. 4) che vide esposte varie opere di un artista ed illustratore scientifico che, in questi anni, è diventato uno dei grafici e pittori più richiesti nel mondo della museografia naturalistica. Cutrona ha collaborato spesso con docenti di questo Ateneo, per illustrare gli ambienti e gli animali del passato e la vita dell'uomo nella preistoria e nella protostoria. Poiché le opere esposte sono state eseguite principalmente per musei archeologici e naturalistici, l'esposizione è stata possibile grazie a prestiti di queste istituzioni. Hanno quindi collaborato alla riuscita della esibizione ed alla produzione del relativo catalogo, il Museo della Preistoria "Luigi Donini" di S. Lazzaro di Savena (Bologna), il Museo Civico della Val Fiorentina (Belluno), il Museo Tridentino di Scienze Naturali (Trento), il Centro Europeo di Ricerche Preistoriche (Isernia), l'Istituto per i Beni Artistici Culturali e Ambientali della Regione Emilia Romagna, Veneto Agricoltura (Settore Educazione Naturalistica) e l'autore stesso che ha prestato tavole di sua proprietà.



Fig.4. *Mauro Cutrona, tra scienza ed arte. Immagini grafico-pittoriche dal 2000 al 2009.* Copertina del catalogo della mostra.



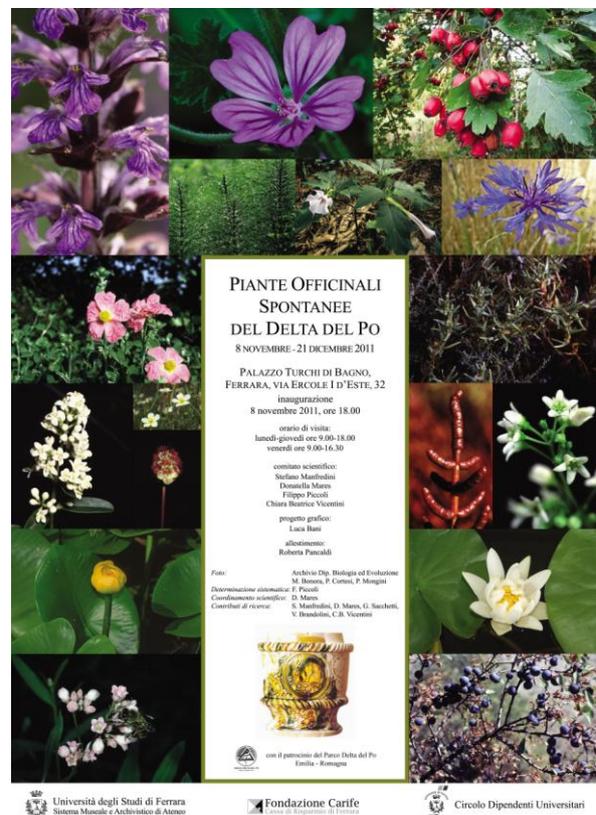
**Fig.5.** *Il meraviglioso e la scienza dalle collezioni dell'Ateneo Ferrarese.* Locandina della mostra.

All'inizio del 2010, è stata allestita una mostra sulle collezioni dell'Università di Ferrara, sponsorizzata da The International Association of Lions Club, dal titolo "Il meraviglioso e la scienza" (Fig. 5). Per suscitare meraviglia sono stati scelti, ad esempio, la macchina elettrostatica di tipo Ramsden (inizio del XIX secolo), due crani umani con le aree frenologiche e uno di un idrocefalo, semi del carrubo (un tempo usati come unità di misura del peso delle pietre preziose o del titolo dell'oro, il carato), due ricostruzioni in pelle di *Australopithecus afarensis* (maschio e femmina), in grandezza naturale e il cranio di *Homo floresiensis*, una antica forma nana, endemica dell'Isola di Flores (Indonesia), scoperta di recente.

"Flora e fauna del delta ferrarese: ricerca e tutela ambientale" è la mostra fotografica organizzata nell'autunno 2010 col Circolo Dipendenti dell'Università degli Studi di Ferrara in collaborazione con l'azienda Verdenora e l'Istituto Delta di Ecologia Applicata.

A fine 2011 è stata allestita un'altra mostra fotografica, "Piante officinali spontanee del delta del Po" (Fig. 6). La realizzazione della mostra, ad opera dei docenti D. Mares, F. Piccoli e C.B.

Vicentini, è avvenuta grazie al contributo dell'Università di Ferrara, della Fondazione Carife e del Circolo Dipendenti Universitari, con il patrocinio del Parco del Delta del Po. Attraverso immagini fotografiche dagli archivi personali di tre ferraresi (M. Bonora, P. Cortesi, M. Marchetti, P. Mongini, F. Piva, M. Vertuani) e dall'archivio della sezione di Botanica dell'Ateneo, la mostra, è stata interamente dedicata al mondo vegetale del Parco. Si sono messe in luce proprietà e caratteristiche di varie piante attraverso la valorizzazione degli usi popolari, che ne tramandano l'impiego come semplici rimedi naturali o ne sconsigliano l'utilizzo a causa della loro elevata tossicità.



**Fig.6.** *Piante officinali spontanee del delta del Po.* Locandina della mostra.

Una mostra non naturalistica che ha suscitato grande interesse di pubblico, cittadino e non, è stata "Giorgio Bassani. Il giardino dei libri" (Fig. 7), della fine del 2010, dove erano esposti originali di sceneggiature di film famosi e altro materiale inedito del noto scrittore ferrarese. Questa esposizione si è attuata in collaborazione con la Fondazione Giorgio Bassani, l'Associazione Arch'è, e il Ministero per i Beni e le Attività Culturali.



**Fig.7.** *Giorgio Bassani. Il giardino dei libri.* Locandina della mostra.

### **Elenco delle esposizioni temporanee di Palazzo Turchi di Bagno**

“Il cammino degli elefanti. L’evoluzione dei proboscidiati”

(29 Settembre-1 Dicembre 2006)

“Arnoldo Ciarrocchi. Acquarelli degli anni sessanta”

(27 Gennaio - 27 Febbraio 2007)

“C’era una volta il glaciale. Settepolesini racconta...”

(7 Dicembre 2007 - 29 Marzo 2008)

“Il mondo di Carolina Marisa Occari. Incisioni dal 1983 al 2002”

(8 Settembre - 27 Novembre 2009)

“Mauro Cutrona, tra scienza ed arte. Immagini grafico-pittoriche dal 2000 al 2009”

(7 Dicembre 2009 - 29 Gennaio 2010)

“Il meraviglioso e la scienza dalle collezioni dell’Ateneo Ferrarese”

(8 Febbraio- 26 Marzo 2010)

“Flora e fauna del delta del Po: ricerca e tutela ambientale”

(6 Settembre - 1 Ottobre 2010)

“Giorgio Bassani. Il giardino dei libri”

(12 Ottobre - 17 Dicembre 2010)

“Teo de Palma. Pagine ferraresi”

(20 Maggio - 7 Luglio 2011)

“All things organics” (Matteo Mezzadri)

(23 Settembre - 28 Ottobre 2011)

“Stàsis” (Alberto Di Cesare) (all’interno del Museo “P. Leonardi”)

(23 Settembre - 28 Ottobre 2011)

“Le piante officinali spontanee del delta del Po”

(8 Novembre - 21 Dicembre 2011, prorogata al 27 Gennaio 2012)

Già programmate per il 2012:

“Oggetti di artigianato artistico andino”  
(18 Aprile - 6 Maggio 2012)

“Le incisioni poetiche di Livio Ceschin”  
(18 Maggio - 20 Luglio 2012)



## **DIAGNOSTICA E CONSERVAZIONE**



## Tecnologie e metodi per la conoscenza, la valorizzazione, la gestione e l'innovazione del progetto

Marcello BALZANI<sup>1</sup>, Federico FERRARI<sup>1</sup>, Alessandra TURSI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> TekneHub, DIAPReM, Dipartimento di Architettura, Università degli studi di Ferrara.  
e-mail: marcello.balzani@unife.it

<sup>2</sup> DIAPReM, Dipartimento di Architettura, Università degli studi di Ferrara

---

### Riassunto

Il Centro Dipartimentale DIAPReM del Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara, vanta un'esperienza ventennale nei settori del rilievo Laser Scanner 3d e topografici e diagnostici. Con l'ingresso nel Laboratorio TekneHub, intende mettere le proprie competenze a servizio degli operatori dell'intera filiera produttiva del settore costruzioni, con particolare attenzione al settore del restauro, del recupero del patrimonio edilizio esistente e della valorizzazione dei beni culturali.

Il momento storico attuale suggerisce di operare con il massimo di competenza e finalità operativa, investendo le risorse umane e strumentali disponibili in processi che ottimizzino e riqualifichino il sistema produttivo del nostro Paese. L'esperienza e la conoscenza scientifica acquisita sono calibrate per un apporto concreto alla realtà produttiva, ottimizzando le procedure d'inserimento delle nuove tecnologie nei processi costruttivi in termini non solo qualitativi ma anche economici.

**Parole chiave:** laser scanner 3D, rilievo, restauro, conservazione, recupero.

### Abstract

The DIAPReM, Development of Integrated Automatic Procedures for Restoration of Monuments, departmental center, of the Department of Architecture of the University of Ferrara, has twenty years' experience in the field of Laser Scanner 3D, topographic and diagnostic survey. The main aim of the joint between DIAPReM and TekneHub is to offer its experiences to the operators in the construction process, especially in the field of restoration, building rehabilitation and in preserving and enhancing cultural heritage.

The historical moment suggest to act with deep knowledge, on target strategies, investing in human and service resources in order to optimize the production system of our country.

Experiences and scientific knowledge are settled to help successfully the production system, in encouraging new technologies for the construction process with both quality and economic advantages.

**Key words:** laser scanner 3D, survey, restoration, conservation, recovery.

---

Elaborare un quadro sinottico esaustivo e coerente di tutte le attività condotte in quasi vent'anni di applicazioni delle strumentazioni Laser Scanner 3D per finalità di rilievo, è un compito imprescindibile dal racconto della parallela evoluzione tecnologica e strumentale che si è contestualmente verificata nel settore.

I nuovi Laser Scanner tridimensionali consentono acquisizioni sempre più rapide, con un dettaglio sempre maggiore, spesso finanche superfluo rispetto alle finalità del rilievo, attrezzature

sempre più leggere, trasportabili e con interfacce semplici ed intuitive. Eppure, analizzando l'evoluzione sincronica del quadro delle modalità operative, ci si accorge di come questi anni siano anche stati segnati da un profondo cambiamento nel rapporto delle tecnologie nei confronti del mondo dei Beni Culturali e della simultanea difficoltà ed affanno della realtà produttiva e nell'ambito dei beni culturali nello sfruttare l'intero potenziale offerto dalle nuove tecnologie.

Il primo anno di attività del Laboratorio TekneHub ha coinciso con il centocinquantesimo dell'Unità d'Italia, durante il quale più volte si è ricordato l'enorme potenziale italiano in materia di Beni Culturali, artistici, museali, naturali, architettonici, che deve essere considerato come vera risorsa del nostro Paese. In tali occasioni si è anche riconosciuto l'elevato livello qualitativo e di conoscenze raggiunto nel settore del Cultural Heritage ed il grande capitale di risorse tecniche e umane che potrebbero essere esportate in quei contesti internazionali, in cui il ruolo dell'industria e della ricerca italiana, potrebbe aumentare e caratterizzarsi in modo più marcato. Ma il 2011 è stato anche l'anno della crisi economica del mondo occidentale, con ripercussioni sensibili anche nell'industria immobiliare, raggiungendo il livello più basso di un declino iniziato nel 2007, in coincidenza con la conclusione di un ciclo economico – finanziario basato essenzialmente sull'aspettativa di una crescita apparentemente illimitata.

Nell'attuale fase, pertanto, la frontiera del restauro e del recupero del patrimonio edilizio esistente, di pregio così come il grande parco di edilizia residenziale ereditato dal dopoguerra ad oggi, costituisce l'unica possibile strada da percorrere per stimolare l'avviamento di un nuovo ciclo virtuoso. Appare quindi sempre più opportuno convogliare tutti i contributi disciplinari, diversificati e complementari, in questa nuova prospettiva.

La valorizzazione e gestione dei Beni Culturali, il restauro e recupero rappresentano i due settori in cui le tecnologie di rilievo integrato tridimensionale coerentemente inserite in processi di ottimizzazione, possono fare la differenza in termini qualitativi ed economici. Il processo di catalogazione, schedatura e documentazione dei Beni Culturali è già iniziato, ma coinvolge ancora principalmente le opere d'arte. L'obiettivo di una "carta d'identità" del bene culturale su supporti digitali è una frontiera sempre più prossima ed importante ai fini del restauro, per il monitoraggio, la valorizzazione e la tutela del monumento. Una memoria geometrica tridimensionale ad alta definizione si offre come supporto conoscitivo ideale per una banca dati 3D che contenga anche indagini diagnostiche ad ampio spettro, termografiche, spettrofotometriche, strutturali, potenzialmente integrabile anche con letture storiche, descrittive, documentarie ed archivistiche.

Il metodo rappresentativo tradizionale è ancora fortemente legato ad una logica bidimensionale, efficace per semplicità d'uso e chiarezza comunicazionale, ma troppo spesso limitativa nei confronti della complessità morfologica dell'architettura, antica e moderna, soprattutto se, come spesso accade, non si realizza concettualmente che un qualunque segno tracciato planimetricamente o su sezione, ha inevitabilmente ricadute spaziali tridimensionali, spesso trascurate.

I vantaggi di una banca dati tridimensionale (Fig. 1) sono in tal senso immediati, a partire da semplici considerazioni riguardo la logica di acquisizione. In passato la finalità del rilievo doveva essere unica e stabilita, in un momento antecedente la fase di campo, poiché era proprio l'intenzione comunicazionale finale, la committenza che aveva richiesto l'opera di misura e l'utilizzo previsto del dato acquisito a determinarne l'esito e la selezione delle informazioni di misura necessarie.

Una prima potenzialità dello strumento laser si concretizza al contrario proprio nella possibilità di acquisire, in un lasso di tempo estremamente ridotto un'enorme quantità di informazioni, spostando ad una fase successiva di laboratorio, la lettura, la selezione e l'organizzazione dei dati. Da un singolo database è quindi possibile ricavare innumerevoli prodotti diversificati, da calibrare in funzione delle necessità espresse, con un accrescimento esponenziale dei gradi di libertà dell'operatore fruitore del rilievo, a partire dalla possibilità di superare il vincolo descrittivo di giacitura ortogonale, per posizionare l'osservatore liberamente nello spazio virtuale acquisito, coerentemente con la finalità di indagine. Il modello tridimensionale può inoltre essere visualizzato per parti, filtrando il tipo d'informazione, oppure essere utilizzato per estrarre profili planimetrici e di sezione, con un'accuratezza potenzialmente superiore rispetto alla rappresentazione-restituzione tradizionale bidimensionale.

Le visualizzazioni "in trasparenza", in modalità silhouette, rendono poi comprensibili i meccanismi di sovrapposizione strutturale, di rapporti interno-esterno, che consentono letture dettagliate del manufatto architettonico difficilmente realizzabili in passato, per difficoltà operative, tempi lunghi e minore precisione metrica, soprattutto per quanto concerne tutte

quelle aree spesso inaccessibili, come vani tecnici e sottotetti.

Il rilievo di dettaglio, acquisito contestualmente alla campagna di rilievo generale o aggiunto in un secondo momento per finalità specifiche, può essere agevolmente integrato nel data-base originario, ricollocando sempre ogni morfologia in rapporto a tutto il corpo di fabbrica, senza perdere quel rapporto di coordinate e piani di riferimento che spesso rendono i rilievi di dettaglio tradizionali come degli elaborati a sé, difficilmente inquadrabili in un contesto generale. Non si tratta evidentemente di indagini invasive e penetranti la materia, il laser utilizzato si limita a registrare la superficie delle cose, ma la modalità di visualizzazione e le possibilità di elaborazione del dato rendono attuabili nuove e complete indagini.

Risulta facilmente immaginabile però, come la complessità del dato così acquisito, la miriade di terne di coordinate spaziali registrate, ancor più se integrate con i dati topografici, fotografici o diagnostici di altra natura, sia poco significativa e di difficile lettura se finalizzata alla semplice visualizzazione degli elementi geometrici. Fondamentale pertanto la chiave di lettura, l'organizzazione ed il filtro informativo utilizzato per rendere tale potenziale conoscitivo di facile ed immediato utilizzo. Lo scopo restitutivo del dato, infatti, non si limita esclusivamente alla precisione geometrica, per quanto essenziale, ma comprende tutto ciò che concerne la rappresentazione concettuale del reale.

A partire da una banca dati 3D di un monumento architettonico correttamente acquisita, ad esempio, elaborata ai fini di un restauro o una ristrutturazione dell'immobile, è possibile in un secondo momento ottenere agevolmente un elaborato utilizzabile a scopi divulgativi, conoscitivi, turistici, storici, mentre un'operazione inversa risulta difficilmente immaginabile.

Una pianificazione strategica delle metodologie e dei processi di acquisizione in un'ottica manageriale inclusiva appare quindi l'unica risposta plausibile in una logica di qualità e sostenibilità economica dell'intervento.

La necessità imprescindibile di confrontarsi con l'esistente e con il contesto, sia esso a scala urbana o di dettaglio, può trovare in un elaborato tridimensionale metricamente corretto e facilmente indagabile, la piattaforma ideale per un confronto continuo e diacronico attraverso tutte le fasi del complesso processo edilizio,

nonché un importante ausilio nella indagine e nella validazione delle idee progettuali. Il progetto che nasce nello spazio vergine di una lottizzazione, possiede nel proprio codice genetico rapporti di forma e di misura che si correlano ad un pensiero architettonico autonomo e spesso autoreferenziale. Il progetto che nasce invece all'interno dell'esistente o accanto ad esso è un progetto che deve far proprie le sensibilità di forma, misura, materia che si sono stratificate nel tempo e che hanno già subito il confronto con il processo realizzativo e con il tempo.

L'attuale sistema riesce ad eludere tale verifica impostando in ogni fase, dal rilievo, alla progettazione, all'ordine di fornitura materiali, sino alla realizzazione in cantiere, valori di tolleranza e di variabilità estremamente elevati. Una gestione integrata e corretta delle tecnologie e dei processi potrebbe invece portare ad una riduzione della spesa economica calcolata sperimentalmente del 20 – 30%, soprattutto nei casi di restauro e recupero, in cui il progetto contemporaneo deve accordarsi con la materia storica esistente. In particolare gli interventi che interessano elementi morfologicamente complessi come i collegamenti verticali, sono evidentemente i casi in cui si verificano i vantaggi maggiori in termini di correttezza del disegno di progetto, risparmio di materiale e facilità realizzativa, riducendo drasticamente le varianti in corso d'opera che, nei lavori di restauro, incidono spesso in maniera fortemente negativa, in termini di tempo e costi.

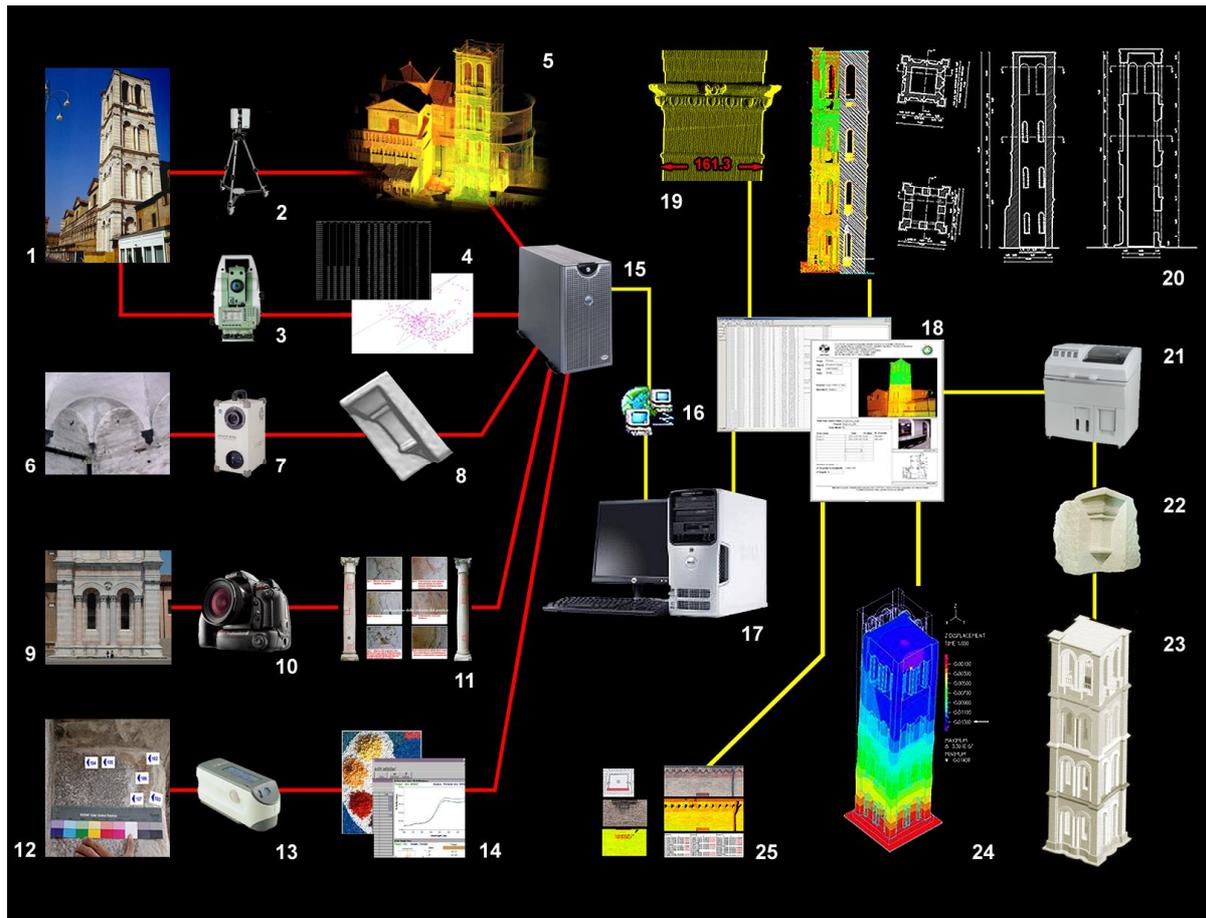
Il problema sostanziale registrato non risiede quindi nell'utilizzo di una tecnologia, quanto piuttosto nel porsi gli interrogativi più corretti riguardo il proprio progetto e nei confronti della materia antica su cui si va ad intervenire, per cercare le risposte all'interno di uno strumento adeguato. Solo lo sviluppo di un metodo critico opportunamente calibrato ed educato alle effettive potenzialità dello strumento può infatti generare scenari di risposte concrete, verificabili con esattezza metrica e geometrica, capaci di fornire indicazioni attendibili anche in materia economica.

I grandi sviluppi informatici stanno rendendo possibile navigazioni virtuali tridimensionali, l'elaborazione di grandi spazi virtuali immersivi in cui muoversi con la percezione visiva e sonora che ricrea con straordinaria fedeltà ambientazioni lontane centinaia di chilometri, ma il mondo della ricerca deve rapidamente adeguarsi, a supporto e in

collaborazione con la sfera produttiva, alla ricerca delle più efficaci applicazioni di questo grande potenziale.

In questo settore lo scambio di competenze ed esperienze può e deve essere continuo e pluridirezionale. Il mondo della ricerca è per sua stessa identità più aperto ed attento a scala internazionale nel cogliere le nuove possibilità offerte dalla tecnologia e soprattutto nella ricerca di soluzioni già realizzate in problematiche affini

o in casi analoghi e metodologie già sperimentate. D'altro canto sono le imprese in senso lato, tutti gli attori del mondo produttivo e professionale ad offrire le problematiche concrete da affrontare e contestualmente ad evidenziare tutti i vincoli di ogni natura, economica e logistica da rispettare affinché la soluzione possa essere considerata accettabile e facilmente attuabile.



**Fig.1.** Banca dati 3D delle architetture albertiane. Schema sulle possibilità di integrazione dei percorsi di indagine interdisciplinare esemplificato sul campanile di Ferrara (1). I percorsi di acquisizione morfometrica 3D seguono la struttura già delineata nello schema precedente. In questo caso il rilievo fotografico digitale (9) e (10) integra i contenuti della banca dati 3D per quanto riguarda i caratteri di superficie (11), mentre l'analisi dello stato conservativo (12) con indagini spettrofotometriche (13) consente di valorizzare criticamente i dati di riflettanza acquisiti durante le scansioni laser (14). L'integrazione di diversi strumenti atti ad indagare le morfologie tridimensionali permette di ottenere un data base (15), interrogabile via web (16), da cui è possibile estrarre morfologie secondo piani prestabiliti (20), modelli realizzabili in stampa tridimensionale (21) sia da sorgenti di scansione a triangolazione ottica, come particolari architettonici o di fregi (22), sia da sorgenti a tempo di volo rappresentabili fino alla scala 1:100 e 1:50 (23). Sono poi possibili anche l'analisi strutturale (24) e lo studio sul degrado e lo stato conservativo (25).

## Il rilievo 3D del Castello di Annaberg. Castello di Annaberg - Coldrano (BZ)

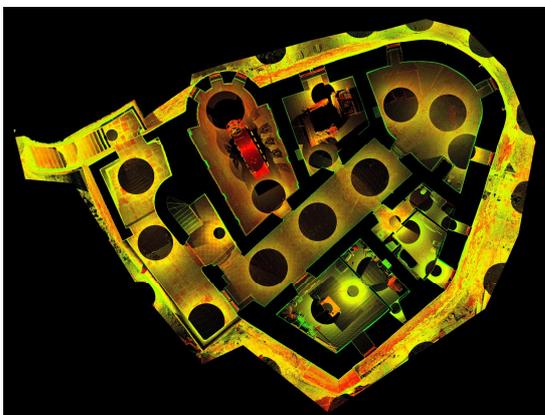
Rilievo tridimensionale avanzato e restituzione finalizzata al progetto di restauro eseguito dall'architetto Wener Schloss: integrazione di procedure e sviluppo di una banca dati 3D per l'innovazione delle metodiche di progetto e monitoraggio del patrimonio architettonico monumentale (Figg. 2-7).

Scholss Annaberg GMBH  
Università degli Studi di Ferrara  
DIAPReM Centro Dipartimentale per lo Sviluppo  
di Procedure Automatiche Integrate per il  
Restauro dei Monumenti  
CFR, Consorzio Ferrara Ricerche  
AGAVE s.r.l.

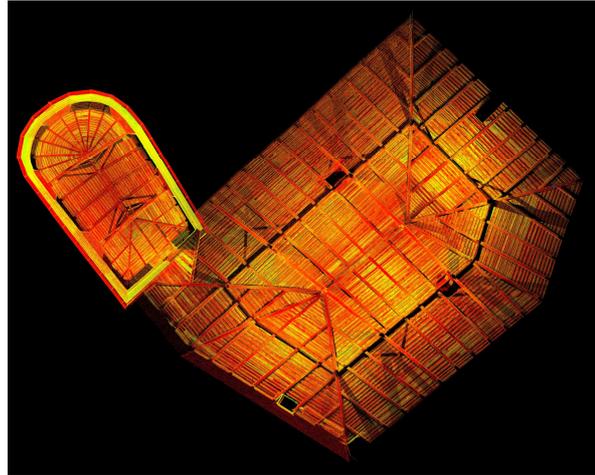
Responsabile scientifico: Prof. Marcello Balzani  
Responsabile tecnico: Arch. Guido Galvani  
Rilievo 3D: Marcello Guzzinati, Filippo Casarini



**Fig.2.** Il castello di Anneberg domina dall'alto la vallata.



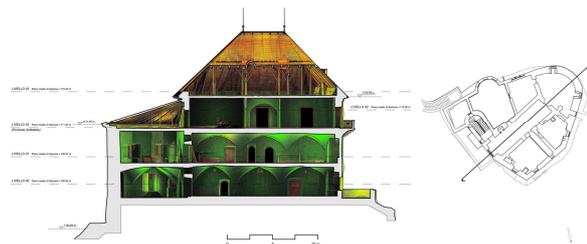
**Fig3.** Vista planimetrica da nuvola di punti del piano terra.



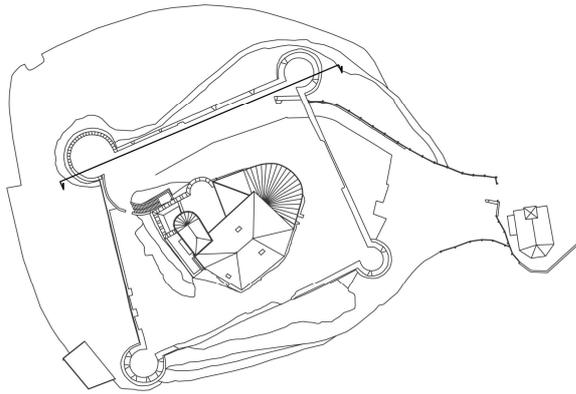
**Fig.4.** Vista verso l'alto da nuvola di punti della copertura del terzo piano.



**Fig.5.** Sezione CAD ricavata da nuvola di punti del prospetto Sud.



**Fig.6.** Sezione CAD longitudinale ricavata da nuvola di punti.



**Fig.7.** Planimetria (si può anche non mettere la didascalia ed inserire l'immagine a dimensione ridotta).

### La cittadella di Gozo a Malta

Progetto di rilievo e documentazione della Cittadella di Gozo con rilievo tridimensionale di dettaglio delle superfici esterne e interne della cinta muraria di fortificazione e una mappatura dell'attuale stato di conservazione di strutture e superfici. Il principale obiettivo del rilievo tridimensionale ad alta definizione è ottenere una base tecnico-scientifica sulla quale poter redigere il progetto di restauro (Figg. 8-12).

Restoration Unit - Construction and Maintenance Department - Work Division, Ministry for Resources and Rural Affairs, Malta Director General: Raymond Farrugia; Chief Architects: Norbert Gatt, Hermann Bonnici; Sen. Architect: Ivana Farrugia (MGOZ); Architect: Tabitha Dreyfuss; Supt. of fortifications: Stephen C. Spiteri.

Consorzio Ferrara Ricerche

Responsabile amministrativo: Stefania Corsi (Direttore CFR); Matteo Balboni (Responsabile Ufficio Progetti CFR),

Key Expert 1, Team Leader: Marcello Balzani (Direttore del DIAPReM - Università di Ferrara); Key Expert 2 Responsabile della documentazione tecnica: Guido Galvani (Agave Srl); Key Expert 3 Consulente alla geologia-petrografia: Giancarlo Grillini (CFR); Key Expert 4 Restauro e conservazione dei materiali lapidei: Giorgio Croci (Studio Croci & Associati); Key Expert 5 Consulente alla

documentazione: Stefano Bertocci (Università di Firenze); Rilievo 3D, coordinamento tecnico: Filippo Casarini, Marcello Guzzinati (Agave Srl); Documentazione dello stato conservativo e rilievo diagnostico: Federica Maietti (CFR-DIAPReM); Collaborazione alla restituzione del rilievo diagnostico: Alessandra Alvisi, Alessandra Gola.

Società coinvolte: Agave Srl di Forlì (Pier Francesco Ricci), Digitarca Snc di Bari (Leonardo Chiechi), Berenice I.G. Srl di Padova (Lapo Cozzutto).

Restituzione 2D del rilievo morfometrico - Unità di Firenze.

Responsabile scientifico: Stefano Bertocci (Dipartimento di Progettazione dell'Architettura, Università di Firenze); Coordinamento scientifico: Giovanni Pancani (Dipartimento di Progettazione dell'Architettura, Università di Firenze); Coordinamento tecnico: Carlo Raffaelli; Restituzioni a cura di: Silvia Barducci, Graziella Del Duca, Giulia Falugiani, Elisa Gaggini, Chiara Nespoli, Silvia Pirisino, Valentina Roggi, Tommaso Rossini, Noemi Secci, Gianfilippo Valentini, Nicolò Zuccherini.

Restituzione 2D del rilievo morfometrico - Unità di Ferrara

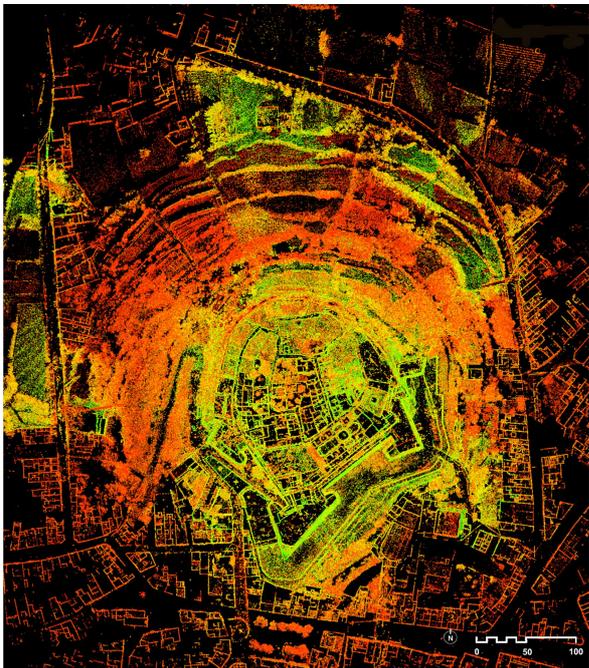
Coordinamento scientifico: Guido Galvani (Agave srl); Restituzioni a cura di: Federico Vecchiattini, Fabio Zecchi, Irene Pasello; Elaborazioni grafiche: Cristina Vanucci.

Integrazione rilievo tridimensionale con laser scanner 3D, realizzazione di fotopiani ad alta definizione, realizzazione del modello tridimensionale ibrido, modellazione solida e integrazione con modellazione in superfici triangolate da dato laser scanner 3D: Digitarca Snc di Bari: Leonardo Chiechi (responsabile), Gianni del Medico, Enzo Gassi, Lorenzo Ceo, Giovanni Bianco, Davide Campanile, Sabina Macchitella.

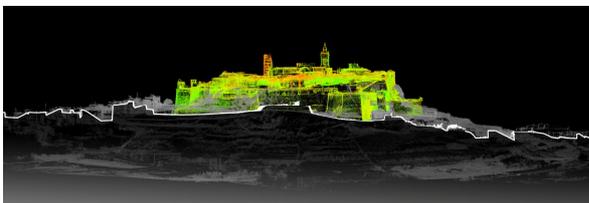
Elaborazione ed ottimizzazione del modello tridimensionale per scopi multimediali, web browsing e creazione mappa tridimensionale degli elementi di rilievo e degrado: Federico Ferrari (Agave srl) e Lapo Cozzutto (Berenice I.G. Srl di Padova).



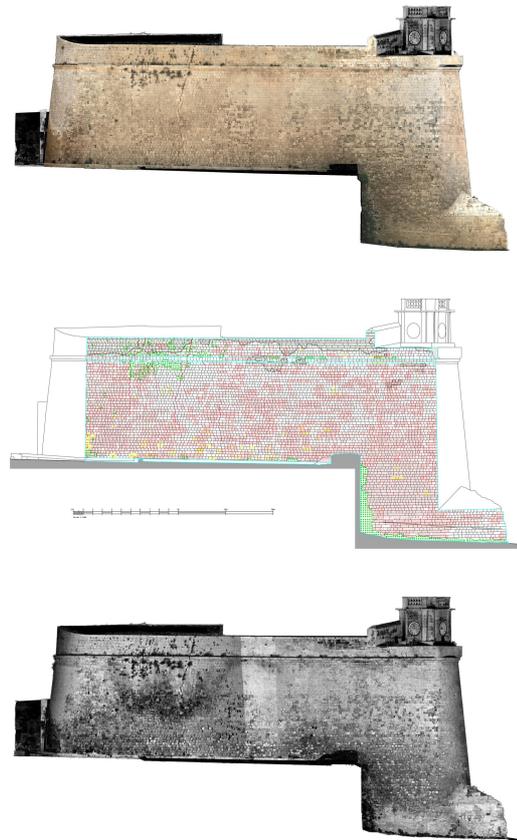
**Fig.8.** Vista complessiva della Cittadella, lato est. È visibile l'articolazione volumetrica interna.



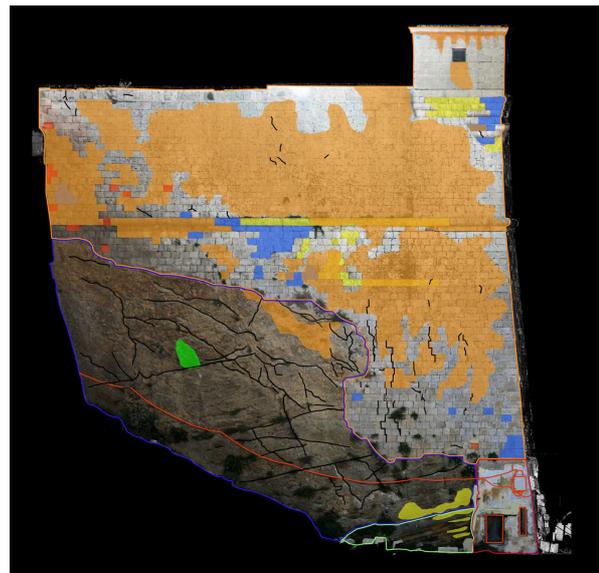
**Fig.9.** Vista planimetrica della Cittadella e dell'area ad essa circostante, ottenuta dalla nuvola di punti del modello tridimensionale, in falsi colori.



**Fig.10.** Sezione territoriale ed evidenziazione del profilo della Cittadella. A sinistra, il bastione di St. Michael, a destra il bastione di St. John.



**Fig.11.** Lato sinistro del bastione di San Michele. Dall'alto, prospetto estratto dalla nuvola di punti in visualizzazione in toni di grigio, ortofotopiano ed elaborato cad di restituzione del prospetto corredato della mappatura del degrado della superficie.



**Fig.12.** Mappatura del degrado e dei materiali rappresentata sull'ortofotopiano mediante individuazione delle macroaree in falso colore.

## Bibliografia

- Balzani M., *The Innovation of Planning and Management of Architectural Heritage*, in *Civil Engineering Encounters, Challenges in Conservation of Architectural Heritage*, edited by Ruben Paul Borg, Kamra tal-Periti, Malta, 2011, ISBN 978-99957-0-133-8, p. 81 – 89,
- Balzani M., *Restauro, Recupero, Riqualificazione. Il progetto contemporaneo nel contesto storico.*, Skira editore, ISBN 978-88-572-1213-5, 2011
- Balzani M., Ferrari F., Bughi C., *Le architetture di Leon Battista Alberti in un progetto culturale multimediale*, presso l'Università di Napoli Federico II, Il disegno delle trasformazioni. Atti del Convegno Napoli, 2011.
- Balzani M., Galvani G., Maietti F., *La Cittadella di Gozo. Strategie di recupero e di valorizzazione dei sistemi fortificati maltesi*, 2010 Architetti, Maggioli Editore.
- Balzani M., Galvani G., Maietti F., *La Cittadella di Gozo a Malta. Il rilievo tridimensionale integrato nel progetto di documentazione per il restauro*, 2010 *Paesaggio Urbano*, Maggioli Editore Issn 1120-3544
- Balzani M., Galvani G., Maietti F., *Dal rilievo alla documentazione 2D e 3D per il progetto di restauro della cittadella fortificata di Gozo a Malta*, in Rosa Anna Genovese, *Dalla conoscenza al progetto. Metodologie e strumenti per la conservazione ed il restauro*, Arte Tipografica Editrice, 2011, ISBN 978-88-6419-052-5, p. 193 – 218.
- Balzani M., Galvani G., Maietti F., Santopuoli N., *The 3D morphometric survey as efficient tool for documentation and restoration in Pompeii: the research project of Via dell'Abbondanza*, in Heidelberg University, *SCCH 2009 2<sup>nd</sup> Conference Scientific Computing and Cultural Heritage. Book of abstract*, HGS Math Comp, 2009.

## **Rapporto Ricerca-Industria, l'innovazione come chiave di sviluppo metodologico per la produzione competitiva. Analisi di un caso pratico di collaborazione tra l'università e l'industria mediato dalla formazione didattica**

Francesco VIROLI<sup>1</sup> & Nicola TASSELLI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Modelli, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara. e-mail: francesco.violi@unife.it.

<sup>2</sup>TekneHub, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara.

---

### **Riassunto**

Il motore della prossima ripresa economica sarà, come riportato dalle fonti più autorevoli, indissolubilmente legato ai processi d'innovazione e rinnovamento, sia di processo che di prodotto, che riusciremo a mettere in atto ad ogni livello del nostro contesto economico e sociale. I soggetti chiamati ad impegnarsi per questa nuova stagione saranno, fra gli altri, la ricerca ed i centri del sapere. E' evidente che queste attività avranno tanto più successo in funzione di quanto saranno stretti i legami di collaborazione con il mondo delle imprese e dei processi produttivi. A che punto è, dunque, la collaborazione fra Università e Industria? Lo scopo di questo intervento è proprio fornire un'occasione per l'approfondimento dell'analisi del contesto e delle modalità con cui si realizza al meglio la sinergia fra ricerca, sviluppo e creazione di un valore. Partendo dall'analisi delle varie iniziative territoriali e che ci interessano in maniera più vicina arriveremo ad analizzare i presupposti del successo tecnologico e competitivo generale di questa sinergia.

**Parole chiave:** Università, Trasferimento tecnologico, prototipazione, metodologie applicate.

### **Abstract**

The next engine of economic recovery will be, as reported by the most authoritative sources, inextricably linked to processes of innovation and renewal, both process and product, we'll be able to put in place at every level of our economic and social context. Those called to commit themselves to this new season will be, among others, research and centers of learning.

It 'obvious that these activities will have more success in terms of what will be the close collaborative links with the business and production processes. At that point, then, is the collaboration between universities and industry? The purpose of this paper is precisely to provide an opportunity for the further development of the context and how it creates the best synergy between research, development and creation of value. Based on the analysis of the various local initiatives and we are interested in a closer we come to analyze the conditions for the success of this technological and competitive overall synergy.

**Key words:** University, technology transfer, prototyping, applied methodologies.

---

Il motore della prossima ripresa economica sarà, come riportato dalle fonti più autorevoli, indissolubilmente legato ai processi d'innovazione e rinnovamento, sia di processo che di prodotto, che riusciremo a mettere in atto ad ogni livello del nostro contesto economico e sociale. I soggetti chiamati ad impegnarsi per questa nuova stagione saranno, fra gli altri, la ricerca ed i centri del sapere. E' evidente che

queste attività avranno tanto più successo in funzione di quanto saranno stretti i legami di collaborazione con il mondo delle imprese e dei processi produttivi. A che punto è, dunque, la collaborazione fra Università e Industria? Lo scopo di questo intervento è proprio fornire un'occasione per l'approfondimento dell'analisi del contesto e delle modalità con cui si realizza al meglio la sinergia fra ricerca, sviluppo e

creazione di un valore. Partendo dall'analisi delle varie iniziative territoriali e che ci interessano in maniera più vicina arriveremo ad analizzare i presupposti del successo tecnologico e competitivo generale di questa sinergia.

Il design del prodotto industriale rappresenta un connubio inscindibile tra arte e industria. In modo particolare il design industriale è uno dei settori in cui viene riconosciuto all'Italia un ruolo d'eccellenza, in grado di unire eleganza e funzionalità, innovazione e modernità. Garantire ai prodotti un'identità ben precisa, considerandoli indicatori di un'appartenenza culturale e di tendenza, assicurano al prodotto stesso una collocazione di mercato finalizzata al miglioramento delle performance aziendali e della competitività sul mercato internazionale.

Un industrial designer è un professionista che crea ogni sorta di oggetti per la produzione di massa, tenendo conto dei fattori di funzione e forma coinvolti nella definizione di un progetto. Un designer industriale crea e reinterpreta oggetti per la produzione, distribuzione, commercializzazione ed uso comune, incorporando tecnologie, utilizzando nuovi materiali ed avanzati sistemi di produzione. Un aspetto caratteristico della figura professionale del designer, consiste nella capacità di riassumere in sé le esperienze di molte discipline di diversa estrazione, quali l'ingegneria, la psicologia, l'economia, l'architettura ed i processi gestionali legati alla produzione. I professionisti che attendono a questa disciplina hanno grandi prospettive di sviluppo, sia che operino nel settore industriale sia nella libera professione, proponendo idee ed approcci innovativi alle pratiche attuali. In questo quadro un ruolo fondamentale appartiene alla didattica come strumento di ricerca e formazione di persone preparate e qualificate.

Il rapporto fra ricerca e industria rappresenta un binomio fondamentale dal punto di vista dello sviluppo; ciò si può leggere in maniera reciproca. Ovvero non esiste ricerca universitaria se non in un rapporto diretto e concreto con le esigenze dell'industria, d'altro canto l'industria ha bisogno di uno sviluppo continuo realizzato mediante la ricerca in termini di metodologie e materiali e la formazione di nuove figure professionali specifiche. La didattica e la ricerca universitaria necessitano di tecnologie e di risorse, che solo un rapporto di collaborazione con l'industria può mettere a disposizione. In questo contesto si colloca l'esperienza che analizzeremo qui di

seguito. Partendo dall'esigenza di ideare nuovi prodotti, con l'obiettivo di integrare particolari tecnici standard in un complessivo, si definiscono metodologie tecniche innovative che possano aprire una nuova filiera di sviluppo del prodotto industriale. Per fare ciò si è deciso di indirizzare l'ambito di ricerca verso l'impiego di strumenti, come la modellazione digitale ed il "Rapid Prototyping" che permettono di realizzare un modello fisico dell'oggetto da realizzare che, per dettaglio, precisione, dimensioni ed economicità di realizzazione, rappresenta un valido punto di partenza per le considerazioni finali sulle criticità di progetto e sulle procedure di produzione su scala industriale.

L'esperienza presa a campione si articola nell'ambito del "Laboratorio di Progettazione del prodotto", del Corso di Laurea in Design del Prodotto Industriale dell'Università di Ferrara, coordinato dal Prof. Romano Adolini. Durante lo svolgimento delle attività è stata messa a punto un'efficace collaborazione fra il corso didattico formativo di Disegno del Prodotto Industriale dell'Ateneo ferrarese e l'industria del settore idrosanitario. L'esperienza didattica riguarda diciotto progetti di rubinetteria, maturati a conclusione di un percorso formativo durato sei mesi. Questo percorso è stato articolato nelle fasi di ideazione e progetto, verifica delle rispondenze alle specifiche di progetto, modellazione solida tridimensionale ed una fase finale di realizzazione fisica dei prototipi mediante il "Rapid prototyping".

Questa attività rappresenta il risultato progettuale nato dall'incontro fra l'industria ed i giovani progettisti del corso di Disegno Industriale. Fare cultura, al di là della dimensione didattico-teorica, significa soprattutto progettare oggetti funzionali ed utili al nostro quotidiano, plasmati sulle nostre esigenze, che derivano dal nostro ambito storico-culturale e che si propongono a diretto contatto con la realtà del nostro vivere quotidiano. L'impiego delle tecnologie alla base dello sviluppo metodologico da noi proposto, rispecchia completamente la filosofia imprenditoriale che definisce le strategie progettuali dell'azienda partner, che si concretizza con l'esigenza di un prodotto di design, che venga progettato e realizzato con una particolare attenzione per l'ambiente, per l'ecologia dei processi produttivi, espressi in chiave di risparmio idrico ed energetico, in sinergia con l'utilizzo di materiali completamente

riciclabili nell'ottica sempre più sentita della sostenibilità del prodotto.

Al termine del percorso formativo, si è tenuta un'esposizione al pubblico presso i locali del corso di Disegno Industriale dei prototipi realizzati (rappresentativi delle forme e non funzionanti), per alimentare tramite il confronto con il "pubblico", il processo critico che ogni oggetto di design è destinato a subire, maturando preziosi riscontri cognitivi che possono essere input determinanti di future revisioni delle specifiche di progetto. Questa fase è anche servita ai giovani progettisti per misurarsi con il confronto critico con il committente e l'utilizzatore finale del prodotto.

L'intera fase formativa e di attività pratica, si è svolta in sinergia tra il personale specializzato che opera all'interno delle strutture del Laboratorio Modelli della Facoltà di Architettura di Ferrara, che ha messo a disposizione dei progettisti e dell'industria le competenze, le dotazioni tecnologiche e le metodologie di intervento a sostegno della buona riuscita dell'attività didattico-formativa e di produzione dei prototipi.

Le metodologie d'intervento sono state modificate rispetto alla pratica standard per soddisfare le esigenze della componente didattica, adattando di volta in volta l'attività alle procedure operative.

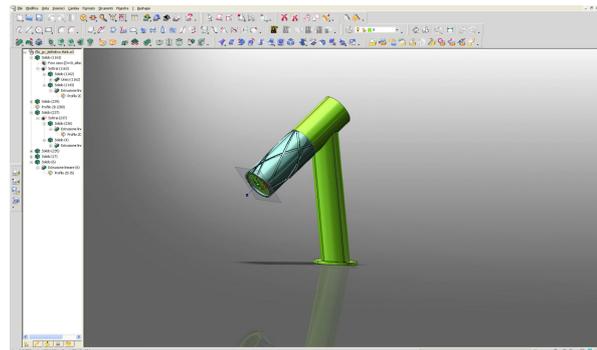
Il processo produttivo impiegato è articolato in cinque fasi distinte di sviluppo, che in alcuni casi possono essere riprese per aggiustamenti in corso d'opera e ripensamenti progettuali.

Una prima fase, dedicata alla produzione del modello digitale mediante l'utilizzo di software specifici, è stata seguita da una fase dedicata all'elaborazione del dato prodotto, raffinando il modello di input in funzione delle specifiche richieste dal dispositivo di prototipazione. Questo dispositivo, in una terza fase, si occupa della realizzazione vera e propria dell'oggetto progettato. La quarta fase, a oggetto prodotto, si concretizza con la rimozione meccanica del materiale di risulta dalla superficie dell'elaborato, seguita da una quinta ed ultima fase, dedicata al fissaggio tramite imbibizione di resina bicomponente, che ne garantisce la resistenza meccanica e la durata nel tempo.

Di seguito elenchiamo una descrizione più dettagliata delle fasi operative necessarie.

## La modellazione digitale

Partendo dal presupposto che le tecnologie hanno sostanzialmente modificato i tempi e i modi della progettazione, lo sviluppo della metodologia d'intervento si è articolata in due fasi successive (Gershenfeld, 2005; Haeseong & Sachs, 2000; Hull *et al.*, 1995; Lanzetta & Sachs, 2003) : la prima di modellazione 3D e la fase successiva finalizzata al "Rapid Prototyping". Nella prima fase i progettisti hanno sviluppato un processo atto a definire la forma attraverso la progettazione, che in particolare nel mondo del design, è ormai obbligatoriamente caratterizzata dall'uso e conoscenza di software CAD tridimensionali. Questo processo ha portato all'adozione di una generazione di software "verticali", orientati allo sviluppo del progetto meccanico, con caratteristiche tali da essere impiegabili anche per la didattica, ed utilizzati incrementando la produttività. Nello specifico è stato utilizzato il software in dotazione alla facoltà, "ThinkDesign" della Think3 Inc. (California, USA).



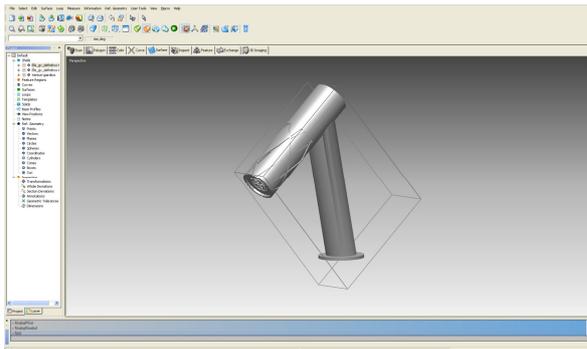
**Fig.1.** Elaborazione del modello digitale mediante ThinkDesign, modello visualizzato in alta qualità.

Le principali caratteristiche di "ThinkDesign", proposto in tre moduli denominati ThinkDesign, ThinkShape e ThinkReal, sono la completa integrazione dell'ambiente di modellazione solida e per superfici. Per la realizzazione dei modelli in oggetto (Fig. 1), si è scelto di utilizzare la modellazione per superfici, vista la presenza di un'interfaccia utente semplice e produttiva al tempo stesso, integrandola in una seconda fase con la funzionalità denominata GSM (Global Solid Modeling), unica nel panorama della modellazione, che permette la modifica globale di superfici tramite una serie di vincoli impostabili del progettista. La disponibilità di un completo set di strumenti bidimensionali e di un

PDM (Product Data Manager) completamente integrato aumenta il livello di controllo sull'oggetto finito.

### Elaborazione del modello 3D

Conclusa da parte dei progettisti la costruzione dei modelli digitali, si è proceduto alla correzione degli stessi. Gli elaborati sono stati consegnati al personale del laboratorio modelli su supporto digitale compatibile al software di gestione del sistema "Rapid Prototyping" (Fig. 2), nello specifico il formato ottimale, dopo alcune simulazioni, è risultato quello STL (Stereolithography). I modelli esportati con questa tecnologia sono assimilabili concettualmente ad un insieme di superfici che rappresentano l'involucro esterno a mo' di "pelle", priva di spessori e componenti interne, semplificando al massimo la realizzazione pratica dell'oggetto modellato.



**Fig.2.** Ottimizzazione del modello e delle superfici triangolate, in preparazione alla stampa con rapid prototyping.

Tutti i dettagli con spessore inferiore ai due millimetri, sono stati eliminati o estesi ad uno spessore adeguato, poiché ogni spessore realizzabile in scala 1:1, deve essere equiparato al grado di dettaglio minimo riproducibile dal dispositivo di stampa. Per lo stesso motivo tutti i salti di quota inferiori a 0,5 mm sono stati eliminati o aumentati. Per ovviare a ogni inconveniente tecnico, legato a problematiche di questo tipo, che comportano un grande dispendio di ore lavoro per la ricostruzione delle coerenze di forma, eseguite con procedimenti manuali o parzialmente assistite, è stato necessario una sensibilizzazione su questo fronte dei progettisti in fase preventiva. Poter, infatti, realizzare una valutazione del modello di prova, non definitivo, in modo da permettere al personale di laboratorio

di valutarne e correggere eventuali problemi legati all'esportazione ed alla generazione di file macchina, ha fortemente ottimizzato la realizzazione dei modelli finali. Dopo questa fase, che si è dimostrata comunque abbastanza complessa, dato l'ampio grado di variabilità delle caratteristiche dei progetti presentati, si è passati alla verifica del modello digitale definitivo. Giunti a questo punto, tutti i modelli sono stati dotati di uno spessore di estrusione interno, fondamentale per conferirgli la necessaria resistenza meccanica, compatibile con la forma e variabile fra 4 e 8 mm.

### Rapid prototyping

All'interno della Corso di Disegno Industriale, il Centro di ricerca "DIAPReM" afferente al "TekneHub", uno dei quattro Laboratori del Tecnopolo di Ferrara, appartenente alla Piattaforma Tematica Costruzioni della rete alta tecnologia dell'Emilia-Romagna, dal 2002 sviluppa ricerche sull'utilizzo delle tecnologie di "Rapid Prototyping" focalizzate nel campo dei Beni Culturali, dell'Architettura e del Design, in una stretta collaborazione con partner industriali del settore leader in campo nazionale ed internazionale, concentrandosi sulla tecnologia di stampa tridimensionale brevettata dall'Americana "ZCorporation Inc". La tecnologia di stampa tridimensionale adottata dai sistemi "ZCorporation" si basa su un sistema "Layer by Layer" di costruzione del prototipo. Il materiale di costruzione del modello è micro polvere di gesso, scelto anche per le caratteristiche che lo rendono facilmente caratterizzabile e verniciabile. Le stampanti ZCorporation sono attualmente le prototipatrici più performanti presenti sul mercato, impiegano una tecnologia messa a punto e brevettata dal Massachusetts Institute of Technology di Boston (USA), per creare prototipi fisici da dati digitali. Il sistema di funzionamento è riassumibile in fasi molto semplici: per primo la stampante 3D stende uno strato sottile di polvere di gesso, in seguito viene depositato dalle testine di stampa uno strato di collante a base d'acqua, solamente nelle zone corrispondenti alle sezioni dell'oggetto da rappresentare, generate da piani paralleli di spessore variabile e comunque compreso nell'ordine del decimo di millimetro. terminate queste due fasi il dispositivo che controlla il piano di lavoro, si abbassa facendo spazio al

deposito di uno strato successivo di polvere di gesso, questo processo viene ripetuto sino al completamento del modello. Il funzionamento è del tutto analogo alle stampanti da computer, ma anziché stendere inchiostro su un foglio, viene depositata un sottile strato di colla su un piano di polvere di gesso (Fig. 3). Ciò ha permesso ai giovani designer di ottenere un oggetto tridimensionale che rappresenta molto fedelmente in termini di forma, dimensione, proporzione, un prototipo fisico generato come concretizzazione dell'idea progettuale. L'esecuzione di questo processo di stampa è svolto dalla macchina in completa autonomia, ed impiega generalmente alcune ore di lavoro in funzione della complessità dell'oggetto da rappresentare. Il sistema di stampa in dotazione al laboratorio modelli, è costituito dalla macchina ZCorporation "Spectrum Z510" che è in grado di generare oggetti di alta qualità, grazie ad un'ottima risoluzione di stampa (600 x 540 dpi), ad una accresciuta finitura superficiale e ad una migliore accuratezza dei dettagli. L'elevata tecnologia di stampa a getto consente la realizzazione di modelli anche caratterizzati cromaticamente con profondità di colore pari a 24 bit, includendo la possibilità di applicare texture alle superfici. Il grande volume del contenitore di stampa (254 x 356 x 203 mm), unito alla velocità di realizzazione ed al basso costo dei materiali, permette agli utilizzatori di ottimizzare al massimo la produzione di prototipi tridimensionali.



**Fig.3.** Estrazione del pezzo dalla vasca di prototipazione, contenente il materiale di stampa non fissato

### La pulitura

A fase di stampa terminata, il modello è sostenuto dalla polvere non fissata dal collante. Per rimuovere il prototipo dal cestello di lavoro è

sufficiente elevare il pistone che controlla la tavola di lavoro e la polvere non incollata verrà asportata mediante azione meccanica. È possibile riutilizzare questa polvere non incollata come nuovo materiale da stampa, questo permette di utilizzare solamente il materiale necessario alla creazione del modello senza sprecare materiale impiegato per il sostegno dello stesso, riducendo notevolmente i costi di stampa.



**Fig.4.** Pulitura mediante azione meccanica dolce, praticata mediante soffiatura e spolveratura. Il materiale di stampa è ancora molto fragile.



**Fig.5.** Finitura mediante applicazione di resina bicomponente, applicata a pennello, impregnata per capillarità del materiale.

Quando i prototipi sono rimossi dal cestello di stampa, vengono ulteriormente ripuliti tramite un getto d'aria compressa a bassa pressione per eliminare dalla superficie tutta la polvere di gesso in eccesso (Fig. 4). Questa fase è molto delicata poiché gli elementi stampati non sono ancora perfettamente induriti, e risultano particolarmente delicati alla movimentazione. Per generare una superficie sufficientemente resistente all'azione meccanica e all'umidità, la superficie del prototipo viene trattata con resine epossidiche bicomponenti (Fig. 5).

Nelle parti più sottili e fragili viene realizzato un preindurimento con colla cianoacrilica. Dopo questa fase occorrono in media un paio di giorni di "stagionatura" in modo che la resina epossidica completi il proprio ciclo di polimerizzazione.

### La finitura

L'ultima fase operativa riguarda la finitura superficiale dei modelli, infatti, quando vengono estratti dalla stampante tridimensionale, la superficie risulta essere leggermente ruvida ereditando la caratteristica di stratificazione dei piani costruttivi. Il naturale colore candido del gesso, viene modificato dalla fase di resinatura, virandolo verso una leggera cromia gialla, che risulta esteticamente poco accattivante. Dopo una serie accurata di prove dirette e test di verniciatura mediante vernici con caratteristiche diverse sulle superfici precedentemente resinate, non ottenendo risultati soddisfacenti, si è optato per mantenere la finitura neutra tipica dei modelli stabilizzati mediante resinatura.

La finitura mediante l'impiego di resina bicomponente, di piccolissimo spessore, non ha comunque modificato il grado di dettaglio presente nei modelli, conferendo in parte quella connotazione opaca e ruvida, tipica di ogni prototipo (Fig. 6).



**Fig.6.** Pezzo finito ed allestito per favorirne la fruizione diretta.

### Conclusioni

Questa esperienza maturata dalla collaborazione diretta tra l'industria ed il mondo didattico legato alla ricerca, dimostra come la sinergia tra l'impresa e l'università crei, attraverso la definizione e l'impiego di nuove

metodologie legate a tecnologie innovative uno strumento fondamentale per la crescita della formazione culturale ed economica di un territorio.

Il coinvolgimento tra gli ambiti didattici e l'entusiasmo creativo dei giovani designer rende possibile concretizzare, attraverso l'adozione di software specifici, macchine a controllo numerico, ed un valido supporto all'idea, la realizzazione di oggetti destinati alla produzione industriale in modo maggiormente economico ed efficace, ottimizzando ed accorciando i tempi di sviluppo del prodotto (Fig. 7). L'insieme di queste discipline e metodologie rappresenta un sicuro passo in avanti nella definizione di procedure, che avvicinino la ricerca tecnologica agli interessi del mondo produttivo, rafforzando l'offerta qualitativa del prodotto "made in italy".



**Fig.7.** Mostra finale, tutti i pezzi prodotti vengono esposti al pubblico dall'azienda committente.

### Bibliografia

- Gershenfeld, N. (2005), *The Coming Revolution on Your Desktop. From Personal Computers to Personal Fabricators*, Basic Books, New York, NY, April.
- Haeseong J., E. Sachs, (2000) "Surface macro-texture design for rapid prototyping", *Rapid Prototyping Journal*, Vol. 6 Iss: 1, pp.50 – 60.
- Hull C., M. Feygin, Y. Baron, R. Sanders, E. Sachs, A. Lightman, T. Wohlers, (1995) "Rapid prototyping: current technology and future potential", *Rapid Prototyping Journal*, Vol. 1 Iss: 1, pp.11 – 19.
- Lanzetta M., E. Sachs, (2003) "Improved surface finish in 3D printing using bimodal powder distribution", *Rapid Prototyping Journal*, Vol. 9 Iss: 3, pp.157 – 166

## Laboratorio Casa Museo Remo Brindisi

Fauzia ALBERTIN<sup>1,2</sup>, Lara BOSELLI<sup>1,3</sup>, Mauro GAMBACCINI<sup>1,3,4</sup>, Eva PECCENINI<sup>1,3</sup>, Virginia PELLICORI<sup>1</sup>, Ferruccio PETRUCCI<sup>1,3,4</sup>, Flavia TISATO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Ferrara.

<sup>2</sup> INFN, Sezione di Torino

<sup>3</sup> TekneHub, Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Ferrara, e-mail: peccenini@fe.infn.it

<sup>4</sup> INFN, Sezione di Ferrara

---

### Riassunto

Durante l'esposizione "L'invito del Maestro", tenutasi nell'estate del 2011 presso la Casa Museo Remo Brindisi al Lido di Spina, è stata allestita dal Laboratorio di Archeometria afferente all'Area 3 del TekneHub una mostra didattica sulle diagnostiche per immagini non invasive eseguite su alcune opere della Casa Museo.

Questa attività di diagnostica è stata condotta allo scopo di sviluppare un protocollo di studio per le opere del Novecento sulla base dei materiali e delle tecniche artistiche.

Il curriculum diagnostico, che è ben noto per opere d'arte antica, deve ancora trovare un'aggiornata definizione per le opere dal Novecento fino a oggi, a causa del moltiplicarsi della disponibilità dei materiali artistici e del frammentarsi delle possibilità d'impiego, praticamente circoscritte al singolo artista.

La definizione di una sequenza di indagini non invasive potrà avere nel prossimo futuro molteplici finalità: dallo studio, alla conservazione, all'autenticazione dell'opera, e pertanto potrà essere inserita tra i servizi offerti dal TekneHub.

**Parole chiave:** Diagnostica per immagini, dipinti, arte contemporanea.

### Abstract

During the exhibition "L'invito del Maestro" held in the summer of 2011 at the Casa Museo Remo Brindisi in Lido di Spina, the Archaeometry Lab (TekneHub, Area 3) prepared an educational exhibition on image diagnostics performed on some artworks of the Museum.

This diagnostic activity was conducted in order to develop a protocol devoted to the study of the XX century paintings on the basis of materials and artistic techniques.

The diagnostic curriculum, which is well known for ancient artworks, has never found an updated definition for contemporary artworks, because of the wide availability of artistic materials and the fragmentation of their use, practically confined to the individual artist.

The definition of a sequence of noninvasive investigations in the near future will have multiple purposes, such as the study, the conservation, finally the authentication of the artwork, and therefore it will be included among the services offered by TekneHub.

**Key words:** Image diagnostics, paintings, contemporary art.

---

### I dipinti del Laboratorio Casa Museo Remo Brindisi

Per questa campagna diagnostica sono stati analizzati dipinti contemporanei appartenenti al XX secolo e caratterizzati da tecniche pittoriche differenti (Tab. 1), che suggeriscono l'ampio

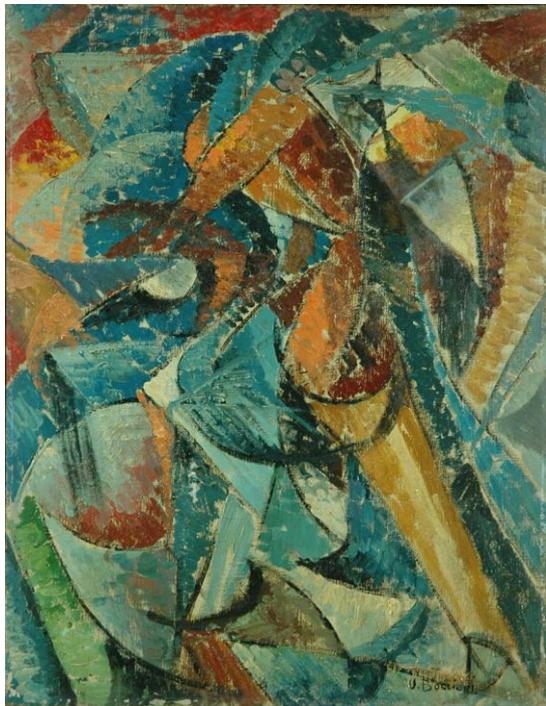
ventaglio di possibili casi-studio. I risultati qui presentati sono il primo esempio di integrazione fra diagnostiche per immagini per lo studio sia delle caratteristiche materiche delle opere, sia delle tecniche esecutive degli autori (Albertin *et al.*, 2011; Albertini *et al.*, 2010; Piraccini, 2005).

Artista	Titolo	Periodo	Tecnica	Diagnostiche eseguite
Umberto Boccioni (1882-1916)	Senza Titolo	XX secolo	Olio su tela	Luce radente
Giulio Turcato (1912-1995)	Senza Titolo	XX secolo	Tecnica mista (sabbia, materiale terroso) su tela	Luce radente Transilluminazione Fluorescenza UV
Emilio Vedova (1919-2006)	Senza Titolo	1961	Tecnica mista (acrilico, pastello) su carta intelata	Fluorescenza UV

**Tab.1.** Dipinti appartenenti alla Collezione Remo Brindisi analizzati con diagnostiche per immagini non invasive.

### Umberto Boccioni - Analisi in luce radente

L'analisi di un dipinto in luce radente è una tecnica semplice ed efficace per lo studio della superficie di un dipinto. Posizionando una sorgente luminosa lateralmente al dipinto si possono ottenere informazioni sull'irregolarità degli strati pittorici, evidenziare presenza di *craquelure* e deformazioni del supporto. Nel caso di seguito analizzato, la documentazione in luce radente ha consentito uno studio preliminare sugli spessori variabili delle pennellate che caratterizzano quest'opera di Boccioni (Fig. 1).



**Fig.1.** Umberto Boccioni, Senza titolo. Olio su tela, XX secolo.

Il pittore futurista esprime con la tecnica il dinamismo dei soggetti e la luce radente esalta la pennellata che fa da protagonista. A tratti corposa

a tratti fluida, la pennellata delinea le forme, crea lueggiature e lascia trasparire la trama della tela (Fig. 2).



**Fig.2.** Umberto Boccioni, Senza titolo. Luce radente, dettaglio.

### Giulio Turcato – Luce radente, Transilluminazione, Fluorescenza ultravioletta

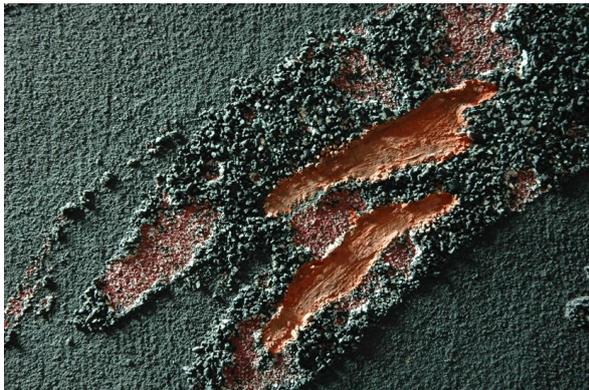
Quest'opera di Giulio Turcato è caratterizzata da una tecnica polimaterica che altera la natura bidimensionale della superficie pittorica inserendo componenti tridimensionali (Fig. 3). Il colore, posato a impasto spesso, risalta le caratteristiche della pennellata: rilievo, direzione, larghezza e curvatura. Materiali non convenzionali, come la sabbia e la terra, concorrono a creare suggestivi e variegati effetti,

che trasformano la tela in un paesaggio di carattere lunare.



**Fig.3.** Giulio Turcato, Senza titolo. Tecnica mista su tela, XX secolo.

La luce radente si è rivelata particolarmente utile per amplificare le componenti tridimensionali del dipinto e cercare di ricostruire la tecnica impiegata dall'artista (Fig. 4).

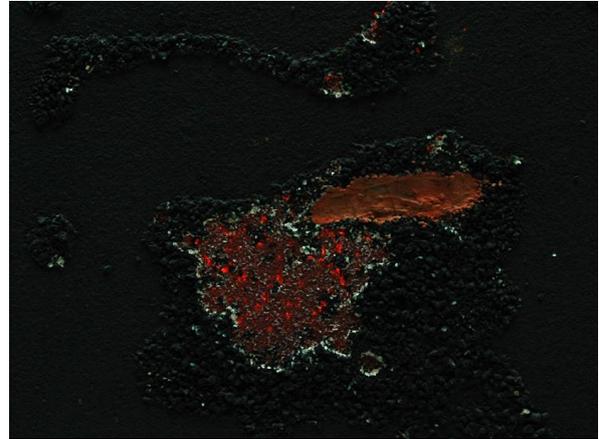


**Fig.4.** Giulio Turcato, Senza titolo. Luce radente, dettaglio.

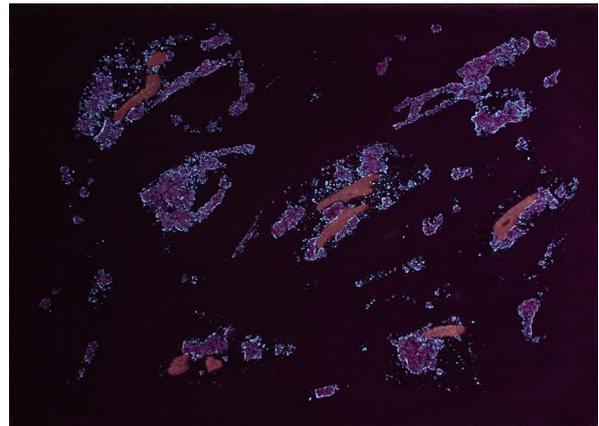
Le disomogeneità tra gli spessori pittorici sono state enfatizzate grazie alla transilluminazione: infatti le aree caratterizzate da sottili strati pittorici lasciano passare la luce posizionata appositamente dietro alla tela (Fig. 5).

L'insieme delle osservazioni raccolte grazie alle indagini diagnostiche rende possibile avanzare ipotesi sulla tecnica esecutiva dell'artista che inizialmente ha preparato la tela con vari colori; quindi vi ha steso uniformemente una sostanza adesiva, su cui ha applicato un materiale granuloso di colore nero; successivamente ha incollato, in varie "isole", un

materiale di granulometria variabile (probabilmente sabbia), che ha successivamente raschiato in alcuni punti dando origine a caratteristici crateri riempiti poi con pennellate corpose di pigmento rosso-arancio.



**Fig.5.** Giulio Turcato, Senza titolo. Transilluminazione, dettaglio.



**Fig.6.** Giulio Turcato, Senza titolo. Fluorescenza ultravioletta.

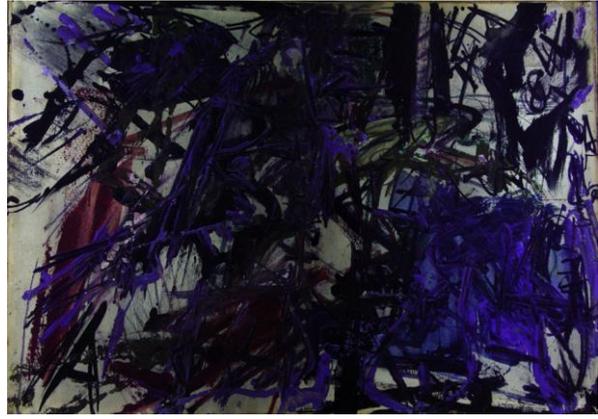
### **Emilio Vedova – Fluorescenza ultravioletta**

L'opera di Emilio Vedova è un dipinto su carta, trasferito su tela per conferire un maggior sostegno al supporto. La pittura è caratterizzata dalla spontaneità e dall'immediatezza del gesto artistico in cui rapide pennellate sono applicate direttamente sulla carta non preparata (Fig. 7). L'artista sembra aver utilizzato due strumenti pittorici: pennello e pastelli a cera. Un primo schizzo è stato verosimilmente eseguito con pastelli di colore giallo, verde, rosso e nero, quindi sono state applicate pennellate con diversi colori acrilici.



**Fig.7.** Emilio Vedova, Senza Titolo. Tecnica mista su carta, 1961.

L'analisi ultravioletta ha consentito una maggior differenziazione dei materiali: la carta di supporto mostra una fluorescenza bianca piuttosto intensa, le aree rosse, sebbene applicate con diversi leganti, sono caratterizzate da una simile fluorescenza rossa (Fig. 8). Quest'ultima osservazione consentirebbe di attribuire il fenomeno della fluorescenza al pigmento rosso stesso. Le aree gialle risultano debolmente fluorescenti solo nella parte centrale del dipinto. Diversamente, non è stata riscontrata una fluorescenza caratteristica per i pigmenti verdi e neri (Fig. 8).



**Fig.8.** Emilio Vedova, Senza Titolo. Fluorescenza UV.

### **Bibliografia**

- Albertin F., Boselli L., Peccenini, E., Pellicori, V., Petrucci, F. e F. Tisato, 2011: Image diagnostics on some paintings of the Remo Brindisi Collection, Atti del Convegno AIAR Scienza per l'Arte Contemporanea (versione elettronica).
- Albertin, F., Gambaccini, M., Peccenini, E., Pellicori, V. e F. Petrucci, 2010: Tecniche multispettrali integrate per lo studio di opere d'arte contemporanea, Atti del XCVI Congresso Nazionale SIF 2010, 230.
- Piraccini, O., 2005: Casa Museo Remo Brindisi. Una collezione d'artista, Editrice Compositori, Bologna.

## **Analisi archeometriche di reperti metallici ornamentali provenienti dalla necropoli di Spina in Valle Trebba**

Chiara SOFFRITTI<sup>1</sup>, Carmela VACCARO<sup>1,2</sup>, Rita GUERZONI<sup>2</sup>, Gian Luca GARAGNANI<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>TekneHub, Università degli Studi di Ferrara. e-mail: chiara.soffritti@unife.it

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Ferrara

<sup>3</sup>Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Ferrara

---

### **Riassunto**

Nel presente lavoro vengono riportati i risultati delle analisi archeometriche condotte su un gruppo di reperti archeologici provenienti dalla necropoli di Spina in Valle Trebba, attualmente conservati presso il Museo Archeologico Nazionale di Ferrara. In particolare, sono stati analizzati alcuni manufatti in lega metallica rinvenuti durante gli scavi condotti fra il 1922 e il 1935. I reperti sono stati dapprima sottoposti ad osservazione allo stereomicroscopio al fine di valutarne lo stato di conservazione e di individuare gli effetti di precedenti interventi di restauro. In seguito sono state utilizzate tecniche di tipo non invasivo, quali la microscopia elettronica a scansione (SEM) e la fluorescenza di raggi X (XRF) allo scopo di caratterizzare i reperti dal punto di vista morfologico e composizionale. Alcuni frammenti sono stati inoltre osservati al microscopio ottico metallografico (OM) e mediante termografia infrarossa (IR), al fine di evidenziarne la microstruttura. L'attività di ricerca ha avuto come obiettivo quello di approfondire la conoscenza di manufatti metallici non ancora esposti al pubblico allo scopo di definire le condizioni conservative più idonee.

**Parole chiave:** necropoli di Spina, fibula, composizione chimica, microstruttura.

### **Abstract**

In this paper the main results of the archaeometric studies carried out on metal artefacts discovered in the necropolis of the Greek-Etruscan city of Spina in Valle Trebba are presented. In particular, the archaeological finds, recovered in excavations between 1922 and 1935, are actually stored in Museo Archeologico Nazionale of Ferrara. Macroscopic analyses have been performed to evaluate the state of conservation and the effects of previous restorations. In order to determine the morphology and the chemical composition Scanning Electron Microscopy (SEM), equipped with Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) microprobe and X-ray fluorescence (XRF) have been used. Moreover, the microstructure is investigated by means of Optical Microscopy (OM) and Infrared Thermography (IR). The aim of this work is to learn more about several metallic artifacts not yet exposed in order to identify the suitable conservation conditions.

**Key words:** necropolis of Spina, fibulae, chemical composition, microstructure.

---

### **Introduzione**

Grazie ai notevoli sviluppi scientifici, tecnologici e soprattutto applicativi degli ultimi decenni, il campo dell'archeometria dispone oggi di innumerevoli tecniche di indagine utili alla caratterizzazione delle opere che costituiscono il nostro patrimonio culturale. Lo studio dei reperti archeologici in lega metallica è fondamentale per stabilire la composizione chimica, la struttura e la

morfologia dei manufatti; esso consente inoltre di definire i parametri fisico-chimici e ambientali importanti per valutare lo stato di conservazione, l'influenza di eventuali trattamenti conservativi e la corretta scelta dei metodi e dei materiali di intervento. Le ricerche archeometriche, affiancate agli studi archeologici in un dialogo multidisciplinare, contribuiscono ad arricchire le conoscenze sulle tecnologie di lavorazione dei

manufatti, sulla provenienza delle materie prime, sulla datazione e sulle interazioni fra i vari gruppi sociali. Un maggior numero di informazioni si può dunque ottenere attraverso uno studio integrato e complementare fra ricerca scientifica e ricerca archeologica (Volpin & Apollonia, 1999; Matteini & Moles, 1984; Garagnani *et al.*, 1993).

Il presente lavoro affronta il problema dell'applicazione di indagini diagnostiche su oggetti metallici provenienti dalla necropoli di Spina in Valle Trebba. In particolare, si intende valutare, attraverso le tecniche diagnostiche più diffuse, quali vantaggi è possibile ottenere dalla loro applicazione, nel rispetto dei limiti di tutela e gestione degli oggetti indagati.

Per quanto riguarda i manufatti sottoposti ad analisi, si tratta di reperti ornamentali rinvenuti durante gli scavi condotti fra il 1922 e il 1935 e attualmente conservati presso il Museo Archeologico Nazionale di Ferrara. Gli oggetti provengono da sette diverse tombe e costituiscono un gruppo omogeneo dal punto di vista della cronologia, del rito funebre e del sesso del defunto: si tratta, infatti, di sepolture ad inumazione di adulti di sesso femminile riferibili ad un periodo compreso fra la metà e la fine del V secolo a.C. L'elemento che caratterizza queste sepolture come unità di analisi archeologica è la presenza di fermagli di cintura, ritrovati in riferimento alle vesti o come obolo della defunta. Si tratta placche di lamina principalmente di bronzo che, poste ad una estremità della cintura in materiale organico, ne consentivano la chiusura congiungendosi ad un anello collocato alle estremità (Aurigemma 1960).

Insieme ai fermagli sono state ritrovate numerose fibule di varie tipologie: di tipo Certosa, Hallstattiano o a sanguisuga. La fibula è un manufatto metallico largamente diffuso nell'antichità, a cominciare dall'età del bronzo fino all'alto medioevo, in genere utilizzato per il fissaggio delle vesti o come elemento di decoro della persona. Esso è in grado di fornire utili informazioni in merito alle relazioni esistenti fra i singoli individui e costituisce un elemento prezioso di datazione nei contesti funerari. Lo studio delle fibule fornisce inoltre importanti indicazioni sulle tecnologie di lavorazione, ovvero permette di risalire alla filiera di produzione, di ricostruire le più complesse tecniche di artigianato e arricchire gli studi stilistici ed archeologici. Tuttavia, pur trattandosi di manufatti estremamente diffusi, a tutt'oggi

scarseggiano i dati riguardanti la loro composizione chimica e le tecniche di fabbricazione. Dore *et al.* hanno applicato analisi metallografiche su frammenti provenienti da una fibula ad arco ribassato del sepolcreto Melenzani (BO), allo scopo di determinare le modalità di produzione, le aree di provenienza e la natura dei materiali utilizzati. Le micrografie hanno evidenziato che gli inserti erano costituiti da lamine bronzee sottoposte ad un'intensa lavorazione termomeccanica che aveva provocato in alcuni casi cricche e rotture trasversali (Dore *et al.*, 2003). È importante sottolineare che si trattava in questo caso di tecniche di tipo invasivo, il cui utilizzo spesso si scontra con la necessità da parte dei curatori di garantire la conservazione dei manufatti; molto spesso tali tecniche vengono pertanto eseguite non su prelievi, ma su piccoli frammenti il cui distacco è da attribuire all'effetto di fenomeni corrosivi a carico della lega metallica. Rossi ha inoltre dimostrato come la tomografia assiale computerizzata (TAC), applicata a una piccola fibula di bronzo del deposito di S. Francesco (BO), sia stata in grado di fornire informazioni dettagliate sulla struttura interna, sul materiale e sulle dimensioni dei diversi elementi di cui la fibula risultava costituita (Rossi, 2003).

Tutti i materiali oggetto del presente studio sono stati restaurati negli anni '30, ovvero in anni in cui non era ancora in uso la pratica della classificazione e della documentazione degli interventi conservativi e di restauro che venivano eseguiti; pertanto non è stato possibile risalire ai tipi di intervento ed ai materiali utilizzati. Scopo finale dell'attività di ricerca è stato quello di approfondire la conoscenza di manufatti unici e preziosi, caratterizzandoli dal punto di vista chimico e microstrutturale; la definizione dello stato di conservazione è stata inoltre finalizzata alla progettazione di un restauro in vista dell'esposizione dei reperti e alla messa a punto delle condizioni conservative più idonee. Le indagini sono state condotte dal gruppo di Metallurgia del Dipartimento di Ingegneria, in collaborazione con il gruppo di Petrografia del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Ferrara.

### **Materiali e metodi**

Lo studio è stato condotto complessivamente su n°20 oggetti in lega metallica analizzati dal punto di vista morfologico nel 1922 dalla

Dott.ssa Daniela Balboni. Nel presente lavoro vengono illustrati soltanto i risultati delle indagini effettuate su alcune fibule di varie tipologie, poiché ritenuti i più significativi. Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva dei

materiali esaminati (Tab. 1), con indicazione del numero della tomba a cui appartiene il corredo, il numero di inventario ed una breve descrizione del reperto.

<b>Tomba</b>	<b>Inventario</b>	<b>Descrizione</b>
T.231	Inv.28352	<b>Fibula di tipo Certosa:</b> rinvenuta sul petto della defunta, funzionale alla chiusura della veste.
T.5	Inv.2598	<b>Fibula di tipo Halstattiano con due tamburi:</b> rinvenuta presso la spalla destra della defunta. Si tratta di una fibula di tipo Halstattiano occidentale, molto insolita per la città di Spina; essa costituisce un valido indizio per attestare l'intensità delle relazioni con il mondo alpino e transalpino.
T.1009	Inv.26719	<b>Fibula a sanguisuga ribassata con arco rigonfio:</b> rinvenuta sul petto della defunta, funzionale alla chiusura della veste. La chiusura era assicurata anche da una collana d'ambra, di cui resta soltanto un grano.

**Tab.1.** Numero della tomba a cui appartiene il corredo, numero di inventario e breve descrizione degli oggetti esaminati.

Le norme di tutela di questi oggetti di grande interesse archeologico hanno reso necessario l'utilizzo di tecniche prevalentemente di tipo non invasivo. In particolare, i campioni sono stati preventivamente osservati allo stereomicroscopio dotato di telecamera Moticam 2500-5Mp, trasportato presso i laboratori del Museo Archeologico Nazionale di Ferrara. La composizione chimica delle leghe di cui sono costituite le fibule, gli eventuali residui di prodotti di alterazione presenti sulla loro superficie ed i materiali utilizzati per il restauro eseguito negli anni '30, è stata identificata mediante fluorescenza di raggi X (XRF). In questo caso, l'applicazione della tecnica XRF, per le leggi relative all'utilizzo di sorgenti a raggi X, ha reso necessario lo spostamento dei reperti presso il Centro di Studi sulla Corrosione e Metallurgia "Aldo Daccò" dell'Università di Ferrara. Un frammento dell'Inv.2598, non prelevato direttamente dall'oggetto, è stato inoltre sottoposto ad analisi al microscopio ottico metallografico LEICA MEF4M e ad osservazione al microscopio elettronico a scansione ZEISS EVO 40, dotato di microsonda EDS per microanalisi a raggi X. Infine, l'applicazione della termografia infrarossa (IR) ha consentito di ricavare informazioni utili alla

messa a punto dei sistemi di imballaggio più adatti a garantire l'integrità delle fibule durante il trasporto presso i locali del Centro. Nel caso dell'Inv.26719 è stato possibile formulare, sulla base dei risultati ottenuti, alcune ipotesi in merito alla tecnica di fabbricazione impiegata per la realizzazione del manufatto.

## **Risultati e discussione**

### ***Fibula di tipo Certosa (Inv.28352)***

In Fig. 1 viene riportata un'immagine rappresentativa del retro della fibula di tipo Certosa (Inv.28352) sottoposta ad analisi.

Il manufatto è perfettamente integro, possiede una lunghezza massima di 5 cm ed una larghezza massima di 0,7 cm. Le osservazioni allo stereomicroscopio hanno evidenziato la presenza di lievi forme di degrado sotto forma di incrostazioni di colore chiaro e di cristalli colonnari e a punta che si sono sviluppati preferenzialmente sulla superficie interna dell'ago e dell'arco (cerchi rossi in Fig. 1). La fibula appare inoltre ricoperta da un sottile strato di colorazione scura, rimosso in più punti in corrispondenza della staffa (diamante giallo in Fig. 1) e riconducibile, con ogni probabilità, ad

un trattamento di argentatura superficiale. La staffa stessa risulta, infine, parzialmente fratturata.

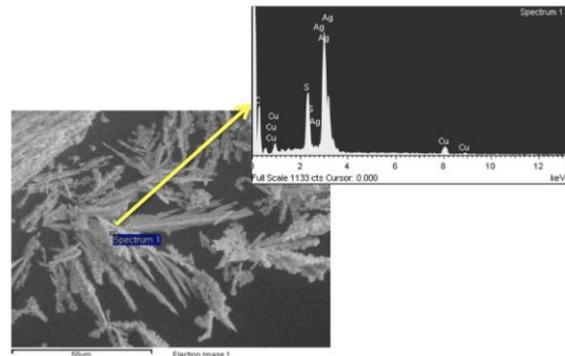
Parte dello strato superficiale di colorazione scura è stato successivamente prelevato e sottoposto ad osservazione al microscopio elettronico a scansione (SEM) e a microanalisi EDS, al fine di valutarne qualitativamente la composizione chimica. La microanalisi ha messo in evidenza elementi quali S, Cu, Pb e Ag. La presenza di zolfo e argento conferma la possibile argentatura eseguita allo scopo di esaltare le proprietà estetiche di questi elementi utilizzati per il fissaggio delle vesti o come elementi decorativi della persona; per quanto riguarda il piombo, esso può essere in parte riconducibile ad un processo di estrazione dell'argento per coppellazione, ma non si esclude che esso possa derivare dalla lega metallica. È noto infatti che tale elemento, in conseguenza della sua insolubilità nel rame e del suo basso punto di fusione, tende a separarsi in fase di solidificazione e a migrare all'interno delle cavità eventualmente presenti, favorendo la disossidabilità e la fluidità della lega fusa e, di conseguenza, l'ottenimento di pezzi anche di spessori sottili con un basso contenuto di difetti.



**Fig.1.** Immagine fotografica relativa alla fibula di tipo Certosa (Inv.28352), con indicazione delle zone sottoposte ad osservazione allo stereomicroscopio.

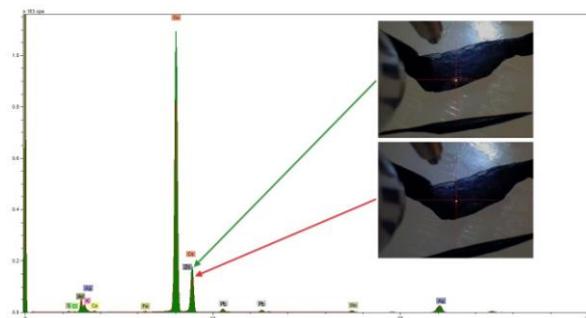
In Fig. 2 viene mostrata una micrografia SEM che mostra alcuni cristalli riscontrati all'interno dell'ago della fibula, unitamente allo spettro EDS. Essi risultano costituiti in prevalenza da zolfo ed argento e possono essere pertanto considerati un residuo dei fenomeni di alterazione che hanno interessato la superficie del campione. La particolare morfologia di tali

cristalli suggerisce che possa trattarsi di acantite, ovvero di solfuro di argento, in genere stabile in natura alla temperatura ambiente; tale ipotesi dovrà essere verificata attraverso ulteriori indagini mediante tecnica di diffrazione di raggi X (XRD).



**Fig.2.** Micrografia SEM in cui si riportano alcuni cristalli riscontrati sulla superficie interna dell'ago della fibula (Inv.28352), con relativo spettro EDS.

In Fig. 3 vengono riportati gli spettri XRF eseguiti in più punti della superficie dell'Inv.28352. Non si osservano differenze significative fra la composizione chimica dei due punti riportati in figura, si ipotizza pertanto che il manufatto sia stato ottenuto mediante un'unica fusione. Sulla base delle analisi eseguite è possibile inoltre affermare che il reperto è stato realizzato in una lega di Cu contenente tracce di Zn e sottoposto ad un trattamento di argentatura superficiale. Il molibdeno è riconducibile al materiale utilizzato come sorgente di raggi X.



**Fig.3.** Figura 3 Spettri XRF relativi a due punti della superficie della fibula di tipo Certosa (Inv.28352).

#### ***Fibula di tipo Halstattiano (Inv.2598)***

In Fig. 4 viene mostrata un'immagine rappresentativa del fronte della fibula di tipo Halstattiano (Inv.2598) sottoposta ad analisi.

Il manufatto è stato rinvenuto presso la mano destra della defunta all'interno della tomba denominata T.5 ed è del tutto insolito in ambito spinetico. Lo stato di conservazione appare discreto; esso presenta lacune di entità rilevante, tali che le parti costituenti la fibula sono parzialmente riconoscibili, la lunghezza massima è pari a 5,6 cm mentre la larghezza massima è di circa 2,1 cm. Le indagini allo stereomicroscopio hanno evidenziato numerosi danni estetici e strutturali, con conseguente perdita della decorazione originaria, causati dai materiali impiegati durante gli interventi di restauro che hanno subito nel tempo alterazioni cromatiche e morfologiche. In alcuni punti la perdita della funzione di consolidamento esercitata dai materiali stessi ha provocato la frattura di parti della fibula con formazione di vere e proprie lacune.

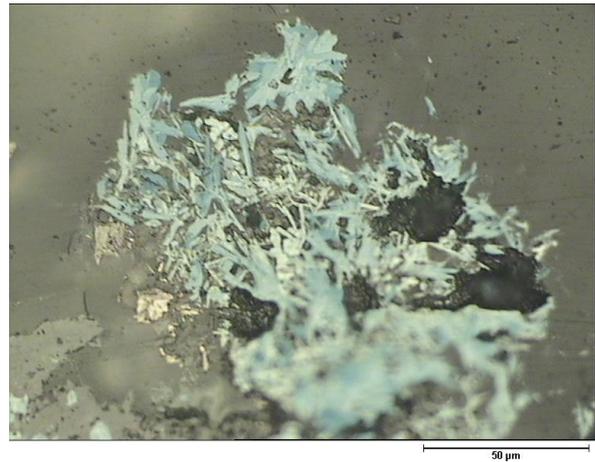


**Fig.4.** Immagine fotografica relativa alla fibula di tipo Halstattiano (Inv.2598).

Un frammento già distaccato dall'oggetto è stato sottoposto a preparativa ed osservato al microscopio ottico metallografico (OM). Sulla superficie metallica è visibile un aggregato aghiforme di colorazione azzurra (Fig. 5) all'interno del quale sono presenti numerose fratture di forma globulare (quasi esagonale), attribuite, con ogni probabilità, ad una dilatazione termica differenziale del materiale di cui è costituito il reperto e quello utilizzato durante il restauro eseguito negli anni '30: ciò ha determinato nel tempo la frattura del protettivo e, in qualche caso, la rimozione del materiale originale.

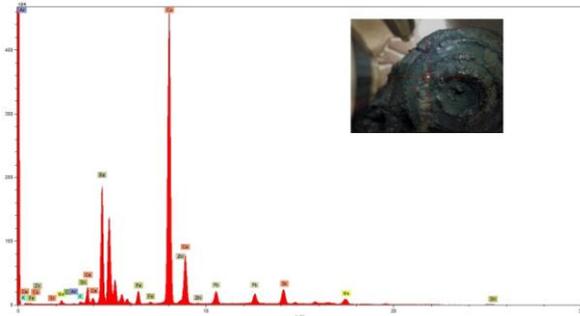
Il frammento è stato successivamente osservato al microscopio elettronico a scansione (SEM) e sottoposto a microanalisi EDS, allo scopo di valutare la composizione chimica dei

cristalli aghiformi presenti sulla sua superficie. Essi risultano costituiti principalmente da S, Cu e Sn in tracce e possono pertanto essere considerati un residuo dei fenomeni di alterazione che hanno interessato nel tempo la superficie del manufatto. Come per la fibula di tipo Certosa è consigliabile eseguire ulteriori indagini attraverso tecnica di diffrazione di raggi X (XRD), al fine di identificare i prodotti di corrosione riscontrati sul reperto.



**Fig.5.** Micrografia al microscopio ottico metallografico (OM) del frammento distaccatosi dalla superficie della fibula di tipo Halstattiano (Inv.2598).

Sull'intera fibula sono state infine eseguite indagini mediante fluorescenza di raggi X, i cui risultati principali sono riportati in Fig. 6. Le analisi hanno mostrato che si tratta di una lega contenente elementi quali Cu, Sn, Zn, unitamente a Pb e Fe sotto forma di impurezze. Come evidenziato in precedenza, il molibdeno è riconducibile al materiale utilizzato come sorgente di raggi X. Il bario deriva, con ogni probabilità, dal consolidante utilizzato durante le operazioni di restauro, tale interpretazione è, tuttavia, piuttosto problematica. L'uso del bario era già stato sperimentato in passato, ma l'introduzione del cosiddetto "metodo Ferroni-Dini" risale soltanto alla fine degli anni '60 e riguarda l'utilizzo dell'idrossido di bario per il consolidamento chimico-strutturale "in situ" di dipinti murali soggetti a fenomeni di degrado provocati dalla cristallizzazione di solfati. In alcuni casi il consolidamento diretto con il bario è tuttora impiegato per la conservazione di patine artificiali, ma che presentano sotto di esse fenomeni di solfatazione. Non vi sono studi che testimoniano l'applicazione di idrossido di bario per il restauro di manufatti metallici di interesse storico-artistico.



**Fig.6.** Spettro XRF relativo alla superficie della fibula di tipo Halstattiano (Inv.2598).

### ***Fibula a sanguisuga (Inv.26719)***

In Fig. 7 viene mostrata un'immagine rappresentativa del retro della fibula a sanguisuga (Inv.26719) sottoposta ad analisi.



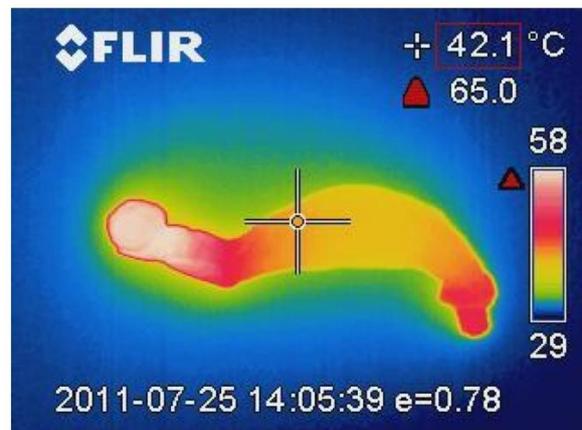
**Fig.7.** Immagine fotografica relativa alla fibula a sanguisuga (Inv.26719), con indicazione delle zone sottoposte ad osservazione allo stereomicroscopio.

Anche in questo caso lo stato di conservazione del manufatto appare discreto; esso presenta lacune di entità rilevante, tali che le parti costituenti la fibula sono parzialmente riconoscibili, la lunghezza massima è pari a 5,6 cm mentre la larghezza massima è di circa 1,3 cm. In particolare, le osservazioni allo stereomicroscopio hanno evidenziato alcune fratture in corrispondenza dell'alloggiamento dell'ago (quadrato viola in Fig. 7) e all'interno dell'ardiglione (triangolo azzurro in Fig. 7).

L'analisi del reperto mediante termografia infrarossa (IR) ha fornito utili informazioni in merito alla tecnica fusoria utilizzata per la realizzazione del manufatto. Gli studi condotti sulle fibule ritrovate durante gli scavi di Casa di Ricovero di Este e sulle fibule del deposito di S. Francesco di Bologna, hanno permesso di risalire

alle tecnologie di fabbricazione di alcune delle fibule più diffuse (Bietti Sestieri *et al.*, 1992). In particolare, le fibule di tipo Certosa venivano realizzate con la tecnica di fusione a cera persa. Essa prevedeva la creazione di un modello in cera naturale dell'oggetto che si voleva ottenere, a cui si aggiungevano alle estremità alcuni condotti necessari per colare il metallo fuso e garantire la fuoriuscita dei gas. Il modello in cera veniva in seguito rivestito di terra refrattaria e lo stampo veniva riscaldato ad una temperatura di circa 500°C per far defluire la cera all'interno. Una volta raffreddato lo stampo, l'involucro esterno veniva eliminato e le parti costituenti la fibula venivano modellate. Le fibule a sanguisuga erano ottenute con la medesima tecnica della cera persa, al loro interno veniva inserita un'anima refrattaria allo scopo di risparmiare metallo liquido. Nell'anima in argilla era posizionato un perno distanziatore, funzionale all'immersione dell'anima nella cera liquida e al suo posizionamento nello stampo.

In Fig. 8 viene mostrata l'immagine ottenuta mediante termografia infrarossa (IR) della fibula a sanguisuga oggetto di studio. Si sottolinea che la differente colorazione al centro del reperto suggerisce la presenza di un'anima in materiale refrattario compatibile con la tecnica di fabbricazione precedentemente descritta.



**Fig.8.** Termografia infrarossa (IR) eseguita sulla fibula a sanguisuga (Inv.26719).

### **Conclusioni**

La presente attività di ricerca ha dimostrato come l'applicazione di indagini di tipo archeometrico su oggetti metallici provenienti dalla necropoli di Spina in Valle Trebbia sia stata in grado di fornire utili informazioni in merito

alla loro composizione chimica (caso della fibula di tipo Certosa, Inv.28352) e sulle principali tecniche di fabbricazione (caso della fibula a sanguisuga, Inv.26719).

Gli studi eseguiti hanno inoltre permesso di constatare che i manufatti presentano sulla loro superficie numerosi segni di degrado principalmente di tipo antropico, ovvero causato dai materiali e dagli strumenti utilizzati per gli interventi di restauro risalenti agli anni '30. In particolare, il mancato ritrovamento delle schede di restauro non ha permesso di ricostruire in maniera univoca i tipi di intervento eseguiti. Per tale ragione, si suggerisce di approfondire la conoscenza riguardante lo stato della superficie di ciascun reperto mediante diffrazione di raggi X (XRD) e microscopia Raman, al fine di definire le condizioni conservative più idonee.

### Ringraziamenti

Si ringraziano il Soprintendente per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna, Dott. Filippo Maria Gambari, e la Direttrice del Museo Archeologico Nazionale di Ferrara, Dott.ssa Caterina Cornelio, per aver concesso l'autorizzazione allo studio di questi oggetti unici e preziosi.

### Bibliografia

- Volpin, S. and L. Apollonia, 1999: Le analisi di laboratorio applicate ai beni artistici policromi, Il Prato, 128 pp.
- Matteini, M. and A. Moles, 1984: Scienza e restauro. Metodi di indagine, Nardini, 320 pp.
- Garagnani, G.L., Spinedi, P. and A. Baffetti, 1993: Caratterizzazioni microstrutturali ed analisi chimiche dei reperti metallici. Vulcano a Mezzano. Insediamento e produzioni artigianali nella media valle del Fiora durante l'età del Bronzo, Ed., Comune di Valentano - Museo Civico, 87-95.
- Aurigemma, S., 1960: Scavi di Spina. La necropoli di Spina in Valle Trebba, Vol. 1, "L'Erma" di Bretschneider, 211 pp.
- Dore, A., Mazzeo, R. and B. Benati, 2003: Fibule ageminate dai sepolcreti villanoviani di Bologna. FIBULAE. Dall'età del bronzo all'alto Medioevo: tecnica e tipologia, E. Formigli, Ed., Polistampa, 83-93.
- Rossi, M., 2003: Analisi di una fibula in bronzo mediante Tomografia Computerizzata. FIBULAE. Dall'età del bronzo all'alto Medioevo: tecnica e tipologia, E. Formigli, Ed., Polistampa, 59-74.
- Bietti Sestieri, A.M., De Santis, A., Guida, G. and M. Marabelli, 1992: Studio metallografico di fibule dalla necropoli di Osteria dell'Osa. Archeometallurgia. Ricerche e prospettive, S.E. Antonacci, Ed., CLUEB, 609-627.



## Valorizzazione del patrimonio monumentale della Certosa di Bologna attraverso analisi biologiche e petrografiche

Lisa VOLPE<sup>1,5</sup>, Marilena LEIS<sup>1,2</sup>, Stefania BRUNI<sup>3</sup>, Raissa SBROGGIO<sup>4</sup>, Carmela VACCARO<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> TekneHub, Università degli Studi di Ferrara.

<sup>2</sup> Dipartimento di Biologia ed Evoluzione, Università degli Studi di Ferrara. e-mail: marilena.leis@unife.it

<sup>3</sup> ENEA UTSISM, Laboratorio di Microscopia Elettronica, Centro Ricerche Bologna.

<sup>4</sup> Laureata in "Tecnologie per i Beni Culturali", Università degli Studi di Ferrara.

<sup>5</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Ferrara.

---

### Riassunto

Il cimitero monumentale La Certosa (Bologna), conservando la più ricca esposizione d'arte neoclassica italiana, rappresenta la più compiuta espressione dello spirito italiano ottocentesco. Nei diversi ambienti che lo caratterizzano, offre ai visitatori un ampio e vario repertorio di opere dei sec. XX e XXI, realizzate da artisti di fama internazionale e locale, che potranno operare in questi spazi, trasformando il cimitero in un vero e proprio museo *en plein air*, espressione degli stili e del gusto in evoluzione col susseguirsi delle mutazioni sociali e culturali. La presenza di opere molto diverse tra loro (pittoriche, statuarie, ecc.) impone uno studio specifico delle problematiche conservative per ognuna di esse. Per tali ragioni, dopo indagini preliminari in situ, lo studio si focalizza sui campioni mediante analisi di microscopia ottica ed elettronica e microanalisi chimica, fornendo informazioni utili ed indispensabili per le fasi di restauro e conservazione delle opere d'arte.

**Parole chiave:** pittura murale ottocentesca, biodeterioramento, petrografia, conservazione, restauro.

### Abstract

Preserving a rich Italian neoclassical art exhibition, Cemetery complex La Certosa (Bologna, Italy) is the fullest expression of nineteenth-century Italian spirit. In the different environments that characterize it, Certosa offers visitors a wide and varied repertoire of artworks made in XXth and XXIth century, created by internationally and local renowned artists, which could operate in these spaces, converting it into an open-air museum and reflecting the social-cultural styles and tastes that change with the time. The presence of different artworks (mural painting, statuary complex, etc.) requires a specific study of conservation problems for each of them. For these reasons, after preliminary investigations in situ, the study focuses on the samples' analysis by optical and electron microscopy and chemical microanalysis, providing useful and necessary information for conservative restoration and maintenance works.

**Key words:** mural painting. XXth century, biodeterioration, petrography, conservation, restoration.

---

### Introduzione

#### *La certosa*

Il complesso cimiteriale "La Certosa" di Bologna può essere annoverato tra i più importanti ed interessanti cimiteri monumentali d'Italia e d'Europa e, racchiudendo opere d'arte di diverse epoche e tipologie, può essere considerato un luogo rappresentativo di arti e stili che si sono succeduti nel tempo: sepolcreto di età

etrusca (VI-IV sec. a.C.), convento certosino (XIV-XVIII) e cimitero comunale (dal 1801 ad oggi).

Riutilizzando le preesistenti strutture della Certosa di San Girolamo di Casara, divenute proprietà del demanio alla fine del secolo precedente (XVIII), il cimitero comunale venne istituito nel 1801. Esclusa, infatti, l'ipotesi di costruire quattro cimiteri suburbani in corrispondenza dei quartieri della città e l'ipotesi

di un cimitero pedecollinare fuori porta Saragozza, la Commissione di Sanità del Dipartimento del Reno attribuì all'antico monastero la nuova destinazione d'uso. La Certosa, infatti, possedendo tutti i requisiti richiesti per la trasformazione in un moderno cimitero comunale quali: distante dal centro abitato - rispondendo così alle più aggiornate norme igienico-sanitarie illuministe, presenza di ampi spazi aperti, chiostri porticati, edifici e volumi adatti ad essere trasformati e reimpiegati rapidamente ed economicamente ed essendo ubicata a metà strada tra la città e il santuario di San Luca, era il luogo ideale di unione tra la dimensione terrena e quella spirituale. Questa particolare locazione (vicino ad un corso fluviale ed ai piedi di un colle) fu adibita, anche in passato, a luogo sepolcrale. Gli scavi archeologici effettuati dall'archeologo Antonio Zannoni hanno, infatti, riportato alla luce, tra il 1869 ed il 1871, una necropoli etrusca con manufatti databili tra la metà del VI ed il IV sec. a.C. (oggi conservati al Museo Civico Archeologico di Bologna).

La trasformazione del vecchio monastero determinò, però, la demolizione della quasi totalità delle strutture di servizio e parte dei quartieri dei monaci, ad eccezione di alcuni muri perimetrali. I primi spazi riutilizzati furono il vecchio Chiostro delle celle (oggi noto come Chiostro Terzo o della Cappella), in cui sono conservate le prime opere cimiteriali realizzate nella Certosa ed appartenenti al quadraturismo bolognese (Quintavalle, 2004; Rocchetta & Zaniboni, 2001).

Tra il 1801 e il 1815 (periodo del governo giacobino) la quasi totalità dei monumenti sepolcrali fu eseguita impiegando la tecnica del dipinto murale. Dal 1815 in poi, la difficile conservazione delle pitture murali situate all'aperto, il lento mutamento di gusto in direzione neoclassica e l'intervento dell'Accademia di Belle Arti, determinarono la predominanza della memoria plastica su quella pittorica per perpetuare le virtù dei defunti, trasformando il cimitero nell'attuale privilegiato ed ideale luogo ove ammirare la scultura ottonecentesca. La Certosa, infatti, accompagnò il percorso storico-artistico della città di Bologna e della nazione: nelle differenti aree si possono osservare elementi stilistici di movimenti artistici famosi, quali il Liberty ed il Decò, così come si può godere dei due monumenti commemorativi ai caduti della prima guerra mondiale e ai caduti

fascisti (Quintavalle, 2004; Rocchetta & Zaniboni, 2001; Sbroggiò, 2009-2010).

Considerando in particolar modo i numerosi problemi conservativi che presenta oggi la Certosa, lo studio condotto ha focalizzato la propria attenzione su quelle opere di grande pregio che necessitano per prime di un intervento di restauro conservativo. Tra queste, le pitture murali, realizzate nei primi spazi utilizzati come cimitero (Fig. 1a e 1b) sono di particolare importanza in quanto rappresentano tombe monumentali di personaggi illustri per cultura, meriti morali o nobiltà (Sbroggiò, 2009-2010).



**Fig.1.** Cimitero monumentale Certosa di Bologna: a) mappa della Certosa con indicata l'ubicazione del monumento Ignazio Magnani (Chiostro III); b) Chiostro III; c) monumento a Ignazio Magnani.

Tali opere, inoltre, dal punto di vista artistico sono rappresentative della tradizione quadraturista bolognese dell'epoca: una pittura illusivo-prospettica che, nonostante i bassi costi esecutivi, poteva narrare le gesta di uomini importanti.

In questo lavoro verrà illustrato lo studio condotto su uno dei monumenti funerari più antichi presenti nella Certosa: il monumento funerario dedicato a Ignazio Magnani (Fig. 1c).

### **Monumento funerario dedicato a Ignazio Magnani**

#### *Ignazio Magnani*

Secondo fonti archivistiche, Ignazio Magnani nacque a Bologna il 5 maggio 1740 e venne educato "alla scienza delle leggi", studiando diritto civile, canonico, diritto criminale e conseguendo la laurea in utroque iure il 16 aprile 1761. Annoverando un'illustre carriera di professore presso l'Università di Bologna e di avvocato (*Avvocato di poveri e difensore d'ufficio dei rei, membro della Congregazione dei presidenti del Monte di pietà*

di Bologna, ecc.), “egli usava quel modo di scrivere, che il naturale ingegno gli dettava: non cercò fama a sé stesso solo cercò la salvezza degl'inquisiti; e come la ottenne assai di sovente, così per la efficacia delle sue difese si procacciò non pure interno compiacimento, ma grande celebrità” (Vaccolini, 1835; A.A.V.V., 1825).

Anche se ebbe meno successo nella carriera politica e diplomatica, in quanto “per natura contegnoso e di costumi severi, non sapeva accomodarsi alle pratiche cortigianesche” (Sbroggiò 2009-2010), furono molte le cariche di cui fu insignito: giudice del tribunale d'appello di Bologna durante la Repubblica Cispadana, deputato nella consulta di Lione, commendatore dell'Ordine della Corona di Ferro, ecc. Morì il 19 agosto 1809 per “podagra al petto” (Foglio sepolcrale D52 n. 4050) e la salma venne trasferita dall'abitazione alla chiesa parrocchiale di San Domenico, in presenza del prefetto, di tutte le autorità civili e militari. La truppa francese di guarnigione e la guardia nazionale scortarono la pompa funebre, prestando servizio alle porte e nell'interno della chiesa durante il solenne funerale (Sbroggiò 2009-2010).

#### *L'opera*

Distintosi in vita per meriti, Ignazio Magnani non poteva, dunque, alla morte che essere degnamente onorato con un monumento: “la sua bene amata Rosalia Lodi, cui volle erede d'ogni suo avere” ottenne gratuitamente dal Comune l'arco n. 30 nel Chiostro III e “commise l'esecuzione del monumento all'Ornatista Giuseppe Muzzarelli, il qual fu assistito dal Figurista Fancelli” (Zecchi, 1825).

L'opera (Fig. 1c), inserita all'interno del periodo quadraturista bolognese, è stata quindi realizzata grazie alla collaborazione di due importanti artisti bolognesi dell'epoca: Pietro Fancelli (Bologna, 1784 – Pesaro, 1850) e Giuseppe Muzzarelli (1785 - seconda metà XIX sec.). Il primo, noto “fra i pittori figuristi accademici bolognesi, che di lor opere adornaron la patria [...] era uno degli onorati avanzi della celebrata Accademia Clementina” (Masini, 1850). Il secondo, invece, allievo di Petronio Fancelli, fu un importante pittore specializzato in ornati.

La tipologia di memoria funebre proposta si caratterizza per una composizione prospettico-architettonica e per le numerose raffigurazioni allegoriche che si rifanno sia all'ambito giurista sia al concetto di vita ultraterrena. Il monumento funebre dipinto (Fig. 1c), infatti, è posto entro

una prospettiva di cortile aperto (Fig. 1a e 1b), con nicchie ed un fregio in bassorilievo di fiori d'acanto alle pareti (simbolo resurrezione ed immortalità) e, su uno zoccolo liscio, è presente un sarcofago con superfici strigilate recante al centro la lapide sepolcrale, in marmo bianco, con iscrizioni incise. Sopra al sarcofago sono disposti, simmetricamente l'uno di fronte all'altro, due leoni, quali simboli di forza, nobiltà, fierezza, maestà, coraggio ed ardore e libri, documenti cartacei ed una lucerna, simboli della conoscenza e dell'erudizione. Un'ara, sovrapposta al sarcofago, presenta, centralmente, un medaglione circolare con il profilo del defunto circondato da rami di alloro ad indicarne immortalità, gloria e sapienza e di quercia come allegoria della gloria e del successo. Tra i serti di alloro compare a sinistra la corona ferrea, di cui Magnani era commendatore (Fig. 1c). Conclude la composizione una figura allegorica della Giustizia, distesa e appoggiata col gomito sinistro su una colonna spezzata, che simboleggia l'interruzione della vita mentre regge tra le mani la bilancia e la spada (Fig. 1c).

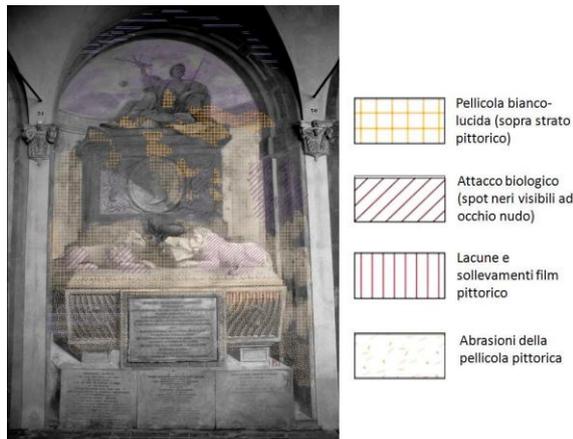
La porzione basale del monumento ospita anche le tre lapidi sepolcrali marmoree recanti le epigrafi degli eredi di Ignazio Magnani: Rosalia Lodi e Giovanni Battista Decok (lapide a sinistra), Maria Boldini Graziani, Giuseppe Graziani e Antonio Graziani (lapide centrale) ed Olimpia Graziani (lapide destra) (Fig. 1c). Grazie a numerose fotografie e stampe del XIX sec. è stato possibile ricostruire l'aspetto originario del monumento così come doveva apparire ai fruitori dell'epoca (Sbroggiò 2009-2010; Terry, 1813-1817).

#### *Stato di conservazione*

L'intero complesso cimiteriale della Certosa presenta numerosi problemi legati a fenomeni di degrado fisico, chimico e biologico. Considerando, nello specifico, il dipinto oggetto di studio, i fattori determinanti per l'avanzamento dello stato di degrado (Fig. 2) sono dati sia dalla tecnica artistica usata sia dagli agenti esterni all'opera ed indipendenti da essa.

Occorre, infatti, ricordare che il dipinto murale, non essendo stato eseguito con la tecnica del *buon fresco*, presenta molte porzioni realizzate su un intonaco in avanzato stato di carbonatazione che conferisce una minor resistenza nel tempo oltre a numerose rifiniture a secco (Fig. 3d). Tali problematiche accelerano il normale degrado, specialmente se l'opera, come in questo caso, è esposta alla continua azione di

agenti atmosferici, di inquinanti ed a fenomeni persistenti di risalita capillare.



**Fig.2.** Localizzazione dei principali fenomeni di degrado interessanti la pellicola pittorica.



**Fig.3.** Fenomeni di degrado presenti sul monumento funerario ad Ignazio Magnani: a) superficie con spot neri; b) pellicola-vernice bianca; c) lapide sepolcrale; d) mancanze, sollevamento della pellicola.

Inoltre pregressi interventi di restauro, effettuati nel XIX secolo e negli anni '70, (Sbroggiò, 2009-2010), hanno provocato ulteriori fenomeni di degrado legati probabilmente all'inadeguatezza dei prodotti impiegati. L'utilizzo di materiali chimicamente diversi da quelli dell'opera, infatti, è una delle possibili cause della formazione della pellicola bianca e lucida riscontrata sullo strato pittorico (Fig. 3b), di arricciamenti e sollevamenti del colore dallo strato di intonaco sottostante (Fig. 3d), nonché di vere e proprie perdite di pellicola pittorica che, in alcune aree, risulta essere molto decoesa, e quindi particolarmente fragile (Fig. 3d). La superficie dell'opera, inoltre, ricoperta in parte da depositi di polvere, presenta un evidente attacco

biologico, denunciato da micro spot neri ben visibili ad occhio nudo, localizzati su diverse porzioni del film pittorico stesso (Fig. 3a). Fenomeni di deposizione di croste nere, ingiallimenti e perdite di materiale sono stati riscontrati, infine, sia sulla lapide sepolcrale dedicata ad Ignazio Magnani (Fig. 3c) sia sulle lapidi degli eredi del giurista, dove si evidenziano anche alterazioni cromatiche causate probabilmente da vecchie cere applicate sulla superficie, perdita di materiale lapideo e di pigmenti nelle iscrizioni (Fig. 3c).

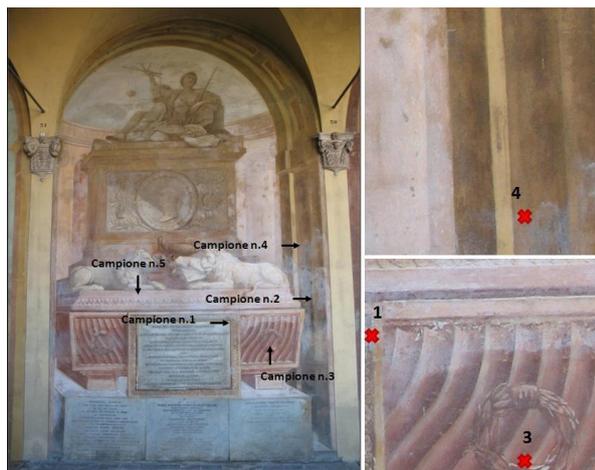
Non disponendo dei documenti redatti in occasione di precedenti interventi di restauro, un'indagine analitica, eseguita su campioni di dimensioni microscopiche, prelevati dal manufatto, può consentire la corretta interpretazione d'insieme dell'opera e dell'ambiente in cui essa è inserita, permettendo un valido supporto per la progettazione dei futuri interventi di manutenzione e restauro conservativo.

### Materiali e metodi

Dopo sopralluoghi ed indagini non invasive effettuate *in situ*, per lo studio dello stato di conservazione (Fig. 2 e 3), della tecnica artistica per il riconoscimento, a livello macroscopico, dei principali fenomeni di degrado, sono stati effettuati microcampionamenti in zone rappresentative delle sintomatologie che ricorrevano sull'intero dipinto murale (Fig. 4).

Tali campionamenti hanno interessato principalmente la superficie dell'opera analizzata e sono stati effettuati in corrispondenza del sarcofago dipinto con superfici strigliate (campioni n.1\_micro spot neri, n.3\_sollevamento pellicola pittorica e protettivo), dello sfondo architettonico (campioni n.2\_giallo con protettivo, n.4\_micro spot neri e protettivo), del manto del leone (campione n.5) e di una lettera con avanzato stato di degrado presente sulla lapide sepolcrale di Ignazio Magnani (campione n.6\_lettera "I") (Fig. 4).

Le ricerche sui campioni, effettuate in laboratorio, sono state finalizzate all'identificazione della tecnica artistica, dei materiali utilizzati (pigmenti film pittorico, intonachino, protettivo, ecc.) e alla valutazione dei fenomeni di degrado chimico, fisico e eventuale biotico, presenti sulla pittura.



**Fig.4.** Mappa dei punti di prelievo sulla superficie dipinta.

Lo studio dei processi di alterazione e dei fenomeni di vario tipo, quali alterazione chimica, formazione di depositi, cristallizzazione di sali nei pori, fratture, ecc., viene condotto a livello microscopico ad alti ingrandimenti. Per tali ragioni, uno studio preliminare dei campioni è stato fondamentale con lo scopo di avere informazioni riguardanti sia la tecnica esecutiva sia lo stato di conservazione del manufatto in esame e per selezionare i campioni più rappresentativi da analizzare successivamente con altre tecniche, quali la Microscopia Elettronica a Scansione. Il microscopio elettronico a scansione corredato di microanalisi chimica (SEM/EDS), infatti, permette di approfondire sia le conoscenze sulla struttura delle superfici e dei fenomeni di biodegrado con uno studio morfologico ad elevati ingrandimenti, sia la composizione chimica elementare dei materiali a livello microscopico.

Le indagini allo stereomicroscopio sono state effettuate presso il Laboratorio di Ecologia Applicata all'Ambiente Terrestre (Dipartimento di Biologia ed Evoluzione, Università degli Studi di Ferrara), con strumentazione LEICA Zoom 2000-fotocamera digitale Pentax Optio S3 e presso il Dipartimento di Scienze della Terra (Università degli Studi di Ferrara) con strumentazione OPTIKA SZ6745TR corredato di webcam MOTICAM 2005 5.0 Mpx. Per quanto riguarda, invece, le analisi SEM/EDS effettuate in pressione variabile su campioni non trattati, è stata utilizzata strumentazione SEM Zeiss Evo 40 – INCA 300 Oxford (Università degli Studi di Ferrara) e strumentazione SEM/FEI Inspect S – EDAX microanalisi (ENEA-UTSISM, Bologna).

L'analisi a pressione variabile si è dimostrata particolarmente utile in quanto, non essendo necessario alcun trattamento per lo studio superficiale del campione (coating o metallizzazione), permette un'eventuale ricollocazione dei campioni nell'opera e/o un ulteriore approfondimento con diverse tipologie analitiche.

## Risultati

### *Tecnica artistica e materiali pittorici*

La complementarietà delle informazioni ottenute tramite le indagini macroscopiche effettuate in situ ed i risultati analitici, ha permesso un vantaggioso utilizzo dei dati scientifici per completare e confermare l'analisi dello stato di conservazione ed ipotizzare una migliore progettazione di futuri interventi di restauro e manutenzione conservativa (Sbroggiò, 2009-2010).

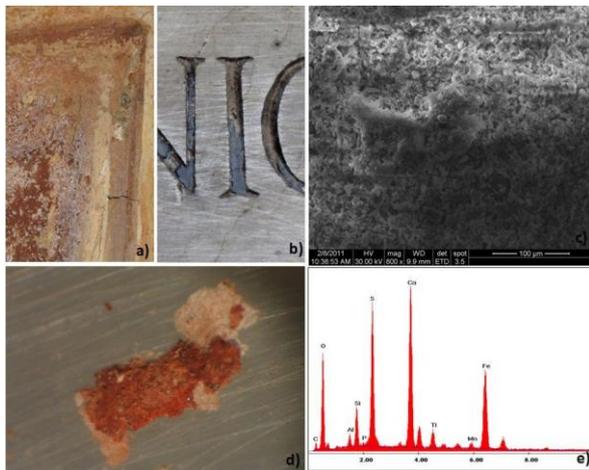


**Fig.5.** Monumento Ignazio Magnani: a) rilievo grafico con indicazione delle incisioni quale tecnica di riporto del disegno; b) tracce di tecnica trasposizione del disegno (luce radente).

La mancanza, infatti, di strati preparatori caratteristici dell'affresco (arriccio, intonaco, intonachino) e l'applicazione diretta sulla superficie del film pittorico ha fatto supporre che i pigmenti siano stati applicati quando lo strato di intonaco era già asciutto (pittura murale) con una tecnica mista a secco (Fig. 3d e 5b).

Considerando le zone di campionamento (campioni cromatiche rosso-brune e chiare: campioni n.2, 3, 4) ed i risultati delle analisi chimiche EDS (Fig. 6), si può ipotizzare l'uso di pigmenti a base di terre rosse residuali, arricchite in ossidi di ferro ottenute con diverse temperature di cottura del pigmento originale (ocra gialla, ocra rossa, terra d'ombra naturale e la terra

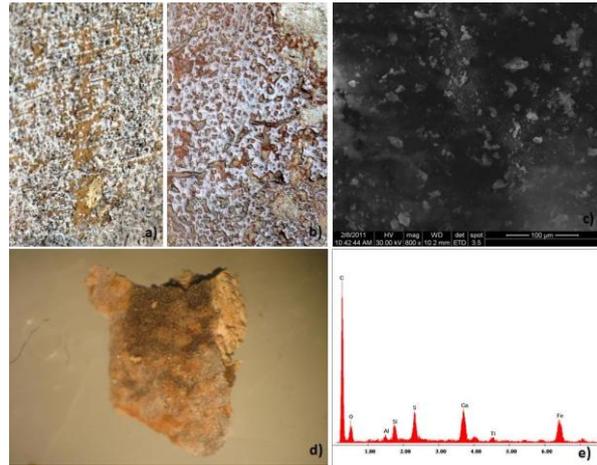
d'ombra bruciata), miscelate a carbonato di calcio per ottenere le tonalità più chiare (Montagna, 1999). La presenza, invece, di titanio, riscontrata nella maggior parte dei campioni ed in particolare modo nei campioni prelevati in punti coincidenti con ridipinture novecentesche, potrebbe essere legata all'ultimo intervento di restauro, effettuato negli anni '70.



**Fig.6.** Film pittorico: a) campiture bruno-rosse; b) pigmento nero della scritta nell'epigrafe; c) immagine SEM (800x) campione n. 3 (ocra rossa); d) immagine stereomicroscopio (25x) pigmento n. 3 (ocra rossa); e) analisi SEM/EDS campione n. 3 (ocra rossa)

Sulla superficie pittorica, inoltre, è stata riscontrata la presenza di una pellicola organica, avente probabilmente funzione di protettivo o di consolidante (Fig. 3b, 3d, 7); l'interazione pellicola-superficie murale potrebbe essere responsabile del degrado estetico - fisico della matrice pittorica.

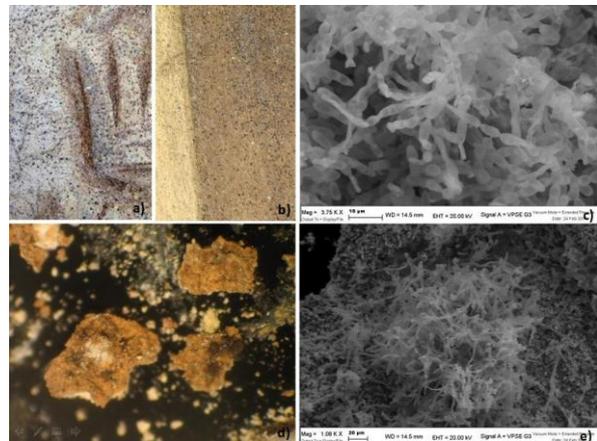
Per quanto riguarda invece il pigmento utilizzato come riempitivo dell'incisione sull'epigrafe (Fig. 6b), la composizione chimica riscontrata dalle analisi SEM/EDS ha fatto supporre l'uso di Nero fumo (C, O, S), un pigmento in uso sin dall'antichità ed ottenuto dalla combustione incompleta di sostanze organiche ricche in carbonio (Montagna, 1999). Eventuali tracce di calcio presenti nel campione possono essere dovute a residui di marmo (epigrafe), asportati durante la fase di campionamento. Un tale tipo di composizione e fenomeni di degrado sono stati riscontrati anche in altri pigmenti neri, usati come inchiostri e presenti all'interno di lettere incise in epigrafi della Certosa di Bologna (Spirandelli, 2009-2010).



**Fig.7.** Film pittorico: a) b) pellicola organica; c) immagine SEM (800x) campione pellicola organica; d) immagine stereomicroscopio (25x) campione pigmento con pellicola.

### Biodegrado

Interessante e degno di nota è anche lo studio delle forme di biodegrado presenti sui campioni e sull'opera stessa. L'osservazione *in situ* ha permesso di selezionare zone particolarmente interessanti da questo punto di vista.



**Fig.8.** Colonie fungine presenti sulla superficie pittorica: a) b) macrofotografia, c) immagine al SEM (3,75 Kx), d) immagine stereomicroscopio (20 x), e) immagine al SEM (1,08 Kx).

L'osservazione al SEM dei campioni di materiale prelevati ha confermato le ipotesi, formulate *de visu*, di un attacco biotico in corso (Fig. 8), evidenziando, infatti, un'abbondante crescita di micelio fungino sia sulla superficie del film pittorico, sia tra le porosità dello stesso (Fig. 8c, 8e). Nel campione n. 1 (Fig. 8c) sono molto evidenti ife fungine composte da cellule di forma

arrotondata, morfologicamente molto simili a quelle osservate in occasione di studi sulla caratterizzazione di funghi colonizzatori di facciate esterne di edifici adibiti a distillerie (Webb *et al.*, 2000): si potrebbe trattare di una colonia di *Baudoinia compniacensis* (= *Torula compniacensis*), un fungo originariamente rinvenuto sui muri di edifici posti nelle vicinanze delle distillerie di brandy a Cognac (Francia). Il genere *Baudoinia* è un colonizzatore cosmopolita di superfici poste all'esterno e soggette ad ampie oscillazioni di temperatura diurne, con variazioni periodiche di umidità oltre che di ambienti in presenza di vapori di etanolo. Lo sviluppo di una tale specie fungina potrebbe essere legato ad erronei interventi di pulitura o al prodotto utilizzato come protettivo e/o consolidante utilizzato nei restauri precedenti, in quanto molte resine sintetiche sono spesso applicate sulla superficie sciolte in soluzione alcolica (Sciclone, 2004).

L'osservazione al SEM del campione 4, prelevato in una zona con caratteristiche simili a quella corrispettiva al campione 1, ha evidenziato un'importante crescita micotica con ife fungine riconducibili (Fig.8e), sempre su base esclusivamente morfologica, al genere di funghi ubiquitari *Aureobasidium*, considerato uno dei maggiori agenti di degrado di materiali diversi, quali le superfici dipinte e il legno, oltre a polimeri sintetici, quale il PVC (polivinilcloruro), nei climi temperati. La specie osservata, infatti, è molto simile ad una colonia di *Aureobasidium pullulans* riscontrata durante uno studio sulla caratterizzazione del biodegrado di resine poliviniliche (Webb *et al.*, 2000). La crescita di specie fungine è stata riscontrata anche in corrispondenza dell'inchiostro della lettera "T" e del marmo della lapide sepolcrale: la perdita di materiale e di coesione del pigmento è da imputare, quindi, a fenomeni di biodegrado.

## Conclusioni

Sulla base dei risultati ottenuti con le indagini effettuate, si può ipotizzare quindi che gli artisti del *monumento ad Ignazio Magnani* abbiano utilizzato la tecnica della pittura murale mista con trasposizione del disegno preparatorio sulla superficie decorativa (Fig. 5). Per ottenere le diverse cromie sono stati utilizzati pigmenti comuni (ocre, terre, calce, ecc.) (Fig. 6), mentre i successivi interventi di restauro hanno previsto probabilmente l'uso del biossido di Titanio, come

ulteriore protettivo e l'applicazione di un film protettivo formato da resine di tipo sintetico (Fig. 7), probabilmente poliviniliche, che hanno prodotto in alcune aree sollevamenti e distacchi di materiale pittorico (Fig. 3b, 3d, 7). Per determinare meglio la natura del materiale organico sarebbe utile sottoporre il campione ad un'indagine più approfondita (gas-cromatografia, ecc.) in modo da consentire l'identificazione del solvente più efficace per le operazioni di pulitura per non recare danno alla pellicola pittorica antica.

Lo sviluppo, infine, di specie fungine sul film pittorico - protettivo (Fig. 8) e sull'inchiostro dell'iscrizione, potrebbe essere attribuito, probabilmente, a fenomeni di inquinamento nelle aree urbane ed all'utilizzo di polimeri sintetici, utilizzati nei trascorsi decenni. Sebbene l'indagine al SEM abbia permesso di studiare la morfologia degli organismi coinvolti nel degrado del manufatto artistico (Fig. 8) sarebbe opportuno procedere mediante coltura e successive analisi di biologia molecolare per avere conferma delle supposizioni elaborate; in questo modo si potrebbe rendere più mirato ed efficace l'intervento di pulitura e manutenzione. Considerando, infine, la delicatezza del monumento dedicato ad Ignazio Magnani e le sue condizioni generali, è consigliabile, per il futuro, un intervento di restauro reversibile, che abbia per obiettivi il ristabilimento della coesione e dell'adesione della pellicola pittorica oltre alla restituzione integrale leggibilità all'immagine dipinta.

## Ringraziamenti

Si ringrazia la Dr.ssa Maria Rita Bovolenta (Centro di Microscopia elettronica di Ferrara, Università di Ferrara, Ferrara) per le analisi condotte al SEM/EDS, il Dr. Renzo Tassinari, il Dr. Massimo Verde, la sig.ra Mirella Bonora, il sig. Paolo Chiarelli, il sig. Francesco Droghetti, il Dr. Renzo Tamoni ed il Dr. Umberto Tessari per il supporto analitico apportato.

## Bibliografia

- A.A.V.V., 1825: Collezione della più celebri difese criminali dell'avvocato Ignazio Magnani, Bologna, Dai Tipi del Nobili e Comp.
- Masini C., 1850: Cenno biografico di Pietro Fancelli pittore figurista, estratto dalla "Gazzetta di Bologna" del 9 febbraio 1850.

- Montagna G., 1999: I pigmenti. Prontuario per l'arte e il restauro, Nardini Editore, p.108.
- Quintavalle A. C., 2004: I colori del silenzio, Bologna, Comune di Bologna.
- Rocchetta C., Zaniboni C., 2001: La Certosa di Bologna, Bologna, Editrice Compositori.
- Sbroggiò R., 2009-2010: Storia e stato di conservazione del monumento funerario di Ignazio Magnani – Certosa di Bologna, Università degli Studi di Ferrara.
- Scicolone G. C., 2004: Il restauro dei dipinti contemporanei. Dalle tecniche di intervento tradizionali alle metodologie innovative, pp. 177.
- Spirandelli E., 2009-2010: Problematiche di conservazione del monumento funerario di Elisa Bonaparte “Pallade ed il genio della Gloria” (Opera di L. Bartolini), Università di Ferrara.
- Terry R., 1813-1817: Collezione de' disegni a semplice contorno delli Monumenti Sepolcrali nel Cimitero di Bologna. Biblioteca comunale dell'Archiginnasio di Bologna
- Vaccolini D., 1835: contributo in Biografia degli italiani illustri nelle scienze, lettere ed arti del secolo XVII, e de' contemporanei compilata da letterati italiani di ogni provincia, pubblicata per cura del professore De Tiplado E., tip. Alvisopoli, Venezia, anno MDCCCXXXV, volume secondo, p. 28. Provenienza dell'originale: Harvard University, digitalizzato il 14 ottobre 2008, link:<http://books.google.it/books?id=tdIpAAAAYAAJ&dq=biografia%20degli%20italiani%20illustri%20nelle%20scienze%20magnani&pg=PA29#v=onepage&q&f=false>.
- Webb S.J., Nixon M., Eastwood I.M., Greenhalgh M., Robson G.D., Handley P.S., 2000: Fungal Colonization and Biodeterioration of Plasticized Polyvinyl Chloride, Applied and Environmental Microbiology, Aug. 2000, pp. 3194-3200.
- Zecchi G., 1825: Collezione dei monumenti sepolcrali del cimitero di Bologna, Bologna.

## Ricerche storiche e conservative del patrimonio rurale della provincia di Ferrara: il caso studio di villa La Mensa (Sabbioncello San Vittore, Copparo, Ferrara)

Marilena LEIS<sup>1</sup>, Elena MARROCCHINO<sup>2</sup>, Carmela VACCARO<sup>2</sup>, Lisa VOLPE<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia ed Evoluzione, sezione Biologia Ambientale, Università degli Studi di Ferrara.

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Ferrara. e-mail: vcr@unife.it

<sup>3</sup>TekneHub, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Ferrara.

---

### Riassunto

Il complesso monumentale Villa La Mensa (Sabbioncello San Vittore, Copparo, Ferrara), residenza di villeggiatura vescovile in epoca rinascimentale, è oggetto di una campagna di studi diagnostici finalizzati a supportare il restauro, la conservazione e la valorizzazione del plesso. Il presente studio ed altri tutt'ora in corso forniscono informazioni relative ai materiali, allo stato di conservazione, alle tecniche architettoniche ed artistiche, ecc. mediante l'uso di metodologie scientifiche nei settori del biodeterioramento e della Petrografia applicata ai Beni Culturali. Dopo indagini non invasive *in situ*, lo studio è stato finalizzato alla comprensione dei vari aspetti del degrado su campioni rappresentativi mediante metodologie quali la microscopia ottica ed elettronica e la microanalisi chimica, consentendo di individuare alcuni dei principali organismi biodeteriogeni presenti. Quest'ultimo aspetto è particolarmente utile per attuare idonei programmi di disinfestazione al momento del restauro.

**Parole chiave:** affresco, entomofauna, petrografia, conservazione, restauro.

### Abstract

Monumental compound Villa La Mensa (Sabbioncello San Vittore, Copparo, Ferrara) was bishop's summer residence in Renaissance period and, recently, it has been studied by diagnostic campaign with the purpose of supporting conservative restoration, maintenance and enhancement actions. This study and others still ongoing give information about materials, conservative state, architectural and artistic techniques, etc. by scientific methodologies used for biodeterioration's analysis and Petrography's field applied to Cultural Heritage. After preliminary not-invasive *in situ* analysis, this study was focused on comprehension of different degradation's events, analyzing representative samples, using optical and electron microscopy and chemical microanalysis, allowing biodeteriogens identification. This aspect is particularly useful to match good pest control with restoration act.

**Key words:** fresco, biodeterioration, petrography, conservation, restoration.

---

### Introduzione

Il presente studio si inserisce all'interno di una campagna di analisi diagnostiche volte a fornire informazioni utili ed importanti finalizzate alla progettazione di interventi di restauro e/o manutenzione conservativa del complesso rinascimentale Villa La Mensa (Sabbioncello San Vittore, Copparo – Ferrara) (Fig. 1).

Con l'utilizzo di metodologie diagnostiche caratteristiche di diverse discipline scientifiche

(Biologia, Geofisica (Abu Zeid et al., 2012) e Petrografia applicate al Patrimonio Culturale) si è giunti alla valutazione dello stato conservativo ed all'identificazione di tecniche artistiche, architettonico-costruttive e dei materiali presenti.

#### *Villa La Mensa*

Ricerche storico-archivistiche fanno risalire al sec. XIV d.C. i primi elementi architettonici del complesso rurale di Villa La Mensa, anche se la targa commemorativa, posta all'entrata della Villa, attribuisce la realizzazione del complesso a

Bartolomeo della Rovere (XV d.C.), nipote del pontefice Sisto IV (Magalù, 1967).



**Fig.1.** Le Delizie Estensi: Villa La Mensa (Sabbioncello San Vittore, Copparo – Ferrara).

Recenti studi, infatti, hanno dimostrato che il palazzo è stato costruito su strutture preesistenti ed i segni stratigrafici, presenti nel sottotetto e nella facciata del corpo est, mostrano che il complesso iniziale era costituito da una struttura di dimensioni minori rispetto a quelle attuali. Tali osservazioni, in accordo con l'articolata struttura del piano terra, interessata da numerose addizioni, portano ad ipotizzare che l'edificio abbia avuto origini più antiche rispetto alla datazione finora considerata (Tratzi, 2009). La villa, sin dalla sua edificazione, è stata connessa ad attività agricole e, grazie alla particolare collocazione sulle sponde del Po di Volano, è stata interessata da interventi architettonici di ampliamento e sviluppo. Villa la Mensa è molto importante non solo dal punto di vista storico-artistico per gli elementi architettonici che presenta, ma anche per il territorio del Copparese in cui è inserita, di cui è stata protagonista nel corso dei secoli, entrando a far parte delle Delizie Ferraresi (Fig. 1), divenendo modello di dimora extraurbana rinascimentale. Abbandonata, infatti, la funzione difensiva, la Delizia Ferrarese crea un nuovo stile di vita legato al paesaggio circostante e viene utilizzata dalla Curia per i tradizionali incontri con il clero o per ospitare alti dignitari, in quanto facilmente raggiungibile, via fiume, da Ferrara (Galvani, 2006).

Con l'approvazione della legge sulla repressione delle corporazioni religiose (7 luglio 1866), la Villa divenne proprietà del Demanio Nazionale nel 1868 per esser prima venduta all'asta alla Fondazione Navarra e poi adibita, durante la seconda guerra mondiale, a rifugio per

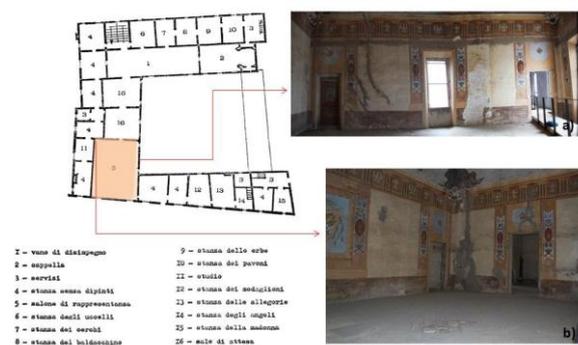
famiglie di sfollati ed orfanotrofio. Lasciata in totale stato di abbandono, divenne proprietà del Comune di Copparo e da allora fu sottoposta ad interventi di ristrutturazione e valorizzazione (Petitta, 2009/2010; Zagni, 2010/2011).

Il complesso principale della Villa è stato sottoposto recentemente ad un primo importante intervento di ristrutturazione che ha previsto il consolidamento delle coperture, del solaio del salone d'onore e della cappella. Lo studio effettuato e gli altri tutt'ora in corso forniscono informazioni utili per la progettazione dei futuri interventi di restauro e di manutenzione conservativa: indicazioni relative allo stato conservativo, ai materiali ed alle tecniche utilizzate nella costruzione e la determinazione di eventuali fenomeni di degrado chimico-fisico-biologico sono tutte indicazioni molto importanti per la scelta dei materiali e per la realizzazione di tecniche di restauro il più possibile reversibili e compatibili.

Verranno illustrati, di seguito, alcuni risultati dello studio condotto su una delle sale più importanti della Villa: il Salone di rappresentanza.

### Salone di rappresentanza

Il salone di rappresentanza, collocato nella parte Ovest del complesso (Fig. 2), era l'ambiente in cui si svolgevano le cerimonie, le manifestazioni importanti e dove si ricevevano gli ospiti illustri.



**Fig.2.** Planimetria di Villa La Mensa, Salone di rappresentanza: a) parete sud; b) parete nord-est.

Le pareti sono decorate interamente con pitture murali raffiguranti quattordici paraste con festoni intrecciati e maschere, che suddividono le superfici in riquadri geometrici ed incorniciano le aperture (Fig. 2). Nelle porzioni centrali delle

paraste sono rappresentati diversi paramenti sacri utilizzati per la celebrazione di funzioni religiose (Ostia, Crocefisso, ampolle per l'acqua ed il vino, leggio, tabernacolo, stola, ecc.).

La parte superiore delle pareti è decorata con immagini di putti (Fig. 3e) e, in prossimità del soffitto, corre un fregio a triglifi e metope che ospita immagini floreali e aquile bianche (Fig. 3a, 3b). Nei quattro angoli del salone vi è rappresentato lo stemma del Cardinal Tommaso Ruffo (Fig. 3a, 3c), stabilitosi in Villa nel 1717 (stemma a forma di trapezio, sormontato dal cappello cardinalizio, delimitato ai lati da cordoni intrecciati che terminano con due ampi fiocchi), mentre nella parete Nord è raffigurato il blasone del Cardinal Alessandro Mattei (1781): il copricapo, le nappe e l'aquila che sovrasta la scacchiera sbarrata (Fig. 3d). Il soffitto, invece, non presenta decorazioni evidenti (Fig. 3a, 3b); a tal proposito future indagini verranno effettuate per verificare la presenza di eventuali elementi decorativi di pregio conservati sotto l'intonaco (Petitta, 2009/2010).



**Fig.3.** Pitture parietali: a) mancanza del soffitto; b) decorazioni; c) stemma del Cardinal Tommaso Ruffo; d) stemma del Cardinal Alessandro Mattei; e) frattura e degrado; f) lacune pittoriche e degrado.

#### *Stato conservativo del Salone di rappresentanza*

I sopralluoghi effettuati hanno permesso di verificare lo stato conservativo del Salone di rappresentanza: da una valutazione macroscopica si può affermare che il degrado interessa prevalentemente la parete Sud (che si affaccia sul chiostro, Fig. 2a) e la parete Est (che dà accesso ad altre stanze e presenta, in un angolo, una frattura in senso verticale (Fig. 3a e 3e) con mancanza della decorazione del soffitto (Fig. 3a), messa attualmente in sicurezza mediante cementazione ed interventi strutturali).

La mancanza del soffitto ha permesso di verificare la presenza di un controsoffitto realizzato con sottili tavole, caratteristiche del rinascimento veneziano (Fig. 3a). La stanza, quindi, è soggetta ad un degrado di tipo chimico-fisico legato principalmente a problemi di umidità e variazioni di temperatura che hanno provocato decoesione di film pittorico parietale, fratture, crepe, colature e cedimenti differenziali (Fig. 3b, 3e, 3f) (Petitta, 2009/2010).

#### **Materiali e metodi**

Per lo studio dello stato conservativo e per la selezione delle aree più interessanti per il campionamento, sono state condotte indagini non invasive in situ (es. luce radente, ecc.). I campionamenti sono stati effettuati in zone già degradata ma significative per lo studio in corso. Per la caratterizzazione chimica di malte e pigmenti, per l'individuazione a livello microscopico di fenomeni di degrado sia di tipo chimico-fisico sia di tipo biologico, sono stati prelevati campioni in corrispondenza di malte ed intonaci presenti sulla parete Sud, che si affaccia sul chiostro interno (camp. 1\_malta, 2\_arriccio, 3\_inton\_chiaro, 4\_inton\_marrone, 5\_inton\_strati), campioni di film pittorico sulla parete Est (camp. 7, 8, 9), campioni di materiale biologico (camp.10\_bozzoli) e della pavimentazione (camp. 11).

Particolarmente utili ai fini della caratterizzazione dei materiali e dell'identificazione degli organismi animali riscontrati, sono state le ricerche condotte in laboratorio, utilizzando diverse strumentazioni di microscopia ottica ed elettronica. Dopo indagini preliminari allo stereomicroscopio, che hanno fornito informazioni relative alle tecniche artistiche impiegate e la verifica dei fenomeni di degrado su piccola scala, i campioni più interessanti sono stati selezionati per un ulteriore approfondimento con la Microscopia Elettronica a Scansione. Lo studio al SEM delle immagini effettuate sui campioni si è dimostrato particolarmente utile ai fini dell'identificazione delle specie biodeteriogeni presenti mentre la microanalisi ha permesso la caratterizzazione chimica dei materiali.

Le analisi condotte allo stereomicroscopio sono state effettuate sia presso il Laboratorio di Ecologia Applicata all'Ambiente Terrestre (Dipartimento di Biologia ed Evoluzione, Università degli Studi di Ferrara), con

strumentazione LEICA Zoom 2000-fotocamera digitale Pentax Optio S3 per lo studio della componente biologica, sia presso il Dipartimento di Scienze della Terra (Università degli Studi di Ferrara) con strumentazione OPTIKA SZ6745TR corredato di webcam MOTICAM 2005 5.0 Mpx per l'analisi della parte inorganica. Per quanto riguarda, invece, le analisi SEM/EDS effettuate in pressione variabile su campioni non trattati, sono state utilizzate due diverse strumentazioni: SEM Zeiss Evo 40 – INCA 300 Oxford (Università degli Studi di Ferrara) e SEM/FEI Inspect S – EDAX microanalisi (ENEA-UTSISM, Bologna). L'analisi in modalità pressione variabile si è dimostrata, con entrambi gli apparati strumentali, particolarmente utile in quanto, non essendo necessario alcun trattamento per lo studio superficiale del campione (coating o metallizzazione), è possibile un ulteriore approfondimento con altre metodologie analitiche.

Per il rilevamento, invece, dei parametri ambientali di temperatura ed umidità relativa presenti sia nella stanza sia in corrispondenza delle pareti analizzate, è stato utilizzato un Igrometro Testo AG.

## Risultati

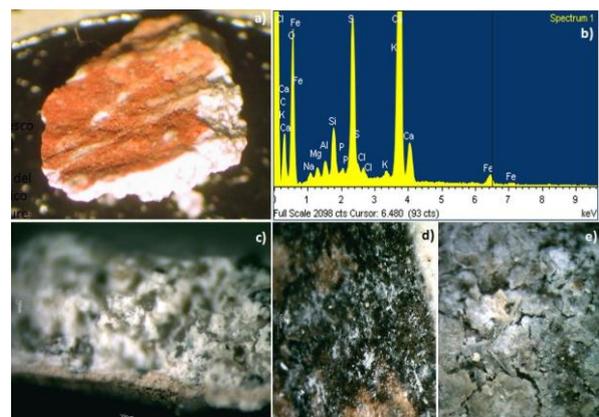
### *Tecnica artistica e caratterizzazione dei materiali*

#### *Pareti decorate del Salone di rappresentanza*

Le pitture murali presenti all'interno del salone sono state realizzate dagli artisti utilizzando l'antica tecnica del buon fresco, che prevede la stesura di colori diluiti in acqua su un intonaco ancora bagnato (a "fresco"). La stesura del colore, infatti, avviene nel cosiddetto "momento d'oro", quando cioè "l'intonaco pittorico comincia, come si dice nel gergo tecnico, a "tirare", ossia quando l'acqua, contenuta nella malta, migra nell'arriccio sottostante, lasciando liberi i pori superficiali dell'intonaco che è pronto, quindi, a ricevere i pigmenti [...]. Quando la malta inizia ad asciugare, invece, ha inizio il fondamentale processo di carbonatazione dell'idrossido di calce contenuto nell'intonaco che, trascinato sulla superficie pittorica dall'acqua durante la fase di evaporazione, fissa i colori rendendoli resistenti agli agenti esterni" (Botticelli *et al.*, 2007). Come si può notare dalla stratigrafia visibile sui campioni, prelevati in corrispondenza degli

intonaci dipinti, è possibile individuare le tre principali parti caratteristiche dell'affresco: arriccio, intonaco ed intonachino (Fig. 4c).

Tutti i dettagli con spessore inferiore ai due millimetri, sono stati eliminati o estesi ad uno spessore adeguato, poiché ogni spessore realizzabile in scala 1:1, deve essere equiparato al grado di dettaglio minimo riproducibile dal dispositivo di stampa. Per lo stesso motivo tutti i salti di quota inferiori a 0,5 mm sono stati eliminati o aumentati. Per ovviare a ogni inconveniente tecnico, legato a problematiche di questo tipo, che comportano un grande dispendio di ore lavoro per la ricostruzione delle coerenze di forma, eseguite con procedimenti manuali o parzialmente assistite, è stato necessario una sensibilizzazione su questo fronte dei progettisti in fase preventiva. Poter, infatti, realizzare una valutazione del modello di prova, non definitivo, in modo da permettere al personale di laboratorio di valutarne e correggere eventuali problemi legati all'esportazione ed alla generazione di file macchina, ha fortemente ottimizzato la realizzazione dei modelli finali. Dopo questa fase, che si è dimostrata comunque abbastanza complessa, dato l'ampio grado di variabilità delle caratteristiche dei progetti presentati, si è passati alla verifica del modello digitale definitivo. Giunti a questo punto, tutti i modelli sono stati dotati di uno spessore di estrusione interno, fondamentale per conferirgli la necessaria resistenza meccanica, compatibile con la forma e variabile fra 4 e 8 mm.



**Fig.4.** Pellicola pittorica (affresco parete): a) film pittorico; b) analisi SEM/EDS pigmento rosso-bruno; c) stratigrafia del campione; d) attacco biologico su film pittorico; e) cretture intonachino.

L'arriccio, di spessore variabile a seconda della scabrosità del muro, è formato da un legante

a base di calce miscelato ad una sabbia fine prevalentemente sialica con granulometria abbastanza omogenea. Si può inoltre notare, in modo approssimativo, che sono presenti due parti di sabbia ed una parte di matrice che la ingloba [come definito dalle regole del buon fresco di Cennino Cennini (Cennini, XV sec. d.C)]. Le indagini dei campioni condotte allo stereomicroscopio ed al SEM/EDS hanno permesso di analizzare lo strato di intonaco e di intonachino formati principalmente da un legante a base di calce dello spessore rispettivamente di circa 70  $\mu\text{m}$  e 50  $\mu\text{m}$  (Fig. 4c). Nei campioni pittorici, prelevati in corrispondenza di aree con campiture rosso-brune, sono stati riscontrati, invece, pigmenti a base di terre naturali (Montagna, 1999): terre rosse residuali arricchite in ossidi di ferro (terra rossa), terra di Siena naturale, terra di Siena bruciata, terra d'ombra naturale e terra d'ombra bruciata (Fig. 4b).

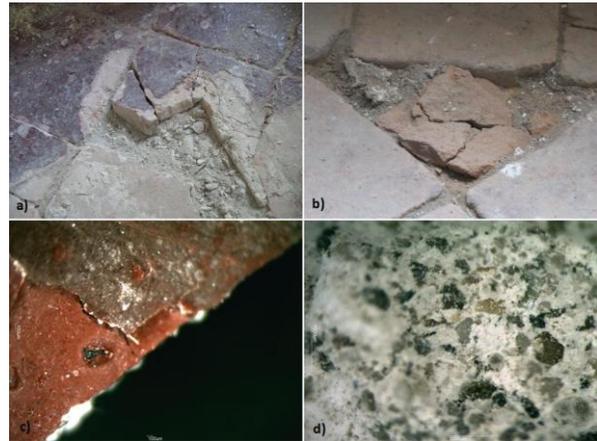
Inoltre, alcuni campioni indagati mostrano, sulla superficie, la presenza di micro-fratture (Fig. 4e), legate probabilmente a fenomeni ambientali, e di attacco biologico, che potrebbero essere responsabili delle concentrazioni di fosforo rilevate sul film pittorico di questi campioni (Fig. 4d).

La malta di allettamento, i cui campioni sono stati prelevati in corrispondenza di una lacuna dell'intonaco con muratura a vista, è formata da un legante a base di calce e da un inerte formato da sabbia fine, a grana minuta, probabilmente originaria dell'alveo del fiume Po. Tra i grani di sabbia è stata riscontrata anche la presenza di frammenti di cocciopesto, inerte molto usato per conferire caratteristiche di idraulicità alla malta.

Sui materiali, campionati in zone corrispondenti ad aree precedentemente restaurate o sottoposte ad interventi di adeguamento estetico ai gusti delle varie epoche che si sono succedute, è stato possibile, invece, osservare allo stereomicroscopio la sovrapposizione di numerosi strati di film pittorico di diverse cromie (Zagni, 2010/2011).

#### *Pavimentazione del Salone di rappresentanza*

Il pavimento del salone è formato da mattonelle in materiale litoide (Fig. 5a, 5b), di forma quadrata con dimensioni approssimative 20 cm x 20 cm, unite le une alle altre grazie ad una malta a base di calce.



**Fig.5.** Pavimentazione: a) mattonella con scialbatura degradate; b) mattonella in laterizio; c) mattonella e scialbatura (stereomicroscopio); d) malta per messa in posa delle mattonelle (stereomicroscopio).

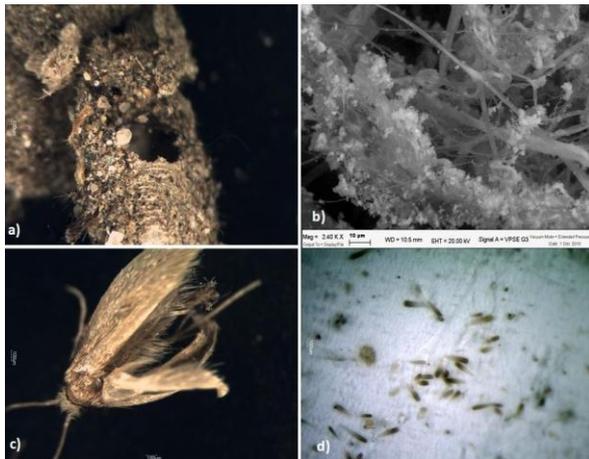
La pavimentazione si presenta in discrete condizioni conservative: mattonelle mancanti, scarsa commettitura mattonella-legante, perdita protettivo superficiale, ecc. sono infatti da circoscrivere solo ad alcune aree della sala (Fig. 5a, 5b). Lo studio condotto allo stereomicroscopio dei materiali, campionati in corrispondenza di mattonelle in aree che presentano un avanzato stato di degrado, ha permesso di verificare la presenza di una scialbatura di colore rosso-bruno, applicata sulla superficie, probabilmente, con funzione sia estetica sia protettiva (Fig. 5c): il possibile calpestio della superficie e l'esposizione a fenomeni di degrado chimico-fisico avrebbero potuto, infatti, provocare un'abrasione del materiale litoide sottostante ed accelerare i naturali fenomeni di degrado (Zagni, 2010/2011). In alcuni campioni, inoltre, è stata riscontrata la presenza di efflorescenze saline legate probabilmente a cristallizzazione di sali formati a seguito di fenomeni di risalita capillare. La concentrazione di tali sali sull'interfaccia materiale litoide-trattamento potrebbe essere dovuta ad una diversa risposta dei materiali alle variazioni di temperatura ed umidità. L'aumento di volume, che si manifesta con la cristallizzazione di sali superficiali, è il principale responsabile al sollevamento e distacco della scialbatura dal materiale lapideo della mattonella (Fig. 5c).

La malta utilizzata, invece, per la messa in posa delle mattonelle, presenta un legante a base di calce aerea miscelato ad una sabbia di buona qualità, fine e ben classata, composta,

prevalentemente, da quarzo e biotite ed originaria probabilmente dall'alveo del fiume Po (Fig. 5d). Fenomeni di degrado della malta potrebbero essere accelerati a causa di una discreta porosità primaria, che potrebbe essere legata ad un non corretto procedimento di spegnimento della calce (Zagni, 2010/2011).

### Degrado biologico

I campioni con materiale biologico, prelevati in corrispondenza della malta, presentano sostanza organica, di diversa natura, dovuta principalmente alla colonizzazione dell'ambiente da parte di diverse specie di insetti appartenenti a vari ordini: Lepidotteri, Coleotteri, ecc.). La presenza di Lepidotteri è confermata dal rinvenimento sia di bozzoli sia di esuvie di pupe ed adulti. I bozzoli sono costituiti, principalmente, da filamenti di seta frammisti a particolato e minerali di calcio, che l'insetto è in grado di solubilizzare e di riutilizzare, causando, quindi, degrado di tipo fisico-chimico che può portare a distacchi delle componenti delle pareti.



**Fig.6.** Lepidottero, *Achroia grisella*: a) bozzolo con foro di sfarfallamento (stereomicroscopio); b) bozzolo (SEM/EDS); c) farfalla (stereomicroscopio); d) squame del lepidottero ritrovate sul retro di materiale campionato sul muro (stereomicroscopio).

Grazie al ritrovamento di esuvie ed esemplari adulti, attraverso uno studio morfologico condotto allo stereomicroscopio ed al SEM/EDS, è stato possibile riconoscere la specie di lepidottero presente: si tratta di *Achroia grisella* (camp.6, Fig. 6), un lepidottero appartenente alla famiglia *Pyrallidae* che si ciba solitamente di cera d'api, frutta secca, guano ecc. Le ali di individui adulti, ricoperte da piccole

squame, sono state trovate sul retro del campione 6 (Fig. 6d).

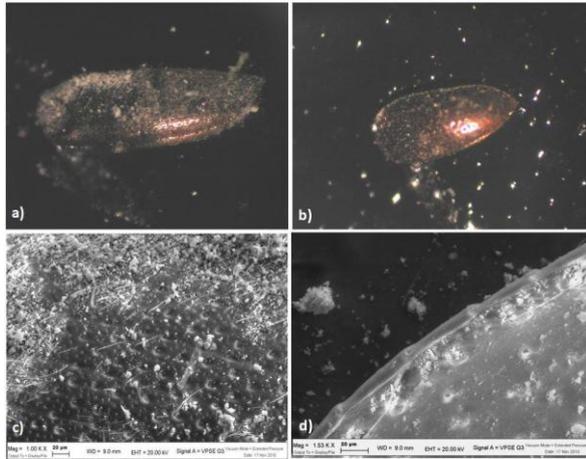
Gli insetti xilofagi più diffusi riscontrati appartengono, invece, all'ordine dei Coleotteri, tra i quali spiccano le famiglie degli Anobidi, dei Dermestidi e dei Curculionidi. Sono state identificate, infatti, le seguenti specie:

- *Oligomerus ptilinoides* (Fig. 7a, 7c) Coleottero appartenente alla famiglia degli Anobidi, si nutre di legno di latifoglie e di conifere. I danni causati da questi insetti possono essere molto gravi, poiché le larve scavano nell'interno del legno gallerie colme di rosime, che si intersecano fra loro in un fitto intreccio, fino ad alterare notevolmente le proprietà fisico-meccaniche del legno, diminuendone la resistenza meccanica;
- *Lyctus brunneus* (Fig. 7b, 7d). Coleottero appartenente alla famiglia dei Lictidi che attacca esclusivamente l'alburno dei legni teneri ricchi di amido e zuccheri. I danni si riconoscono per la rosura farinosa (Chiappini *et al.*, 2001).
- *Anthrenus verbasci* (Fig. 8a, 8b, 8c). Coleottero appartenente alla famiglia Dermestidi, si ciba di materiale contenente collagene e cheratina (bozzoli, pelli, peli, pellicce, piume, ecc.).
- *Pentarthrum huttoni* (Fig. 8d, 8e, 8f). Coleottero della famiglia Curculionidi, identificato per la presenza di una minuta puntinatura, disposta in file ordinate sulle elitre glabre. L'insetto è di piccole dimensioni, di colore bruno, caratterizzato da un lungo rostro, sul quale sono inserite le antenne. Adulti e larve scavano gallerie lungo le fibre del legno. L'attacco da *Pentarthrum huttoni* può essere distinto da quello degli Anobidi per gallerie con diametro inferiore, per i fori di sfarfallamento ovali e per la forma del rosime che presenta particelle più rotondeggianti. Attacca legno sia di latifolia sia di conifera ed è comune su legno precedentemente attaccato da funghi (Chiappini *et al.*, 2001).

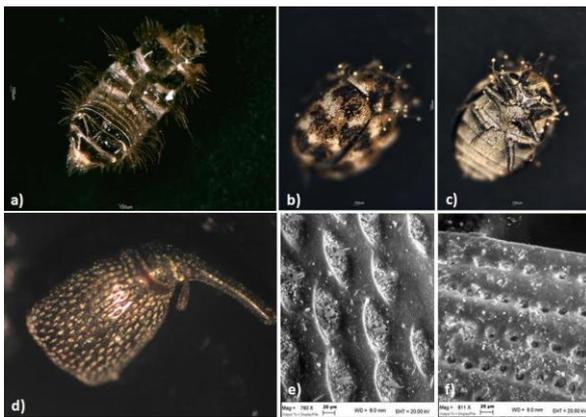
Nel campione n.1, inoltre, è stata riscontrata anche la presenza di un bozzolo contenente un esemplare dell'ordine degli Imenotteri, parassitoide dei tarli.

Tutti i campioni, infine, presentano un variegato deposito di materiale organico connesso all'attacco biologico (esuvie, ife fungine, ecc.) e

tracce di Aracnidi (ragnatele, zampe ecc.) (Petitta, 2009/2010).



**Fig.7.** Coleotteri: a) *Oligomerus ptilinoides* (stereomicroscopio); b) *Lyctus brunneus* (stereomicroscopio); c) *Oligomerus ptilinoides* (SEM/EDS); d) *Lyctus brunneus* (SEM/EDS).



**Fig.8.** Coleotteri: a) *Anthrenus verbasci*, esuvia (stereomicroscopio); b) *Anthrenus verbasci*, adulto (stereomicroscopio); c) *Anthrenus verbasci*, torace adulto con setole bianche (stereomicroscopio); d) *Pentarthrum huttoni*, capo (stereomicroscopio); e) *Pentarthrum huttoni*, capo (SEM/EDS); f) *Pentarthrum huttoni*, elitra (SEM/EDS).

## Conclusioni

Le analisi condotte *in situ* e sui campioni prelevati dalle pareti del Salone di rappresentanza di Villa La Mensa (Sabbioncello San Vittore, Copparo, Ferrara), hanno permesso di individuare zone che hanno subito diverse ridipinture e zone che, invece, presentano le pitture murali originali eseguite con la tecnica dell'affresco, utilizzando terre residuali, arricchite in ossidi di ferro per le campiture rosso-brune (Petitta, 2009/2010). La

pavimentazione del salone (Fig. 5), invece, è composta da mattonelle in materiale litoide con scialbatura superficiale probabilmente applicata per motivi estetici e protettivi (per ridurre usura da calpestio). Fenomeni di risalita capillare, variazioni di parametri ambientali (T e UR) potrebbero, inoltre, aver accelerato alcuni fenomeni di degrado delle mattonelle, quali, per esempio, il distacco e la mancanza della pellicola protettiva (scialbatura) dovuta, probabilmente, a cristallizzazione di efflorescenze saline poste nell'interfaccia scialbatura-litoide (Zagni, 2010/2011).

La presenza, all'interno della sala, di strutture lignee e notevoli quantità di materiali organici, (controsoffitto, travi di sostegno, ecc.) ha generato un accentuato degrado biologico, attribuibile a diverse specie di insetti appartenenti agli ordini Lepidotteri (famiglia Piralidi), Coleotteri (famiglie Dermestidi, Curculionidi e Anobidi) e Imenotteri, e la presenza di resti di Aracnidi. Attraverso uno studio morfologico, condotto allo stereomicroscopio e con la microscopia elettronica a scansione, è stato possibile risalire alle specie presenti nella sala (Fig. 6, 7, 8, 9), verificare la loro influenza sull'avanzamento del biodegrado e progettare, in questo modo, opportuni ed efficaci interventi di disinfestazione.

La presenza di lepidotteri (Fig. 6), per esempio, può avere contribuito al degrado di tipo chimico (solubilizzando la calce) e fisico (provocando distacchi) degli intonaci che mostrano perdita di adesione tra i vari strati. Sarà importante, inoltre, controllare se l'infestazione di curculionidi e anobidi è ancora in atto, perché potrebbe causare ulteriori danni e cedimenti delle tavole del soffitto (Petitta, 2009/2010).

Il riconoscimento dell'entomofauna presente è importante anche per la definizione delle condizioni ambientali che ne riducono l'attività biologica, diminuendo quindi i fenomeni di biodegrado.

La ricerca svolta inoltre ha permesso di accertare materiali e tecniche artistiche impiegate e di identificare i principali fenomeni di degrado con le loro possibili cause. Questi aspetti sono fondamentali per progettare corretti interventi di restauro, utilizzando gli strumenti più opportuni, ed attuare efficaci pratiche di disinfestazione, in modo che i fenomeni di degrado non si ripresentino una volta concluse le operazioni di restauro e/o manutenzione.

## Ringraziamenti

Si ringrazia la Dr.ssa Maria Rita Bovolenta (Centro di Microscopia elettronica di Ferrara, Università di Ferrara, Ferrara) per le analisi condotte al SEM/EDS, la Dr.ssa Benedetta Petitta, la Dr.ssa Vittoria Zagni per il contributo scientifico, il Dr. Renzo Tassinari, il Dr. Massimo Verde, la sig.ra Mirella Bonora, il sig. Paolo Chiarelli, il sig. Droghetti Francesco, il Dr. Renzo Tamoni ed il Dr. Umberto Tessari per il supporto analitico apportato.

## Bibliografia

- Abu Zeid N., Pancaldi A., Santarato G., Volpe L., 2012 (in progress): Un esempio di diagnostica non invasiva integrata: indagini georadar e termografiche per la caratterizzazione di una parete di Villa "La Mensa" di Sabbioncello San Vittore (Ferrara). Annali Università degli Studi di Ferrara.
- Botticelli G., Botticelli S., 2007: Lezioni di restauro: le pitture murali. Editore Centro di.
- Cennini Cennino, XV sec. D.C.: Il libro dell'arte, a cura di Fabio Frezzato (2003), Collana "I Colibrì", Neri Pozza Editore.
- Chiappini E., Liotta G., Reguzzi M.C., Battisti A., 2001: Insetti e Restauro: legno, carta, tessuti, pellame e altri materiali - Ed. Calderini, 2001
- Galvani A., 2006: Il territorio delle Delizie Ferraresi.
- Magalù U., 1967: Guida del ferrarese, Giacometti, tavola III- Navigazione interna, litologia di superficie, zone archeologiche e di interesse turistico, 345.
- Montagna G., (1999): I pigmenti. Prontuario per l'arte e il restauro, Nardini Editore, 61, 62, 86, 87, 131 pp.
- Petitta B., 2009/2010: Villa La Mensa a Copparo (Fe): considerazioni sul biodeterioramento dei materiali da costruzione, Università di Ferrara.
- Tratzi A., 2009: Miscellanea di studi per il sessantennio sacerdotale di Mons. Antonio Samaritani, Analecta Pomposiana (studi di storia religiosa delle diocesi di Ferrara e Comacchio), 450.
- Zagni V., 2010/2011: Analisi archeometriche delle cortine murarie delle sale del piano nobile di Villa La Mensa a Copparo (Fe), Università di Ferrara.

## L'incendio del campanile del Duomo di Parma: degrado e protezione dei manufatti metallici

Fabrizio ZUCCHI<sup>1</sup>, Alessandro FRIGNANI<sup>1</sup>, Andrea BALBO<sup>1</sup>, Vincenzo GRASSI<sup>1</sup>,  
Daniele FORLANI<sup>2</sup>, Cecilia MONTICELLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> TekneHub, Centro di Studi sulla Corrosione e Metallurgia "A. Daccò", Università di Ferrara; e-mail: zhf@unife.it

<sup>2</sup> Marposs S.p.a., Bentivoglio (BO)

---

### Riassunto

Le analisi condotte su alcuni elementi di ancoraggio in acciaio provenienti dalla guglia del campanile del Duomo di Parma, recentemente colpito da un fulmine e danneggiato dal successivo incendio, evidenziano che la lega è stata ottenuta con l'antico metodo diretto di riduzione dei minerali di ferro. Le microstrutture e i bassi valori di microdurezza suggeriscono prudenza nel riutilizzo di questi manufatti durante il restauro. Lo studio del rivestimento in rame del tetto e dei chiodi di fissaggio permette di ipotizzare si tratti ancora dell'originaria copertura realizzata in epoca rinascimentale. Per contrastare il degrado della copia dell'angelo in bronzo dorato, di norma posizionata sulla guglia del campanile e recentemente restaurata, sono state condotte prove preliminari con rivestimenti a base di silani. I risultati ottenuti sono stati molto interessanti e hanno evidenziato la possibilità di migliorarne ulteriormente la protettività per aggiunta di nanoparticelle di CeO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> o La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Parole chiave:** Duomo di Parma, analisi microstrutturale, acciaio, bronzo, inibitore di corrosione, silano.

### Abstract

A study has been carried out on some steel artifacts used to anchor the copper roof to the masonry in the bell tower of the Parma Cathedral, recently damaged by lightning and subsequent fire. The analyses show that the metal was obtained with the old direct method of ore reduction. The microstructures and the low microhardness values of the artifacts suggest caution in their re-use during restoration of the steeple. The study of the copper roof and fixing nails indicates they likely represent the original cover manufactured during the Renaissance.

In order to hinder the corrosion processes on the copy of the original gilt bronze angel, usually placed on the steeple of the bell tower and recently restored, preliminary tests have investigated the protectiveness of innovative silane coatings. The results obtained are very interesting and show that even further increase in the inhibiting efficiency is achieved by addition of oxide nanoparticles, such as CeO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> and La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Key words:** Parma cathedral, microstructural analysis, steel, bronze, corrosion inhibitor, silane.

---

### Introduzione

Il fulmine che ha colpito la guglia del campanile del Duomo di Parma alle 2.09 del 22 Ottobre 2009 e l'incendio da esso scaturito hanno provocato danni alla copertura in rame e hanno portato alla luce i materiali medievali sottostanti, originariamente utilizzati a finitura della guglia stessa.

Il duomo di Parma, dedicato a Maria Assunta, è stato voluto dal vescovo Cadalo, come

opera di ricostruzione della chiesa madre di Parma, distrutta nel IX secolo. L'edificazione del duomo è iniziata tra il 1055 e il 1058, terminata nel 1074 ed è stata completata con la consacrazione nel 1106. La sua ampia facciata a capanna e alcune modifiche sostanziali all'edificio centrale sono state ultimate nella seconda metà del XII secolo, ad opera di varie maestranze, tra le quali soprattutto l'architetto Benedetto Antelami. Il campanile del Duomo di

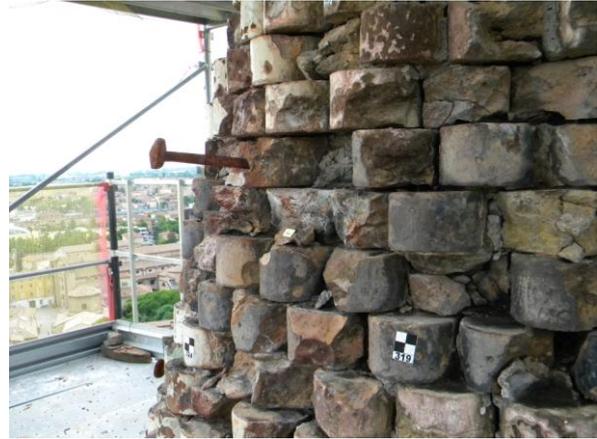
Parma, a pianta quadrata, fu edificato con forme più slanciate sotto il Vescovo Obizzo Sanvitale, dopo la demolizione dell'antico campanile della Cattedrale. Nel 1294 è stato completato il fusto del campanile con la costruzione di 4 gugliette o pinnacoli con pomi dorati, come nel Battistero vicino.

Fonti storiche indicano che la costruzione della guglia e il posizionamento dell'angelo dorato sulla sommità della stessa furono realizzati dopo il 1336 (Testi, 2005). Come chiaramente rilevabile ora, eliminata la copertura di rame (Fig. 1), la guglia era originariamente realizzata in laterizi a profilo tondeggiate, ordinati a raggiera e dotati di testa invetriata con due differenti colorature (bianco e nero), a formare fasce bicromatiche. Questo assetto della cuspide perdura fino alla fine del XVI secolo quando, per ovviare al degrado accelerato dei laterizi invetriati, dopo solo due secoli circa dalla costruzione, si decise di rivestirlo con una copertura in lastre di rame, materiale già usato all'inizio del secolo per la copertura del nuovo profilo esterno della cupola della cattedrale. Contratti storici riportano date tra il 1593 e il 1597 per l'approvvigionamento dei legnami necessari a creare l'intelaiatura e il rame usato per le lamiere di rivestimento (Testi, 2005). La copertura in rame fu costruita in forma piramidale a 16 lati da lamiere di rame di altezza pari a circa 30/35-50/55 cm e lunghezza variabile, sufficiente a consentire la fasciatura orizzontale della piramide a diverse altezze. Le lamiere erano inchiodate ad un'impalcatura lignea con chiodi di ferro e avevano bordi ribattuti tra loro senza saldature, in modo da coprire i chiodi stessi. L'impalcatura lignea, formata da montanti verticali collocati in corrispondenza degli spigoli del basamento e provvista di distanziatori lignei per regolarizzare l'appoggio, era a sua volta ancorata alla struttura muraria con bolzoni in ferro (Fig. 1, 2). La Fig. 2 mostra la presenza di un foro all'estremità dei bolzoni nel quale l'inserimento di un cuneo ne impediva lo sfilamento dal muro.

La guglia del campanile era poi sormontata da un angelo in rame sbalzato, ricoperto d'oro. Nel XX secolo l'angioletto fu posto nel museo del Duomo e sostituito con una copia in bronzo dorato, attualmente in restauro, in quanto è stata proprio il bersaglio del fulmine.

Il primo obiettivo di questo lavoro è lo studio microstrutturale dei manufatti metallici della copertura per indagarne la microstruttura e

composizione, il loro stato di degrado e le tecniche di produzione. In particolare si cerca di appurare se è possibile il riutilizzo dei bolzoni di acciaio di ancoraggio e se la copertura in rame è ancora quella originale o è stata sostituita nel corso dell'800, come suggerito da alcune fonti (Guerini 2009/2010). Vengono inoltre valutati trattamenti protettivi applicabili per prefilmaggio a temperatura ambiente, studiati per contrastare la corrosione dei bronzi dorati.



**Fig.1.** Copertura originaria della guglia in laterizio a testa invetriata e profilo tondeggiate. Si nota anche uno dei bolzoni di ancoraggio studiati, ancora infisso nella parete lapidea.



**Fig.2.** Bolzoni di acciaio studiati.

Infatti, nonostante gli accorgimenti usati per ridurre le imperfezioni dello strato di oro che riveste i bronzi dorati, la porosità residua può consentire l'innescò di processi di corrosione a carico del substrato in lega di rame, stimolata galvanicamente dal contatto con l'oro (Fiorentino *et al.*, 1982). Infatti, durante esposizioni ad atmosfere umide la diversa nobiltà dei due materiali a contatto porta al localizzarsi di fenomeni di ossidazione sul metallo meno nobile (il bronzo), mentre la reazione catodica di riduzione dell'ossigeno avviene preferenzialmente sulla superficie del metallo più nobile (l'oro). Questo induce la circolazione di corrente fra la zona anodica sul bronzo e quella

catodica sull'oro, con una velocità di penetrazione dell'attacco sul bronzo tanto maggiore, quanto maggiore è il rapporto area catodica/area anodica.

Il procedere della corrosione del bronzo induce la crescita di uno strato di prodotti di corrosione e di conseguenza il procedere della frattura e dello scollamento dello strato d'oro. L'applicazione di protettivi contenenti inibitori, associata a programmi di manutenzione periodica, può costituire un metodo molto efficiente di prevenzione della corrosione di opere d'arte esposte ad ambienti chiusi o all'aperto. Nel caso in esame è stato indagato l'effetto inibitore del 3-mercaptopropil-trimetossi-silano (PropS-SH), anche in presenza di particelle nanometriche di ossidi metallici.

### Sperimentazione

Per indagare le caratteristiche microstrutturali e le proprietà dei bolzoni di acciaio (Fig. 2) sono stati effettuati dei piccoli prelievi dalla testa e dall'asta di due bolzoni, provenienti uno dalla regione più a lungo sottoposta all'incendio (zona superiore del tetto), l'altro da quella più rapidamente raggiunta dai pompieri (zona inferiore del tetto). Sono invece materiali a perdere sia le lastre di rame che i chiodi di acciaio di piccole (lunghezza circa 2.5 cm) e medie (lunghezza circa 7 cm) dimensioni, usati rispettivamente per il fissaggio fra le lastre di rame e l'ancoraggio delle lastre stesse all'impalcatura lignea. Anche i campioni di lastra di rame sono stati prelevati sia dalla parte superiore che da quella inferiore della guglia del campanile. I chiodi sono stati osservati in sezione longitudinale.

Tutti i frammenti prelevati sono stati inglobati in resina a caldo, per poi sottoporli a trattamento con carte abrasive di granulometria decrescente e infine a lucidatura con spray diamantato, di finezza pari a 3 e poi 1  $\mu\text{m}$  (lucidatura a specchio). Dopo sgrassaggio, i campioni sono stati sottoposti ad attacco metallografico con Nital diluito al 2%, nel caso dei campioni di acciaio, e con una soluzione di  $\text{FeCl}_3$ , nel caso dei campioni di rame. Su di essi sono state condotte misure di microdurezza Vickers (microduremetro Leitz Wetzlar miniload 2), applicando un carico di 300 g.

L'efficacia dei trattamenti protettivi contro la corrosione è stata valutata su un bronzo, assimilabile ad un bronzo rinascimentale, sia in

termini di composizione (Tab. 1, Fiorentino *et al.*, 1982), che per tecniche di colata, prodotto su indicazione dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze.

<i>Cu</i>	<i>Sn</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>	<i>Sb</i>	<i>Altri</i>
91.9	2.4	1.0	2.9	0.8	Tracce

**Tab.1.** Composizione percentuale in peso del bronzo usato per la valutazione dei trattamenti protettivi contro la corrosione.

I trattamenti protettivi si eseguono immergendo per 1h il campione da prefilmare in una soluzione idroalcolica costituita al 90% vol. in etanolo, al 5% vol. in acqua distillata e al 5% vol. in 3-mercapto-propil-trimetossi-silano (PropS-SH), portata a pH 4 per aggiunta di acido solforico. Al prefilmaggio segue un periodo di invecchiamento all'aria, della durata di 10 giorni, per consentire un buon grado di reticolazione del prodotto a temperatura ambiente. Solo al termine di questo intervallo di tempo, i campioni sono stati esposti all'ambiente aggressivo (Zucchi *et al.*, 2007).

Alcune prove sono state condotte aggiungendo alla soluzione idroalcolica di silano 250 ppm di nanoparticelle di 4 diversi tipi di ossidi: ossido di cerio ( $\text{CeO}_2$ ), zirconato di cerio ( $\text{CeO}_2\cdot\text{ZrO}_2$ ), ossido di lantanio ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ) oppure ossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ ). Le sospensioni di nanoparticelle sono state sottoposte ad ultrasuoni per facilitarne la dispersione.

L'efficacia dei prefilmaggi nel contrastare i fenomeni di corrosione è stata valutata in diversi ambienti aggressivi:

- durante esposizioni di 45 giorni ad una nebbia di pioggia acida artificiale (Tab. 2, Bernardi *et al.*, 2009)

- durante immersioni di 5 giorni in una soluzione di pioggia acida artificiale concentrata dieci volte

- in una soluzione acquosa al 3.5% in peso di NaCl.

Tutte le prove sono state condotte alla temperatura di 30°C.

Le misure elettrochimiche sono state condotte utilizzando un potenziostato EG&G PAR 273A, interfacciato ad un PC, dotato di software PowerSuite, per la raccolta e la visualizzazione dei dati.

Le prove preliminari per valutare l'efficacia dei trattamenti protettivi contro la corrosione galvanica dei bronzi dorati sono state condotte

misurando la corrente galvanica e il potenziale della coppia oro / bronzo, sia in assenza che in presenza di prefilmaggio del bronzo stesso. Il rapporto fra le aree anodica / catodica adottato è pari a 1.

pH	4.30
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	1.44·10 <sup>-3</sup> g/L
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.50·10 <sup>-3</sup> g/L
NH <sub>4</sub> Cl	1.91·10 <sup>-3</sup> g/L
NaNO <sub>3</sub>	1.51·10 <sup>-3</sup> g/L
HNO <sub>3</sub> (65 wt%)	3.93 µL/L
CH <sub>3</sub> COONa	3.19·10 <sup>-3</sup> g/L
HCOONa	0.8·10 <sup>-3</sup> g/L

**Tab.2.** Composizione e pH della pioggia acida artificiale.

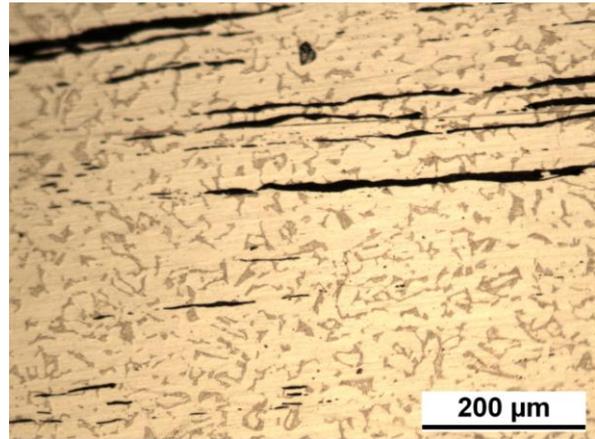
Le curve di polarizzazione sono state registrate sempre a partire dal potenziale di corrosione ( $E_{cor}$ ), alla velocità di scansione del potenziale di 0.1667 mV/s. Da esse è stato possibile stimare le densità di corrente di corrosione ( $i_{cor}$ ), applicando il metodo di Tafel. I potenziali di elettrodo indicati nel testo sono riferiti all'elettrodo a calomelano saturo (SCE).

## Risultati e discussione

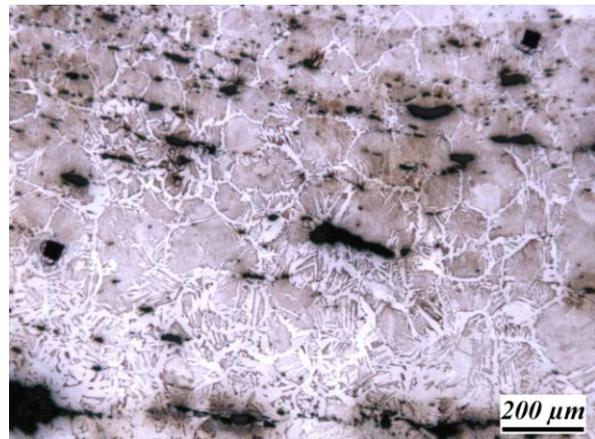
### *Studio dei bolzoni in ferro*

Nonostante i due bolzoni analizzati siano stati sottoposti all'incendio per tempi diversi, le loro caratteristiche microstrutturali e meccaniche sono risultate molto simili.

I due manufatti mostrano anzitutto la presenza di grandi quantità di inclusioni non metalliche (Fig. 3 e 4, ottenute dalla testa e dall'estremità dell'asta del bolzone n.1). L'osservazione morfologica e l'analisi EDS indicano che si tratta di residui di natura fayalitica prodotti dalla scorificazione dei minerali di ferro e contenenti notevoli quantità di wustite (FeO, caratterizzata dalla tipica struttura dendritica visibile in Fig. 5). Questa composizione chimica rende la scoria facilmente fusibile ed eliminabile per martellatura a caldo e lascia presumere temperature di riduzione dei minerali di ferro nel forno attorno a 1150-1200 °C. Queste osservazioni sono compatibili con l'utilizzo dell'antico metodo diretto di produzione del ferro (Nicodemi & Mapelli, 2009).

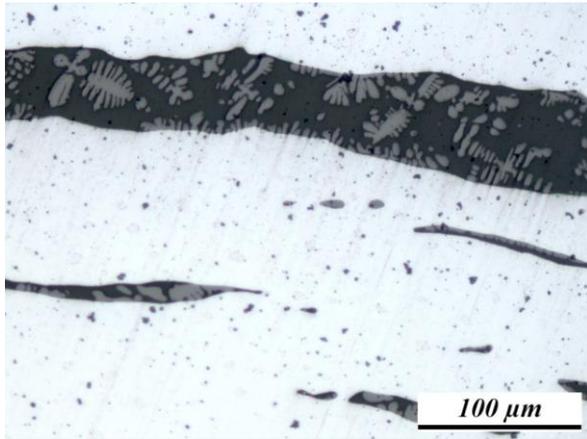


**Fig.3.** Microstruttura della testa del bolzone n.1: la direzione orizzontale nella figura è approssimativamente parallela alla base della testa stessa.

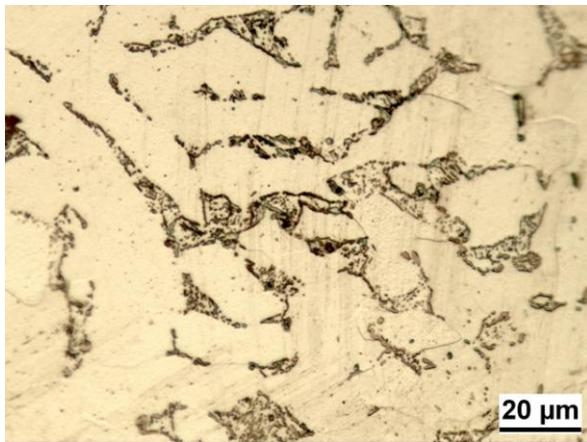


**Fig.4.** Microstruttura dell'asta del bolzone n.1: la direzione orizzontale nella figura è corrispondente all'asse del bolzone; muovendosi nell'immagine dall'alto in basso si passa dalla zona sotto la superficie al cuore del materiale.

Entrambi i bolzoni evidenziano differenze notevoli nel contenuto di carbonio nella testa e nell'asta. Infatti, le due parti di ciascun manufatto, pur rivelando strutture sostanzialmente ferritico-perlitiche, spesso con dimensione disomogenea dei grani, mostrano nel caso della testa del bolzone solo piccole quantità (o l'assenza) di perlite (Fig. 3), mentre nel caso dell'asta la perlite è più abbondante e in alcune zone diventa preponderante (Fig.4). L'incendio potrebbe essere la causa della parziale globulizzazione della perlite, evidente ad alti ingrandimenti (Fig. 6).



**Fig.5.** Microstruttura di alcune inclusioni, nei bolzoni di acciaio studiati.



**Fig.6.** Microstruttura della testa del bolzone n.1 che evidenzia la parziale globulizzazione della perlite.

La Fig. 4, ottenuta dall'estremità dell'asta, mostra anche un graduale aumento della frazione di perlite passando dal cuore del materiale (zona inferiore dell'immagine), alla superficie (zona alta dell'immagine). Nelle stessa direzione aumenta anche la dimensione dei grani. Queste graduali variazioni sono riconducibili alla consuetudine dell'epoca di procedere ad una esposizione dei forgiati a braci ardenti. La deposizione dei bolzoni sulle braci dal lato dell'asta consentiva la diffusione del carbonio entro questa parte del manufatto e permetteva una carburazione e un ingrossamento dei grani soprattutto superficiale. La perlite è anche in questo caso parzialmente globulizzata.

La microdurezza delle teste (110-120 HV<sub>0.3</sub>) è compatibile con una struttura prevalentemente ferritica, mentre quella delle aste, pur essendo superiore (150-160 HV<sub>0.3</sub>), non raggiunge quella tipica di una struttura totalmente perlitica (talvolta superiore a 300 HV, Nicodemi &

Mapelli, 2009), a causa della parziale globulizzazione. Queste caratteristiche meccaniche rendono dubbia la possibilità di riutilizzo dei manufatti nella ristrutturazione del campanile.

Le Fig. 3 e 4, ottenute dalla testa e dall'asta del bolzone n. 1, mostrano inclusioni dotate di un notevole grado di allineamento, ma orientate in direzioni perpendicolari fra di loro, ovvero in direzione perpendicolare alla base della testa, nella testa stessa, e parallela all'asse longitudinale del bolzone, nell'asta. Questa osservazione fornisce informazioni sulla tecnica di produzione di questi elementi di ancoraggio, basata sull'utilizzo di due vergelle diverse di acciaio. In ciascuna di esse le inclusioni venivano orientate longitudinalmente dall'operazione di forgiatura a caldo con il martello. Questa lavorazione conferiva la forma voluta e permetteva una parziale espulsione dei residui del processo estrattivo del metallo e una sua limitata raffinazione. Come descritto in letteratura (Light, 2000), attorno ad una vergella in acciaio duro (ovvero ad alto tenore di carbonio), che veniva a costituire l'asta del bolzone, si avvolgeva uno spezzone di un'altra vergella in acciaio dolce che formava la testa del bolzone e che, tramite martellatura a caldo, veniva fissata all'asta stessa. L'orientazione perpendicolare delle due vergelle è la causa della diversa orientazione delle inclusioni nelle due parti dei bolzoni.

#### ***Studio della copertura in rame e degli elementi di fissaggio in materiale ferroso***

Sono stati studiati due chiodi piccoli e uno di medie dimensioni.

Quelli più piccoli sono realizzati in un pezzo unico, dal quale la testa viene ottenuta per deformazione a freddo, come evidenziato dalla presenza di grani deformati e da cricche e inclusioni fortemente orientate lungo l'asse longitudinale e poi ripiegate a livello della testa del chiodo stesso. Le microstrutture sono assai disomogenee: non sembra che abbiano subito specifici processi di carburazione superficiale, ma in alcune zone del fusto il materiale è completamente ferritico e altrove ferritico/perlitico, con perlite parzialmente globulare.

Il chiodo più grande è invece ottenuto per ribattitura a caldo di una lastrina sull'asta e mostra il mantenimento di grani sostanzialmente equiassici. La microstruttura è ancora di tipo ferritico/perlitica e molto disomogenea, in questo

caso chiaramente arricchita di carbonio in superficie. La netta somiglianza della microstruttura del metallo e della natura e morfologia delle inclusioni con quelle osservate nei bolzoni lascia supporre metodi di produzione e di lavorazione dell'acciaio molto simili e suggerisce che questi manufatti (compresa probabilmente la struttura in rame di cui i chiodi costituiscono gli elementi di fissaggio) siano coevi.

L'attacco metallografico con una soluzione di cloruro ferrico di campioni di rame provenienti dalla parte più alta e più bassa della copertura della guglia mette in evidenza la presenza di numerose inclusioni dotate di un certo grado di orientazione, indotto dalla laminazione. La microstruttura è per il resto omogenea, con grani equiassici, di dimensione media maggiore dove il surriscaldamento dovuto all'incendio si è maggiormente prolungato (al culmine del tetto). In queste zone la durezza scende a valori attorno a 58 HV<sub>0.3</sub>, mentre valori di 80-100 HV<sub>0.3</sub> caratterizzano le lastre di rame nelle parti inferiori della guglia.

#### ***Proposta di protezione dell'Angelo in bronzo dorato dalla corrosione atmosferica***

Nel caso in esame è stato indagato l'effetto inibitore della corrosione del bronzo e della corrosione galvanica nei bronzi dorati, offerto da prefilmaggi con PropS-SH.

Le prove condotte mostrano che questo silano, già noto come inibitore della corrosione del rame (Zucchi *et al.*, 2007), mostra un ottimo effetto protettivo anche della corrosione atmosferica del bronzo. La Fig. 7 infatti evidenzia l'aspetto di una lastrina di bronzo, per metà rivestita con PropS-SH, al termine di un'esposizione di 45 giorni ad una nebbia di pioggia acida. Mentre la porzione di superficie lucidata e non protetta è opaca e macchiata dal deposito di prodotti di corrosione, la metà protetta con PropS-SH presenta una superficie ancora lucida e di colore uniforme.

Lo stesso tipo di prefilmaggio applicato su bronzo accoppiato galvanicamente con oro ed esposto ad una soluzione di pioggia acida concentrata consente di ridurre la corrente galvanica fino a valori trascurabili (inferiori a 10<sup>-8</sup> A cm<sup>-2</sup>, Fig. 8).

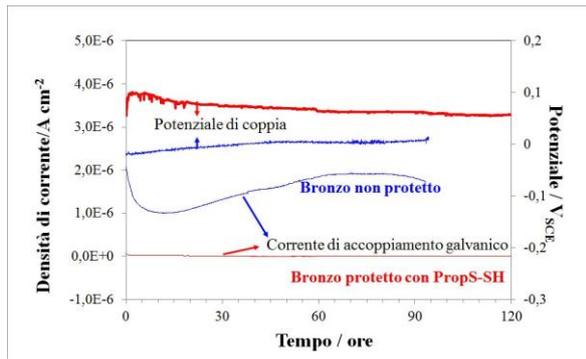
Prove preliminari suggeriscono che la dispersione di nanoparticelle di ossidi metallici nel rivestimento di PropS-SH ne migliora l'effetto protettivo, come evidenziato dalle

correnti di corrosione misurate su bronzo, dopo 20 giorni di immersione in soluzione di NaCl 3.5% (Tab. 3). La Tabella evidenzia il notevole effetto inibitore del rivestimento a base di solo PropS-SH, che consente densità di corrente di corrosione ( $i_{cor}$ ) pari a 4.2·10<sup>-7</sup> A/cm<sup>-2</sup>, inferiori rispetto a quelle del bronzo non rivestito (bianco) di più di un ordine di grandezza. Tuttavia, l'aggiunta delle nano particelle migliora ulteriormente l'efficacia del PropS-SH. Il comportamento migliore si ottiene in presenza di CeO<sub>2</sub>, che comporta valori di  $i_{cor}$  pari a 3.0·10<sup>-8</sup> A cm<sup>-2</sup>, ovvero quasi due ordini di grandezza inferiori rispetto a quelle del bianco.

L'aumento della protettività del rivestimento in presenza di nanoparticelle sembra essere legato ad un vero e proprio effetto inibitore nel caso di nanoparticelle come ceria e lantania (Rudd *et al.*, 2000; Zucchi *et al.*, 2010), ma anche ad un contributo alla reticolazione del film, offerto dai cationi metallici (Montemor *et al.*, 2009).



**Fig.7.** Aspetto di un campione di bronzo dopo esposizione a nebbia di pioggia acida, sia in assenza che in presenza di trattamento protettivo a base di PropS-SH.



**Fig.8.** Corrente galvanica e potenziale della coppia bronzo/oro, esposta ad una soluzione di pioggia acida concentrata, sia in assenza che in presenza di trattamento protettivo a base di PropS-SH su bronzo.

Rivestimento	$E_{cor}$ ( $V_{SCE}$ )	$i_{cor}$ ( $A\ cm^{-2}$ )
Nessuno	-0.24	$1.4 \cdot 10^{-6}$
PropS-SH	-0.26	$4.2 \cdot 10^{-7}$
PropS-SH+CeO <sub>2</sub>	-0.22	$3.0 \cdot 10^{-8}$
PropS-SH+CeO <sub>2</sub> .ZrO <sub>2</sub>	-0.28	$1.8 \cdot 10^{-7}$
PropS-SH +TiO <sub>2</sub>	-0.24	$4.3 \cdot 10^{-8}$
PropS-SH+La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.26	$5.2 \cdot 10^{-8}$

**Tab.3.** Valori di potenziale di corrosione ( $E_{cor}$ ) e densità di corrente di corrosione ( $i_{cor}$ ) misurati dopo 20 giorni di immersione in NaCl al 3.5% a 30°C su bronzo non prefilmato o prefilmato con PropS-SH, sia in assenza che in presenza di nanoparticelle di ossidi metallici.

## Conclusioni

Le analisi condotte sui componenti in acciaio provenienti dalla guglia del Duomo di Parma (bolzoni e chiodi di due diverse dimensioni) evidenziano alcune somiglianze nelle microstrutture. La grande quantità di inclusioni, ancora contenenti ferro non ridotto, è riconducibile al metodo diretto di produzione del metallo dai suoi minerali. Le microstrutture evidenziate sono sempre di tipo ferritico/perlitico e permettono di risalire a tecniche metallurgiche coerenti con una produzione rinascimentale. Le osservazioni microstrutturali evidenziano anche la presenza di una parziale globulizzazione della perlite, probabilmente connessa all'incendio recentemente subito dal campanile. La microdurezza misurata sui manufatti è di conseguenza abbastanza bassa e suggerisce

prudenza nel riutilizzo dei bolzoni nel restauro del campanile.

Per contrastare il degrado della copia dell'angelo in bronzo dorato, di norma posizionata sulla guglia del campanile e recentemente restaurata, sono state condotte prove preliminari con rivestimenti a base di 3-mercaptopropil-trimetossi-silano (PropS-SH). I risultati ottenuti sono stati molto interessanti e hanno evidenziato che il rivestimento a base di PropS-SH offre ottima protezione al bronzo durante esposizioni a nebbia di pioggia acida artificiale e in accoppiamento galvanico all'oro, durante immersioni in soluzione concentrata di pioggia acida artificiale. In una soluzione di salinità confrontabile a quella dell'acqua di mare, l'aggiunta di nanoparticelle disperse nel film di PropS-SH applicato sul bronzo offre un ulteriore aumento dell'effetto inibitore, rispetto al solo PropS-SH. In particolare, ottimi risultati sono stati ottenuti in presenza di CeO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> o La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

## Bibliografia

- Bernardi, E., Chiavari, C., Lenza, B., Martini, C., Morselli, L., Ospitali, F. and Robbiola, L., 2009: The atmospheric corrosion of quaternary bronzes: The leaching action of acid rain, *Corrosion Science*, 51, 159–170.
- Fiorentino, P., Marabelli, M., Matteini M. and Moles, A., 1982: The condition of the Door of Paradise, *Studies in Conservation*, 27, 145–53.
- Guerini, D., 2009/2010: Il campanile del Duomo di Parma: Studio archeometrico delle terrecotte invetriate della guglia medievale, Tesi di laurea in Tecnologie dei beni culturali, Università di Ferrara.
- Light, J. D., 2000: Observations concerning the hand forging of wrought iron, *Materials Characterization*, 45, 327–340.
- Montemor, M.F. Pinto and R. Ferreira, M.G.S., 2009: Chemical composition and corrosion protection of silane films modified with CeO<sub>2</sub> nanoparticles, *Electrochimica Acta*, 54, 5179–5189.
- Nicodemi, W. and Mapelli, C., 2009: Archeometallurgia – Breve storia dei metalli dal Neolitico alla Rivoluzione Industriale, AIM, Milano.
- Rudd, A.L., Breslin, C.B. and Mansfeld, F., 2000: The corrosion protection afforded by rare earth conversion coatings applied to magnesium, *Corrosion Science*, 42, 275–288.
- Testi, L., 2005: La cattedrale di Parma, Nuova edizione aggiornata e ordinata da M. Pellegrini, Parma, Fabbrica della Cattedrale, Artegrafica Silva.

Zucchi, F., Frignani, A., Grassi, V., Trabanelli, G. and Dal Colle, M., 2007: The formation of a protective layer of 3-mercaptopropyltrimethoxy-silane on copper, *Corrosion Science*, 49, 1570–1583.

Zucchi, F., Grassi, V., Zanotto and Frignani, A., 2010: Influence of  $\text{CeAlO}_3$  nanopowder addition on the performances of silane coatings for AZ<sub>31</sub> alloy corrosion protection, *Proceedings of Eurocorr 2010 on CD ROM*, Moscow, 1-8.

**TECNOLOGIE PER IL RECUPERO E LA CONSERVAZIONE  
DEL PATRIMONIO PALEONTOLOGICO ED ARCHEOLOGICO**



## Applicazioni GIS per l'interpretazione della paleosuperficie di Isernia La Pineta (Isernia)

Giuseppe LEMBO<sup>1</sup> & Carlo PERETTO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Biologia ed Evoluzione, Università degli Studi di Ferrara. e-mail: giuseppelembo@virgilio.it

<sup>2</sup> Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Biologia ed Evoluzione, TekneHub.

---

### Riassunto

Raramente, la distribuzione spaziale dei reperti archeologici in siti del Paleolitico è il risultato di un indisturbato e non selettivo abbandono antropico. Spesso, questa distribuzione è in gran parte determinata da fenomeni post-deposizionali, antropici e non, la cui composizione e sequenza sono difficilmente differenziabili. Tutto ciò soprattutto nel caso di unità archaeostratigrafiche molto ricche, derivanti da una prolungata occupazione umana e corrispondenti a veri e propri palinsesti, e di numerose attività umane che limitano la possibilità di riconoscere chiare tendenze di distribuzione e di interpretare il loro significato. In considerazione dei numerosi fattori di disturbo, le analisi spaziali *intra-site*, integrate in un approccio multidisciplinare, sembrano essere attualmente le più avanzate tecniche di indagine spaziale. Queste hanno maggiori possibilità di risolvere tali problemi complessi, la cui ricostruzione gioca, senza dubbio, un ruolo decisivo nella convalida delle successive analisi deduttive.

**Parole chiave:** GIS, *intra site*, post-deposizionale.

### Abstract

Rarely, the spatial distribution of archaeological remains in Palaeolithic sites is the result of an undisturbed and non-selective anthropic abandonment. Frequently, this distribution is largely determined by post-depositional disturbance phenomena, whether anthropogenic or not, whose composition and sequence are hardly differentiable. Especially in the case of very rich archaeostratigraphic units resulting from long-lasting human occupation and corresponding to palimpsests, the increase and/or overlapping of activities area limit the possibility of recognizing clear-cut distribution trends and interpreting their socio-economic and behavioural meaning. In consideration of the numerous disturbance factors, *intra-site* spatial analyses, integrated in a multidisciplinary approach, presently appear to be the most advanced techniques of spatial investigation. They have the better chance of solving such complex problems, whose reconstruction undoubtedly plays a decisive role in the validation of subsequent deductive analyses.

**Key words:** GIS, *intra site*, post-depositional.

---

Il sito di Isernia La Pineta (Fig. 1), risalente a circa 600.000 anni fa, è considerato di grande importanza per la ricostruzione del *modus vivendi* dell'*Homo heidelbergensis*. Il giacimento comprende una serie stratigrafica molto complessa, con fasi di occupazione che, sigillate soprattutto da depositi alluvionali, comprendono numerosi reperti in selce e in osso (Peretto, 2003). Una situazione archeologica estremamente ricca e complessa, come quella individuata nel giacimento paleolitico di Isernia

La Pineta, ha richiesto in un determinato momento della storia delle ricerche la concettualizzazione e la strutturazione di un sistema informatico globale che, partendo da un'ovvia esigenza gestionale, giungesse ad un livello deduttivo finale proprio ad ogni processo interpretativo, seguendo ogni passo delle fasi di ricerca, attraverso l'integrazione di numerose tecnologie che vanno dall'uso della Stazione Totale alla fotogrammetria digitale, dal GIS allo scanner 3D (Gallotti *et al.*, 2003).

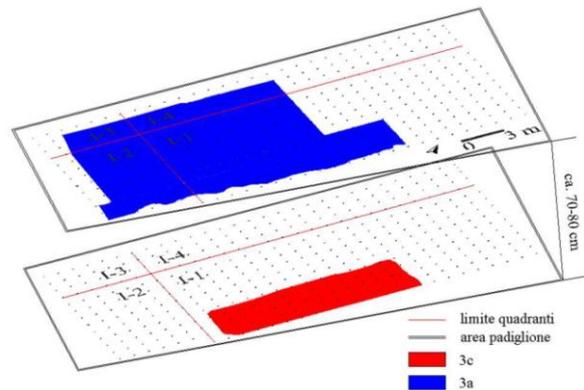


**Fig.1.** Isernia La Pineta. Archeosuperficie 3a del I settore di scavo (foto di A. Priston).

Accanto a questo iter prettamente metodologico, la scelta di utilizzare un GIS come sistema integrato è stata indirizzata all'elaborazione di diversi tipi di analisi *intra-site*, applicate all'interno di questo percorso di ricerca a due delle archeosuperfici individuate a Isernia La Pineta (3a e 3c) (Fig. 2), per analizzare e tentare di interpretare i *pattern* distributivi dei resti archeologici in esse contenuti. Inoltre, grazie alle sue funzionalità topologiche, esso permette la creazione di un modello informatico in grado di riprodurre le relazioni tra i diversi elementi di un sistema, in questo caso un sito di frequentazione del Paleolitico inferiore, ed è costantemente riutilizzabile e modificabile con il progresso della ricerca (Lembo *et al.*, 2006). La struttura logica e fisica impiegata nella descrizione e nell'organizzazione dei livelli informativi ha raggiunto i seguenti obiettivi di ricerca:

- conversione degli archivi cartacei;
- localizzazione e visualizzazione bidimensionale e tridimensionale di tutti i resti rinvenuti;
- trattamento delle entità archeologiche come variabili spaziali;
- interrogazioni spaziali (selezioni topografiche, rimozione del "rumore" post-deposizionale) per tentare di ricostruire i processi post-deposizionali, naturali e/o antropici, eventuali responsabili della trasformazione dei depositi originari, e le modalità delle fasi di frequentazione dei siti, attraverso la scomposizione tematica delle distribuzioni spaziali e la realizzazione di piante e sezioni tematiche singole o combinate;
- inferenza statistica dei dati spaziali (matrici di frequenza, analisi di densità) per individuare la probabile presenza di associazioni e relazioni

significative tra le diverse categorie di materiali, potenziali rivelatrici della presenza di aree funzionali (Djindjian, 1998).



**Fig.2.** Isernia La Pineta; settore I. Area esplorata relativa alle archeosuperfici 3a e 3c (elaborazione grafica G. Lembo).

La struttura logica è stata concepita affinché essa non riflettesse nell'organizzazione dei dati spaziali alcuna interpretazione soggettiva. Il punto di partenza era basato, quindi, sulla opportunità di strutturare le entità spaziali e le variabili così come esse erano state registrate nel corso dello scavo, senza proiettare su di esse, in fase di strutturazione fisica della soluzione GIS, alcun contenuto interpretativo (Baena *et al.*, 2002). L'obiettivo della gestione informatica dei dati non era limitato all'esigenza di assicurare una corretta definizione geometrica e topologica degli oggetti rinvenuti nello scavo ed una loro ricerca e selezione semplificata. Occorreva anche potenziarne il contenuto informativo mediante la costruzione, in modo interattivo, di viste multiple e/o derivate delle mappe originarie (piante selettive, piante tematiche, ecc.). È stato necessario concepire un percorso logico per una corretta conversione in formato digitale dei dati, strutturando le informazioni per renderle compatibili all'interno di una gestione informatizzata e, soprattutto, per permettere l'integrazione dei dati precedenti con quelli di nuova acquisizione.

Come *software* GIS sono stati scelti *MapInfo* e *ArcView* per le seguenti caratteristiche:

- gestione di banche dati relazionali;
- struttura bidimensionale e tridimensionale attraverso la gestione del modello *raster*, *vector* e *TIN*;

- capacità di realizzare differenti tipi di analisi spaziale;
- capacità di elaborazione statistica dei dati;
- facilità d'uso;
- larga diffusione;
- interfacciabilità;
- compatibilità con il linguaggio HTML per una futura implementazione in Internet.

Due *software* aggiuntivi sono stati associati in questo sistema di gestione globale:

- *AutoCad*, utilizzato per la restituzione vettoriale della documentazione grafica;
- *Access* per la gestione delle banche dati.

Entrambi questi *software* dialogano agevolmente sia con *ArcView* che con *MapInfo*.

Le piante costruite in *AutoCad* vengono importate in *ArcView*, che, diversamente da *MapInfo*, permette la trasformazione automatica dei *layer* di *AutoCad* in attributi del database interno al GIS, mentre gli oggetti grafici, che in *AutoCad* erano collocati in differenti *layers*, sono automaticamente riuniti in un unico livello informativo in *ArcView*. Allo stesso tempo, il database creato in *Access* viene importato in *ArcView* e collegato alla banca dati interna attraverso il codice univoco, rappresentato dal numero della Soprintendenza nel caso della vecchia documentazione o dal codice della Stazione Totale per la nuova. Ne risulta una completa e veloce omogeneizzazione dei dati.

Per il raggiungimento degli obiettivi sopra elencati, le analisi spaziali prese in considerazione sono state indirizzate all'elaborazione di carte tematiche, piante di frequenza e di rapporto, piante di densità, sezioni longitudinali, trasversali e oblique con la proiezione dei resti (D'Andrea *et al.*, 2000).

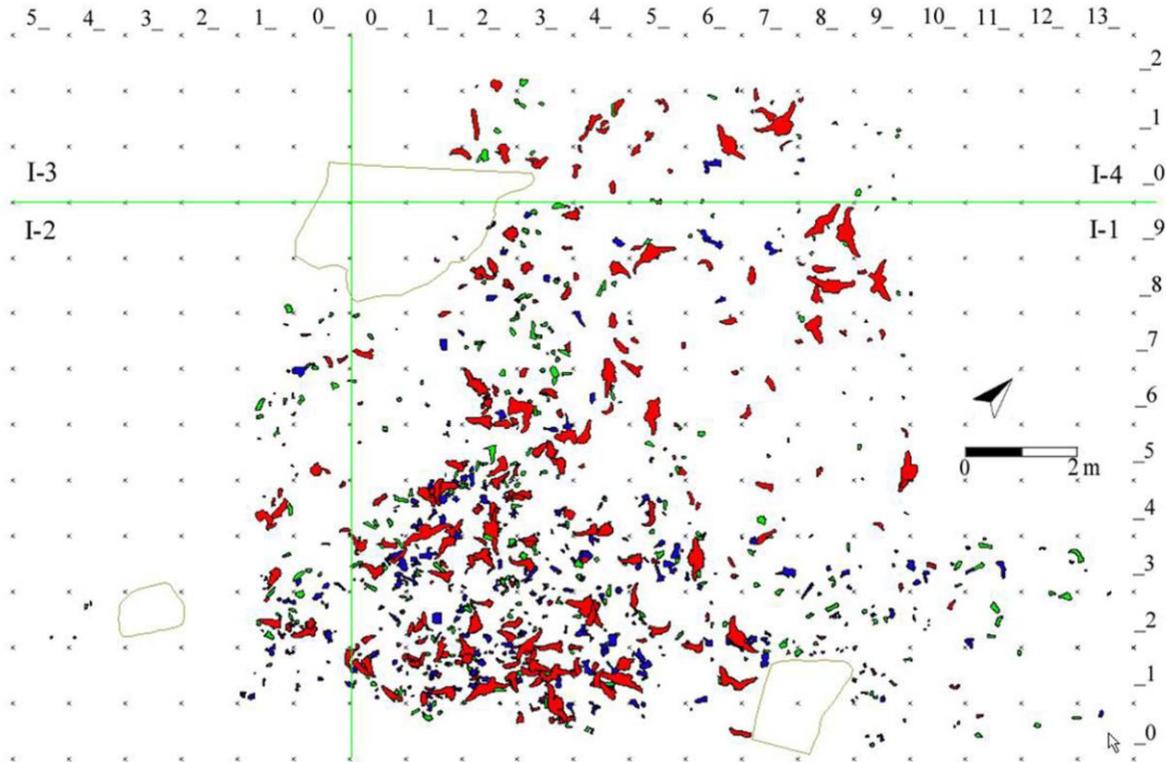
### Le carte tematiche

Associando le informazioni alfanumeriche e quelle grafiche è possibile eseguire qualsiasi tipo di interrogazioni e di selezioni sui campi del database, utilizzando un linguaggio di interrogazione codificato (*SQL: Standard Query Language*). I tematismi, creati in questo modo, sono stati salvati in nuove tabelle. Attraverso semplici modalità di selezione è possibile interrogare i dati alfanumerici e visualizzare gli oggetti grafici relativi. Si è così proceduto a predisporre numerose mappe tematiche, visualizzando le evidenze rinvenute sulla paleosuperficie, considerate sia singolarmente che in associazione con ogni altro tipo di

informazioni e selezioni tematiche, confrontando le distribuzioni spaziali di due o più variabili. La creazione delle piante tematiche è stata realizzata in *ArcView* attraverso lo strumento *Legend Editor*, che tematizza automaticamente le piante in base alle informazioni contenute nel campo della banca dati prescelto (Fig. 3).

### Piante di frequenza e di rapporto

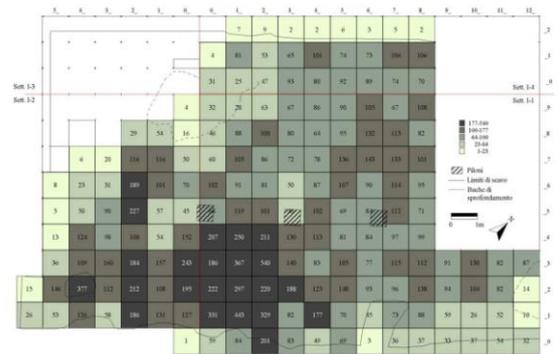
Nonostante le piante tematiche costituiscano una indispensabile modalità di visualizzazione che può aiutare nella lettura delle associazioni, l'elevato numero di materiali, che caratterizza in particolare modo l'archeosuperficie 3a, rende comunque difficile una lettura puntuale delle distribuzioni. Per questo motivo allo scopo di evidenziare in dettaglio particolari fenomeni di concentrazione e/o dispersione dei resti sono state create mappe di frequenza e piante di densità. La realizzazione delle piante di frequenza è stata possibile grazie alle potenzialità del linguaggio *SQL* di *MapInfo*. I resti sono stati raggruppati e conteggiati per quadrato (Hodder *et al.*, 1976) non attraverso l'interrogazione del database, ma utilizzando le funzioni topologiche proprie dei GIS. Una procedura *SQL*, partendo dall'*overlay* topologico della base della griglia di scavo di 1m x 1m sui livelli tematici, consente di calcolare automaticamente il numero degli oggetti il cui centroide ricade in ciascun quadrato di riferimento. Ne risulta una nuova tabella costituita da due campi, uno contenente il nome del quadrato, l'altro il numero di oggetti in esso contenuti. Questa nuova tabella, sempre attraverso interrogazione *SQL*, viene collegata alla tabella della griglia di riferimento, facendo coincidere i nomi dei quadrati e generando una nuova mappa, in cui saranno visualizzati i quadrati che contengono almeno 1 oggetto. Sarà questa nuova mappa ad essere elaborata attraverso la funzione *Create thematic Map* e a generare una pianta di frequenza per range di valori. Ogni quadrato verrà campito in base ad una scala di colore graduata a seconda del range di valori in cui ricade. Gli intervalli sono stati determinati attraverso la procedura algoritmica del *Natural Break*, che individua per mezzo di indicatori statistici i punti di rottura di una distribuzione.



**Fig.3.** Isernia La Pineta; archeosuperficie 3a, I settore. Quantità e relativa distribuzione delle diverse porzioni anatomiche relative ai resti di bisonte (elaborazione grafica G. Lembo)

Tecnicamente il risultato viene ottenuto con l'applicazione del metodo di ottimizzazione interattivo di Jenks (1971), che individua le fratture nella distribuzione della variabile con l'aiuto della misura statistica della *Goodness of Variance Fit (GVF)*. In generale, i metodi "naturali" producono classi caratterizzate da elevata omogeneità, che mettono bene in luce i raggruppamenti significativi dei fenomeni (Fig. 4). Sebbene il metodo quadrati sia conosciuto e applicato da molto tempo, anche manualmente, l'uso di questa procedura permette in primo luogo di utilizzare griglie di qualsiasi forma e dimensione come struttura di riferimento; in secondo luogo, esulando dalle informazioni contenute nel database, consente di superare il problema costituito dai resti posizionati tra due o più quadrati, dal momento che prende in considerazione il centroide dell'oggetto. Va comunque precisato che il conteggio della frequenza è stato limitato ai quadrati scavati nella loro interezza, poiché, nel caso di quadrati scavati parzialmente, il numero degli oggetti rinvenuti

poteva risultare incompleto e pertanto il calcolo della frequenza complessiva falsato.

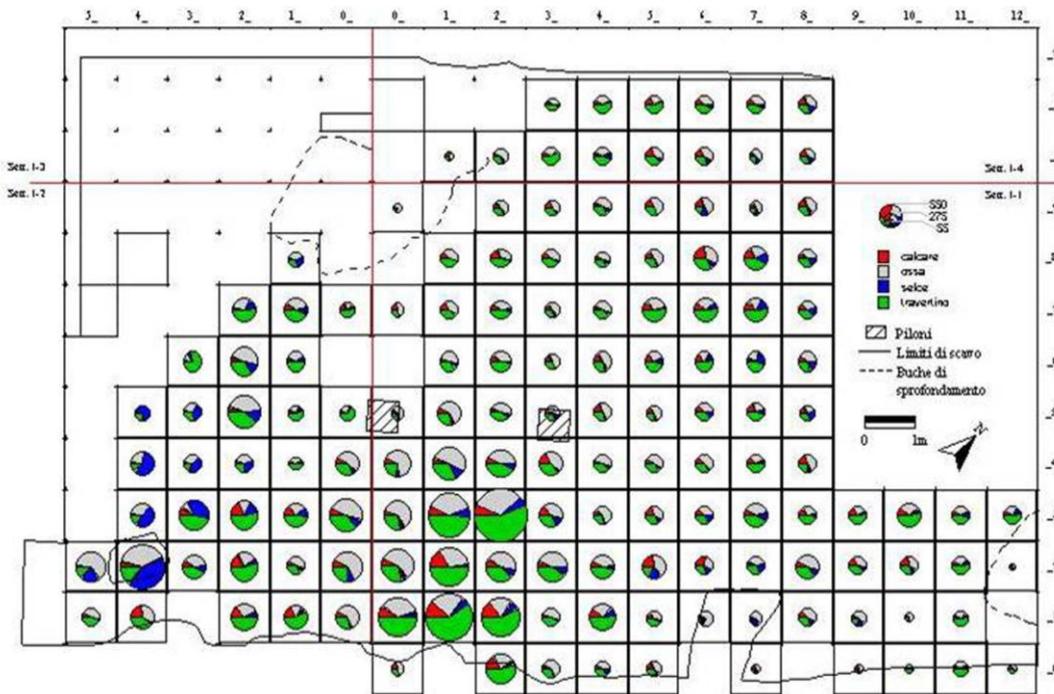


**Fig.4.** Isernia La Pineta; archeosuperficie 3a, settore I. Frequenza di tutti i reperti (elaborazione grafica G. Lembo).

L'incrocio di diverse piante di frequenza permette l'elaborazione di piante di rapporto, in cui sotto forma di grafico sono visualizzati i rapporti tra il numero di resti di diverse categorie

contenuti in un quadrato. Sempre attraverso *query SQL* è possibile connettere per mezzo del numero di quadrato le tabelle di due o più piante di frequenza relative a diverse tipologie di materiali. Ne risulta una nuova tabella e una nuova tavola, su cui elaborare una nuova mappa

tematica che visualizzerà i rapporti dei conteggi per quadrato attraverso grafici personalizzati. La grandezza del grafico è direttamente proporzionale al numero dei reperti (Fig. 5).



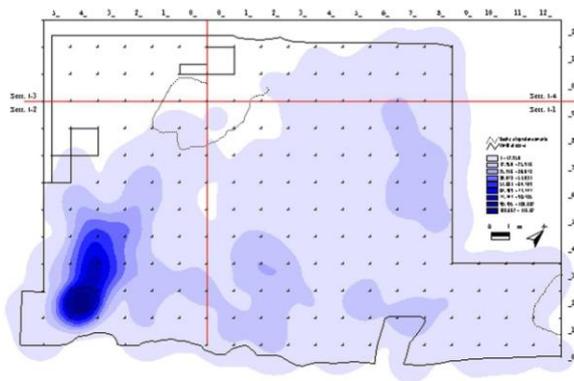
**Fig.5.** Isernia la Pineta, archeosuperficie 3a, I Settore. Rapporti spaziali tra le diverse categorie di materia prima (elaborazione grafica G. Lembo).

### Le piante di densità

L'incrocio di tali conteggi, basato sulla tipologia dei materiali, ha portato alla creazione di diverse piante di frequenza e di rapporto per range di valori, la cui visualizzazione, se da un lato offre un'idea numerica dei fenomeni distributivi, dall'altro tende a perdere i limiti reali dei fenomeni di densità, schematizzandoli e adattandoli alla griglia considerata. Per riuscire a restituire in forma più "naturalistica" la concentrazione degli oggetti superando il vincolo del conteggio per quadrati, sono state elaborate delle piante di densità allo scopo di evidenziare eventuali aree di clusterizzazione. Questa elaborazione è stata effettuata utilizzando il modello *calculate density* offerto da *ArcView Spatial Analyst*. La procedura di calcolo prende in considerazione diversi parametri fra cui il *search radius* e l'unità di misura a cui riferire la densità degli elementi computati (es. numero per

metro quadro), espressi in forma di punto. Il *search radius* o raggio di ricerca è la distanza, stabilita dall'operatore, che definisce una circonferenza attorno a ciascun punto preso in esame. La densità è calcolata sommando il numero di punti presenti all'interno dei *search radius* e dividendo per l'area del cerchio definito da tale raggio, ed è espressa nell'unità di misura prescelta. Nel caso si intersechino più aree circolari, viene attribuita alle zone di sovrapposizione la somma delle densità di ciascuna area circolare risultando quindi aree ad alta densità. Come funzione del *calculate density* è stata adottata la *Kernel Density Estimation* (KDE), che fornisce una stima di densità di un fenomeno puntuale, producendo una superficie a tre dimensioni a partire da un insieme di punti distribuiti in una regione dello spazio, una funzione mobile a tre dimensioni che pesa gli eventi entro la loro sfera di influenza, a seconda della loro distanza dal punto dal quale viene

stimata l'intensità. Le aree isonumeriche ottenute esprimono l'andamento delle concentrazioni di materiale. Si nota come le aree a maggiore densità, di colore più scuro, siano quelle che risultano condivise dal maggior numero di circonferenze calcolate dai vari punti. L'effetto visuale di questa analisi è sicuramente apprezzabile in quanto permette di leggere con maggiore chiarezza gli insiemi o i gruppi di frequenze altrimenti non percepibili da un semplice esame visivo delle evidenze, esaltando le relazioni di vicinanza fra ogni singolo elemento (Fig. 6).



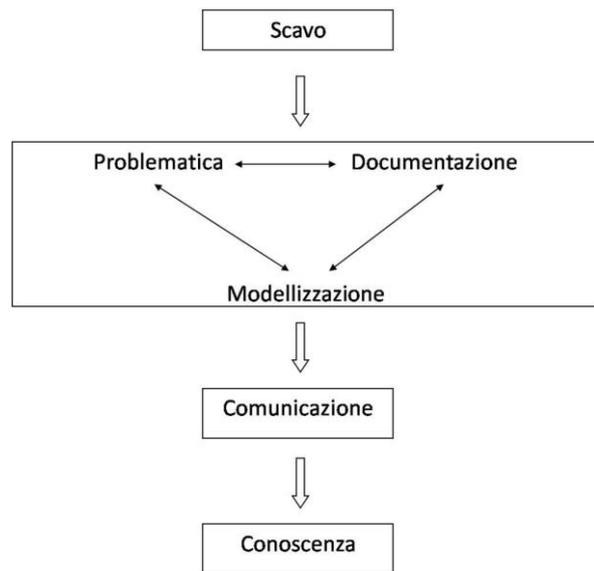
**Fig.6.** Isernia La Pineta; archeosuperficie 3a, settore I. Aree di densità dei resti in selce lavorata (elaborazione grafica G. Lembo)

I GIS costituiscono un fondamentale strumento messo a disposizione dell'archeologo per la conoscenza delle dinamiche di un suolo di frequentazione antropica. Per la strutturazione di un sistema informatico dello scavo è interessante situare i GIS in una pratica archeologica che implichi almeno tre livelli di conoscenza (Fig. 7):

- un livello concettuale: esplicitazione dei concetti e delle teorie;
- un livello empirico: esso concerne le tecniche di registrazione dei dati sullo scavo;
- un livello di modellizzazione e simulazione GIS: una volta che i concetti sono esplicitati e i dati sono resi disponibili, la modellizzazione può iniziare.

Le prime due tappe sono assolutamente propedeutiche alla terza. È necessario considerare che i GIS non sono preformati per le applicazioni archeologiche, dato che ogni scavo rappresenta una situazione archeologica unica (Castelford, 1992): ciò sta a significare che non esiste un "codice informatico" da seguire nella strutturazione di un GIS applicato allo scavo, ma che essa dipende dalla situazione archeologica

considerata e dalle finalità che ci si prefigge (Westcott *et al.*, 2000). Anche uno stesso sito archeologico durante le fasi di scavo può presentare situazioni nuove e inaspettate, sia di carattere archeologico che puramente gestionale, per cui qualsiasi GIS deve essere sempre concepito in modo che sia costantemente aggiornabile e rivisitabile. Se si prende in esame l'aspetto puramente interpretativo, queste considerazioni sono tanto più vere in considerazione del fatto che l'elaborazione di analisi spaziali *intra-site* attraverso applicazioni GIS sono ancora in fase sperimentale, soprattutto per realtà archeologiche simili a quelle di Isernia La Pineta, per cui ogni nuova elaborazione rappresenta un test e una situazione di riferimento importante per il progresso della ricerca in questo settore. Inoltre, è indispensabile sottolineare che, se il ruolo dell'informatico è importante per la risoluzione dei problemi puramente informatici, una conoscenza informatica dell'archeologo è vantaggiosa perché le applicazioni GIS non si fermano ad un livello di gestione, ma avanzino verso livelli di interpretazione.



**Fig.7.** Esempio di schema relativo alla concettualizzazione di un GIS. (elaborazione grafica G. Lembo).

**Bibliografia**

Baena J., Blasco C., Quesada F., 2002: Los S.I.G. y el análisis espacial en Arqueología. Colección de estudios, 51, UAM Ediciones.  
 Casterlford J., 1992: Archaeology, GIS and the time dimension: an overview. Computer Application and Quantitative Methods in Archaeology, Lock

- G. e Moffett J., *Tempus Reparatum*, British Archaeological Reports International Series S577, 95-106.
- D'Andrea A., Nicolucci F., 2000: L'archeologia computazionale in Italia: orientamenti, metodi e prospettive. *Archeologia e Calcolatori*, 11, 13-29.
- Djindjian F., 1998 : GIS usage in world-wide archeology. *Archeologia e Calcolatori*, 9, 19-30.
- Gallotti R., Lembo G., 2003: Sezioni, rilievo, computerizzazioni in Metodologie per lo scavo archeologico: il caso di Isernia La Pineta (Molise), Peretto C., Minelli A. *Collana Ricerche CERP*, 1, 83-90.
- Hodder I, Orton C., 1976: *Spatial Analysis in Archaeology*, Cambridge, CUP.
- Lembo G., Gallotti R., 2006: Trend distributivi dei reperti litici e paleontologici delle archeosuperfici 3c e 3a del I settore di scavo in Preistoria in Molise. Gli insediamenti in provincia di Isernia, Peretto C., Minelli A. *Collana Ricerche CERP*, 3, 96-118.
- Peretto C., 2003: Analisi informatizzata e trattamento dati delle strutture di abitato di età preistorica e protostorica in Italia, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.
- Westcott K. L., Brandon J., 2000: *Practical applications of GIS for archaeologist. A predictive modeling kit*, Taylor and Francis.



## L'analisi tracceologica per la ricostruzione delle attività nella preistoria: l'esempio della Grotta della Ciota Ciara (Borgosesia, VC)

Gabriele BERRUTI<sup>1</sup> & Marta ARZARELLO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Tras-os- Montes e Alto Douro & Instituto Politecnico de Tomar. e-mail: Ilgabbro79@gmail.com

<sup>2</sup> TekneHub, Dipartimento di Biologia ed Evoluzione, Università degli Studi di Ferrara

---

### Riassunto

Storia, potenzialità e metodi dell'analisi funzionale delle industrie litiche paleolitiche. Esempio dell'applicazione dell'analisi funzionale all'insieme litico musteriano proveniente dall'U.S. 13 della grotta della Ciota Ciara, Monte Fenera (Borgosesia, Vc). L'analisi dei reperti litici in quarzo ha permesso, dopo un'intensa fase sperimentale, di affinare la metodologia adatta allo studio di questa particolare materia prima. I dati raccolti tramite l'analisi funzionale integrati con lo studio tecnologico dei reperti hanno permesso di definire il sito come frutto di un'occupazione residenziale di breve/media durata, caratterizzata, nell'industria litica, da catene operative lunghe e complete legate principalmente alla trasformazione non all'acquisizione di risorse.

**Parole chiave:** Analisi Funzionale, Tracceologia, Quarzo, Musteriano, Grotta della Ciota Ciara.

### Abstract

History, potentialities and methods of usewear analysis on the Paleolithic stone industries. Example of usewear analysis of the Mousterian lithic industry from U.S. 13 of Atrio sector of the Ciota Ciara cave (Borgosesia, VC). The analysis of lithic instruments in quartz allowed, after an intensive experimentation phase, to refine the Methodology Tips suitable for the study of this raw material. The data collected through the usewear analysis integrated with the technological study of the finds helped to define the model of the site occupation; as a result of residential occupation of short / medium term, characterized, concerning the lithic industry, by long and complete reduction sequences mainly related to the transformation and not to the acquisition of resources.

**Key words:** Usewear analysis, microwear analysis, Quartz, Mousterian, Ciota Ciara cave.

---

### Introduzione

L'analisi funzionale consiste nella individuazione delle tracce d'uso lasciate sui margini attivi degli strumenti litici dai materiali lavorati, al fine di ricostruire le attività svolte attraverso di essi, le catene operative e il processo economico di cui erano parte (Ibáñez & Gonzáles, 1996). Il desiderio di assegnare ai manufatti litici una determinata funzione non è proprio solo della moderna archeologia: i nomi tradizionalmente utilizzati per la classificazione tipologica (grattatoio, raschiatoio, bulino, ecc..) esplicitano il tipo d'azione che si attribuiva agli strumenti. Tra i primi autori che cercarono di individuare le effettive funzioni degli strumenti litici preistorici bisogna ricordare Evans (Evans,

1872) e Spurrel (Spurrel, 1892); quest'ultimo in particolare si avvale dell'ausilio di una collezione sperimentale. Allo stesso modo si comportò Curwen (Curwen, 1930), il quale se ne servì per studiare le lustrature che aveva individuato sui margini attivi degli elementi di falchetto neolitici. Questi studiosi, che si avvicinarono con metodo "scientifico" allo studio funzionale dei manufatti litici, rimasero delle rare eccezioni. L'analisi funzionale moderna nasce in Unione Sovietica grazie al lavoro di un ricercatore russo, S. A. Semenov, che nel libro *доисторическая технология* (Pervobytnaya Tekhnika – tecnologia preistorica) pubblicato nel 1954, pose le basi della disciplina. Semenov s'avvicina allo studio dei manufatti preistorici con un approccio scientifico, avvalendosi di una

precisa metodologia che, passando attraverso l'applicazione di un rigido protocollo sperimentale, permette di classificare e codificare le tracce d'uso individuando la durezza del materiale lavorato e la direzione del gesto effettuato. Lo studio funzionale dei manufatti preistorici, ideato da Semenov è possibile grazie all'osservazione microscopica dei margini funzionali dei manufatti litici e al confronto delle tracce individuate con quelle riprodotte sperimentalmente. Nel 1964 il lavoro di Semenov venne tradotto e pubblicato in lingua inglese permettendone la diffusione anche nel mondo occidentale. Gli archeologi europei e americani dimostrarono, fin da subito, un vivo interesse per la nuova disciplina, e acquisirono la metodologia diedero il via ad un acceso dibattito sviluppando altre metodologie di ricerca legate all'utilizzo di diverse strumentazioni tecniche. Nel 1980, L. Keeley, mise a punto una tecnica di indagine che si avvale dell'ausilio di microscopi metallografici a luce incidente: questo approccio, detto ad alto ingrandimento, permette di individuare delle micro-tracce sui margini attivi degli strumenti (micropoliture). Keeley (Keeley, 1980) dimostrò come queste micro-tracce presentino delle differenti morfologie a seconda del materiale lavorato, permettendone un'identificazione univoca. I successivi sviluppi metodologici della disciplina avvennero in Francia dove F. Bordes, alla fine degli anni Settanta, assegnò le prime tesi di dottorato sull'analisi funzionale. Negli anni successivi la disciplina fu attraversata da aspre polemiche tra i sostenitori dell'osservazione tramite microscopi a basso ingrandimento (low power approach: Odell, 1981; Tringham *et al.*, 1974) e coloro che adottarono la metodologia ad alto ingrandimento (high power approach) proposta da Keeley. Oggi la contrapposizione tra i due differenti approcci pare definitivamente superata e molti lavori (Moss, 1983; Vaughan, 1985; Plisson, 1985; Beyries 1987; Christensen 1996; Lemorini, 2000; Zigiotti, 2005) dimostrano come sia efficace e produttivo l'utilizzo integrato di entrambe le metodologie. Parallelamente si sono sviluppate altre metodologie che si avvalgono di strumentazioni diverse come: l'"ultra high power approach" (Kamminga, 1979) che utilizza microscopi elettronici a scansione e microscopi a forza atomica (Kimball *et al.*, 1995), la rugosimetria (Beyries *et al.*, 1988), l'analisi dei residui (Fullagar, 1994) e l'analisi a fascio di ioni ed elettroni (Christensen, 1996).

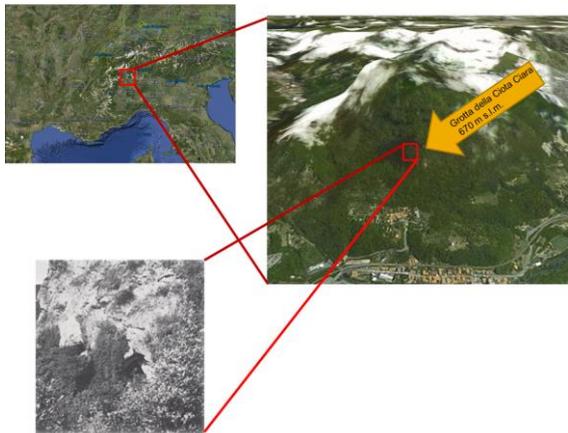
## Metodologia

L'analisi funzionale degli strumenti litici presenta della grandi potenzialità nel campo della ricerca preistorica poichè le materie prime litiche sono di solito quelle meglio conservate all'interno dei depositi antropici; si tratta inoltre di una disciplina dotata di una grande trasversalità cronologica e culturale. Ma esistono dei limiti alla sua applicazione, dovuti o alla natura dei contesti studiati o allo stato di conservazione dei manufatti all'interno del *record* archeologico. Molto spesso, infatti, il contesto archeologico esaminato è costituito da depositi che fotografano solo una frazione delle attività praticate dalle comunità prese in esame: bisogna tener ben presente che le attività dei cacciatori e raccoglitori preistorici erano ampiamente variate nel tempo e nello spazio (Binford, 1978; Plisson *et al.*, 2008). Quindi, sebbene l'analisi funzionale permetta di individuare le rotture di continuità spaziotemporali avvenute all'interno di un singolo contesto, per comprendere l'effettiva organizzazione economica dei gruppi umani (e non dei singoli contesti) è necessario allargare la ricerca comprendendo un *record* archeologico più ampio (Zigiotti, 2011; Ibáñez & González, 1996). Un altro limite intrinseco dell'analisi funzionale è legato all'eccezionale resistenza dei manufatti litici poichè esiste il rischio di sopravvalutare la loro importanza all'interno dei sistemi tecnici dei gruppi umani indagati a dispetto di strumentazione realizzata in materiale meno resistente. Numerosi studi etnografici attestano l'uso di una varietà di strumenti realizzati con materiali deperibili come legno o materie dure animali, strumentazione che in alcuni casi risulta numericamente preponderante e tecnicamente preferita a quella realizzata su supporti litici (Binford, 1978). Per quanto concerne le problematiche legate alla conservazione dei manufatti si possono individuare diverse tipologie di alterazioni post deposizionali che, interessando la superficie dei manufatti, possono inficiarne l'analisi. Calpestio, dilavamento, abrasione e forti stress termici possono limitare l'efficacia dell'analisi a seconda della loro grado di sviluppo. Le patine, come il *solil shenn* e la *white patina*, che si formano a seguito di fenomeni fisici o chimici, sono tendenzialmente più devastanti dal punto di vista dell'analisi funzionale rendendola, molto spesso,

completamente inefficacie (Plisson & Mauger, 1998; Zigiotti, 2011).

### Il caso studio

S'intende ora approfondire l'applicazione dell'analisi funzionale ai contesti archeologici paleolitici esponendo i metodi applicati ed i risultati ottenuti nello studio dell'industria litica musteriana proveniente dall'U.S. 13 del settore Atrio della grotta della Ciota Ciara, Borgosesia (Vc) (Fig.1).



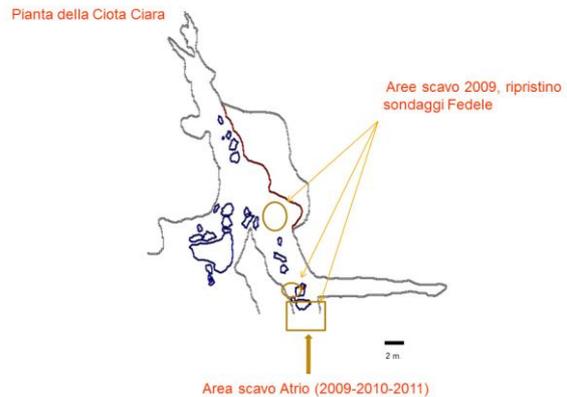
**Fig. 1.** localizzazione geografica della Ciota Ciara (Google Earth).

Questo studio risulta particolarmente interessante in quanto prende in esame strumenti realizzati in materie prime particolari come il quarzo e la spongolite ed è caratterizzato da una forte componente sperimentale.

### La grotta della Ciota Ciara

La grotta della Ciota Ciara si trova sul versante occidentale del Monte Fenera, all'imboccatura della Val Sesia, in Piemonte ed è parte del complesso di grotte (grotta del Ciotarun, riparo del Belvedere e grotta del Laghetto) che ad oggi ha restituito le testimonianze più importanti e complete del Paleolitico piemontese. Si tratta di una grotta carsica attiva con uno sviluppo di circa 80 m lungo il ramo principale, con un dislivello positivo di 15 m e che presenta due accessi: un'imboccatura triangolare volta a sud-ovest (665 m s.l.m.) e una grande apertura secondaria volta a ovest (670 m s.l.m.), originatasi dal crollo di una porzione della parete della grotta (Fedele F., 1966; 1972; Brecciaroli Taborelli L., 1995). Sul grande corridoio principale rettilineo, orientato NE-SW, si innesta un ramo laterale ascendente

che porta ai vani superiori (di esclusivo interesse speleologico) detti Sala della Torre e Sala dei Pipistrelli (Testa, 2005) (Fig. 2).



**Fig. 2.** pianta della Ciota Ciara.

Sebbene le prime ricerche di carattere scientifico/ archeologico dei depositi delle grotte del Monte Fenera siano da attribuire agli ultimi decenni del XX sec., già negli anni trenta del secolo scorso iniziarono i primi lavori sistematici a cura di C. Conti (Conti, 1931). Nel dopoguerra, ad opera dello stesso Conti, fiorirono numerose iniziative tra le quali spiccano, nel 1953, la riapertura degli scavi nella grotta del Ciotarun e l'esecuzione di un primo sondaggio all'interno della Ciota Ciara. Dopo gli scavi del Conti le grotte del Fenera furono oggetto di numerosi e reiterati scavi clandestini fino al 1964, anno in cui G. Isetti effettuò un sondaggio nella zona atriale della Ciota Ciara, che restituì un'industria litica riferibile al Paleolitico Medio (Fedele, 1966; Fedele, 1984-1985; Strobino, 1992). Nel 1965, dopo la morte di Isetti, la prima campagna di scavo sistematica (1966) alla Ciota Ciara fu condotta da F. Fedele (Fedele, 1984-1985; Strobino, 1992). Sotto la sua direzione, gli scavi continuarono negli anni successivi, portando alla luce industria litica musteriana prevalentemente in quarzite (Busa *et al.*, 2005; Fedele, 1966; Fedele, 1984-1985) e molto materiale paleontologico, il 95% del quale attribuibile a *Ursus spaeleus* (Busa *et al.*, 2005; Fedele, 1966). Il Fedele trascurò la zona atriale e si concentrò all'interno della grotta realizzando tre diversi sondaggi. Nel 1989 P. Gallo e F. Strobino rinvennero casualmente, nel conoide di deiezione posto all'entrata sud-ovest della Ciota Ciara, due denti umani che G. Giacobini, identificò come neandertaliani (Busa *et al.*, 2005; Villa &

Giacobini, 1998; Villa & Giacobini, 2005). Alla luce di questa sensazionale scoperta, la Soprintendenza per i Beni Archeologici del Piemonte, sotto la direzione di G. Giacobini e F. M. Gambari effettuò due nuove campagne di scavo nella zona atriale della Ciota Ciara. Nel 1991 i lavori vennero affidati alla cooperativa di ricerche archeologiche CORA di Trento e nel 1993 alla cooperativa Archeosistemi di Reggio Emilia (Busa *et al.*, 2005). Nel 2009 la Soprintendenza per i Beni Archeologici del Piemonte ha affidato la riapertura degli scavi archeologici all'Università degli Studi di Ferrara che, in collaborazione con l'Università del Piemonte orientale e sotto la direzione della Dott.ssa M. Arzarello, ha ripreso e continua tuttora l'attività di ricerca nella zona atriale della grotta (Arzarello *et al.*, 2009; 2010; 2011). I risultati dei primi studi multidisciplinari effettuati sul record archeologico dell'U.S.13 - l'unica a essere stata completamente indagata - hanno permesso, tramite lo studio dei micromammiferi, di inquadrare cronologicamente la frequentazione al MIS 5, in un periodo umido temperato (MIS 5a o 5b). I dati paleontologici indicano la presenza di resti appartenenti alle seguenti specie *Ursus spelaeus*, *Ursus arctos*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Meles meles*, *Lynx lynx*, *Rupicapra rupicapra*, *Cervus elaphus*, *Bos* sp., *Bos* vel *Bison* e *Hystrix* sp.e confermano la preponderanza dell'*Ursus* a cui sono attribuibili il 60% dei resti determinabili. Lo studio tecnologico ha permesso di attestare la presenza del metodo di scheggiatura Levallois (precedentemente negata negli studi condotti dal Fedele) e di catene operative lunghe e complete fortemente condizionate dalla materia prima utilizzata (Arzarello *et al.*, 2012).

### **Composizione e scelta del campione**

L'industria litica proveniente dall'U.S. 13 è composta da 479 elementi di cui 423 in quarzo, 53 in spongolite, 1 in milonite, 1 in selce e 1 uno in osso. Dei reperti in quarzo 269 sono schegge, 24 sono nuclei mentre 154 sono i reperti classificabili come *débris*. L'insieme litico in spongolite è composto da 29 schegge e 24 *débris*. La bassa qualità delle materie prime utilizzate (e disponibili) spiega la cospicua frequenza di errori di scheggiatura, soprattutto di tipo Syret. Il metodo di scheggiatura utilizzato in prevalenza è di tipo opportunistico/S.S.D.A (Forestier, 1993), affiancato da metodi più complessi quali il *débitage* Lavallois, discoide e Kombewa s.l.

(Boëda, 1993; 1994; Inizan *et al.*, 1995) mentre la tecnica impiegata è sempre la percussione diretta con pietra dura. Non è possibile notare una scelta preferenziale della materia prima in funzione del metodo di scheggiatura (Arzarello *et al.*, 2012; Berruto, 2011). Gli studi effettuati certificano che la quasi totalità dei reperti in quarzo (369) sono realizzati in quarzo macrocristallino di colore bianco latteo di provenienza locale, mentre due manufatti sono confezionati in quarzo microcristallino. Nell'insieme sono presenti 43 reperti, di piccole dimensioni, in quarzo ialino (vetroso e trasparente); dal momento che la varietà del quarzo macrocristallino utilizzato presenta talvolta cristalli anche di notevoli dimensioni (anch'essi d'aspetto lucido e trasparente), è possibile ipotizzare che i frammenti classificati come in "quarzo ialino" siano da imputare alla scheggiatura del quarzo macrocristallino (Berruto, 2011). La spongolite è l'altra materia prima utilizzata nell'US considerata: si tratta di una roccia sedimentaria silicea, costituita in prevalenza da spicole di spugna; caratterizzata da una grana fine un'elevata durezza, presenta un aspetto compatto. (D'Argenio *et al.*, 2005). Tale materia prima è presente nel record archeologico in due principali tipologie, una maggiormente silicizzata e di aspetto più compatto ed un'altra porosa con un colore variabile da scuro a chiaro. Nonostante la spongolite presenti maggiore attitudine alla scheggiatura rispetto al quarzo, il suo uso da parte dei gruppi neandertaliani è stato piuttosto limitato dal momento che essa rappresenta l'11% dei reperti dell'US 13. Una spiegazione per questo fenomeno è venuta dallo studio sulla provenienza delle materie prime (Berruto, 2011): la scarsa presenza della spongolite potrebbe essere legata alla limitata estensione di questa litologia in affioramento ed alla sua localizzazione, che corrisponde ad un settore del versante interessato da frane di crollo delle volte del sistema carsico sotterraneo, che potrebbe aver portato solo recentemente in esposizione i livelli oggi visibili ma anche ad una diversa accessibilità alle fonti di approvvigionamento rispetto all'attuale. Nel suo complesso l'insieme litico si presenta in ottimo stato di conservazione; un solo reperto è caratterizzato dalla presenza di una patina. Sul resto della collezione non sono presenti alterazioni post-deposizionali nè di origine chimica (white patina, bright spots) nè di origine meccanica (soil sheen, calpestio) (Arzarello *et*

al., 2012). Tipologicamente, l'industria litica proveniente dall'U.S. 13 comprende 479 pezzi di cui 10 strumenti formali. Lo studio funzionale è stato condotto su tutti gli strumenti formali, mentre tra le schegge non ritoccate sono state selezionate solo quelle che presentavano le seguenti caratteristiche: presenza di margini funzionali, assenza di fratture o altre alterazioni post deposizionali evidenti.

Lo studio dei manufatti è stato condotto integrando l'approccio a basso ingrandimento (Low Power Approach) (Semenov, 1954), con l'analisi ad alto ingrandimento (High Power Approach) (Keeley, 1980). La possibile identificazione dei materiali lavorati attraverso la durezza è riportata nella tabella (Tab.1).

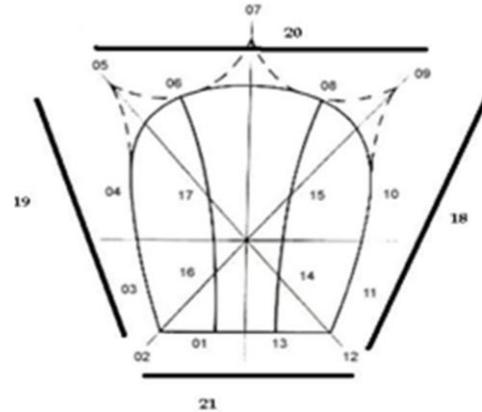
Durezza	Tipi di materiale
<i>Duro</i>	Osso, palco secco, legno secco, pietra dura.
<i>Medio-duro</i>	Legno tenero o bagnato, palco bagnato, cuoio, pietra tenera.
<i>Medio-tenero</i>	Alcuni tipi di legno fresco bagnato, canne, carne secca, graminacee.
<i>Tenero</i>	Carne senza osso, pelle, piante verdi.

**Tab.1.** classificazione di Odell (modificato da Odell,1981).

Secondo la classificazione sviluppata da Odell (1981). Le analisi microscopiche a basso ingrandimento sono state effettuate tramite l'ausilio di uno stereo microscopio Seben Incognita 3 (10-80x) e di un microscopio digitale Dinolight Am413T (5-230x); mentre lo studio ad

alto ingrandimento è stato realizzato per mezzo di un microscopio metallografico AmScope ME300T-M (40-640x) dotato di telecamera AmScope MD600.

Durante lo studio la posizione delle tracce individuate sulla superficie degli strumenti è riferita al diagramma realizzato da Van Gijn (Van Gijn, 1980) (Fig. 3).



**Fig. 3:** sistema di coordinate polari usato per l'indicazione delle aree funzionali (modificato da Van Gijn, 1989).

### Analisi del materiale

Assumendo i parametri esposti nel precedente paragrafo come criterio base, abbiamo selezionato per lo studio funzionale 130 reperti; dei quali 13 presentavano delle z.u. (zone di utilizzo); nessun reperto in spongolite presenta tracce d'utilizzo (Tab.2).

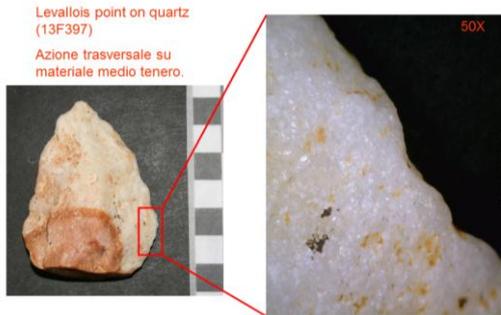
Reperto	Materia prima	Numero di z.u.	z.u.1 posizione	z.u.1 azione	z.u.1 mat. lavorato	z.u.2 posizione	z.u.2 azione	z.u.2 mat. lavorato
13 F3 97	QUARZO	2	19	T.	M.D.	18	T.	M.D.
15 F3 64	QUARZO	1	18	N.D.	M.D.	-	-	-
13 F4 144	QUARZO	1	18	T.	D.	-	-	-
13 F2 2	QUARZO	1	07	P.	M.D.	-	-	-
13 E4 13	QUARZO	1	10	T.	M.T.	-	-	-
13 F3 136	QUARZO	1	09	L.	M.D.	-	-	-
13 F4 30	QUARZO	1	20	T.	T.	-	-	-
13 F4 43	QUARZO	1	18	L.	M.T.	-	-	-
13 F4 27	QUARZO	1	10	N.D.	N.D.	-	-	-
13 E4 121	QUARZO	1	19	L.	M.D.	-	-	-
13 F2 389	QUARZO	2	18	N.D.	M.T. (abrasivo)	08	N.D.	M.T.
13 E4 124	QUARZO	1	20	T.	M.D.	-	-	-
13 F3 37	QUARZO	1	20	IMP. ?	N.D.	-	-	-

**Tab. 2.** reperti che presentano tracce d'uso; i reperti evidenziati sono strumenti formali. ( Materiali lavorati: T.= materiale tenero, M.T.= materiale medio tenero, D.= materiale duro, M.D.= materiale medio duro. Azione: T= trasversale, L= longitudinale, IMP= impatto. N.D.= non determinabile.

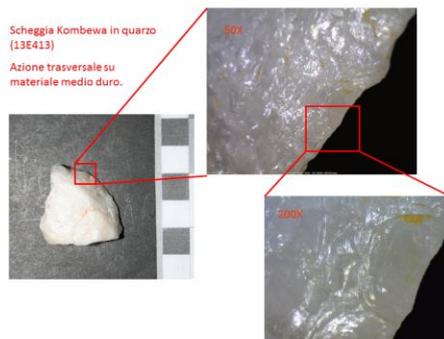
Dei 13 reperti con zone d'utilizzo 4 sono classificabili come strumenti formali, mentre 9

non presentano ritocchi. Durante lo studio sono stati analizzati tutti i 10 strumenti formali

presenti nell'insieme litico. Su quattro di essi è stato possibile individuare tracce d'uso. Gli strumenti che presentano tracce d'utilizzo sono: (Us 13 F3 97) raschiatoio convergente bi-convesso su punta levallois (punta musteriana) (Fig.4), (US 13 F4 43) un incavo+denticolato e (US 13 F3 37) un raschiatoio convergente bi-convesso, (US 13 F4 144) raschiatoio laterale semplice.



**Fig. 4.** tracce individuate sulla punta musteriana (13, F3, 97).



**Fig. 5.** tracce individuate sul reperto (13 E4 13).

Sulla punta musteriana sono state individuate due diverse zone d'utilizzo riconducibili alla lavorazione di materiale medio-duro attraverso un'azione trasversale. Il raschiatoio semplice presenta una zona d'uso riferibile a un'azione trasversale su materiale duro. L'incavo+denticolato presenta tracce tipiche di un'azione longitudinale su materiale medio tenero. Il raschiatoio convergente bi-convesso presenta una probabile frattura da impatto. Durante lo studio funzionale sono state analizzate 118 schegge non ritoccate di cui 111 in quarzo e 7 in selce. Su 9 schegge in quarzo sono state rinvenute delle tracce d'utilizzo (Fig.5).

Dei nove manufatti non ritoccati con tracce d'uso uno solo presenta due diverse zone d'utilizzo. Tra le azioni individuate spicca il reperto 13 F2 2 il quale presenta una traccia dovuta alla perforazione di un materiale medio

duro. La maggior parte delle tracce analizzate, su questa tipologia di reperti, è riconducibile alla lavorazione di materiali mediamente duri (tra il medio tenero e il medio duro) con l'eccezione del manufatto 13 F4 40 su cui si riscontra un'azione trasversale su materiale tenero.

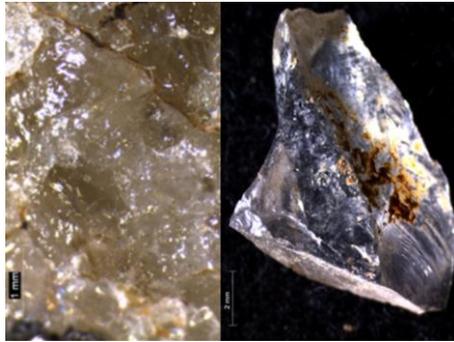
## Conclusioni

Dallo studio funzionale dell'industria litica rinvenuta è possibile trarre delle conclusioni utili sia per delineare una metodologia precipua dello studio delle industrie in quarzo sia per definire la funzione del sito. In seguito all'analisi della collezione sperimentale, possiamo certificare che la particolare morfometria dei cristalli componenti il quarzo utilizzato non ne permette lo studio ad alto ingrandimento in quanto la sua micromorfologia che non consente la messa a fuoco delle superfici con microscopio metallografico. Il quarzo macrocristallino con cristalli di dimensione centimetrica non pone problemi in quanto durante la lavorazione vengono scheggiati i cristalli stessi, i quali presentano di conseguenza superfici regolari, come abbiamo potuto verificare sia analizzando i reperti in quarzo ialino presenti nella nostra collezione sia sulla base della letteratura (Pignat & Plisson, 2000) (Fig.6).

L'analisi funzionale dei reperti litici permette di formulare alcune ipotesi pertinenti la funzione dell'insediamento. Considerando le tracce individuate sui margini degli strumenti formali si osserva una netta preponderanza dei materiali medio duri e duri. Non risulta possibile definire una particolare correlazione tra tipologia del manufatto, tipo d'azione e materiale lavorato. Tuttavia, analizzando la tabella delle durezze di Odell (Odell, 1981), possiamo presupporre una predominanza della lavorazione del legno. Questi dati ben si correlano con i risultati degli studi effettuati su contesti coevi (Beyries, 1987; Lemorini, 2000; 1999).

A proposito delle schegge non ritoccate possiamo affermare che risulta prevalente la lavorazione dei materiali duri e medio duri, sebbene due strumenti presentino tracce riferibili alla lavorazione di materiali teneri e medio teneri che indicano la lavorazione di materiali d'origine animale. La presenza di due soli reperti con due zone di utilizzo riferibili alla stessa tipologia di materiale lavorato testimonia una scarsa polivalenza degli strumenti. In conclusione, analizzando l'insieme dei reperti

che presentano tracce d'uso, pare evidente una preponderanza dei materiali lavorati con una durezza che varia dal medio duro al medio tenero i quali secondo Odell (Odell, 1981) spaziano dal legno fresco al cuoio passando per il legno secco e il palco fresco.



**Fig. 6.** SX: reperto CC10 Atrio US13 q F4 n 26; dettaglio dei macrocristalli costituenti la materia prima. DX: Reperto in quarzo ialino proveniente dal rimaneggiato. (Berruto, 2011).

La presenza della probabile frattura d'impatto sul raschiatoio convergente biconvesso e delle due schegge con tracce di lavorazione di materiale tenero e medio tenero potrebbero indiziare la presenza di una limitata attività sulle carcasse animali. I dati ricavati dallo studio funzionale delle industrie litiche in accordo con i risultati ottenuti dallo studio tecnologico dell'industria litica inquadrano l'occupazione musteriana del US 13 come un'occupazione residenziale di breve/media durata, caratterizzata da catene operative lunghe e complete legate principalmente alla trasformazione di materiali e non all'acquisizione primaria di risorse (Arzarello *et al.*, 2012; Vaquero, 2007).

### Bibliografia

- Arzarello, M., Berruti G.L.F., di Maio P. e Viola S., 2009: Diario di scavo. Ciota Ciara & Riparo Belvedere. Campagna di indagine 2009 (7-30 Agosto 2009), 23 pp.
- Arzarello, M., Berruti G.L.F. e Viola S., 2010: Diario di scavo. Ciota Ciara & Riparo Belvedere. Campagna di scavo 2010 (15 giugno-17 luglio 2010), 13 pp.
- Arzarello, M., G.L.F. Berruti, 2011: Diario di scavo. Ciota Ciara Campagna di scavo 2011 (15 giugno-17 luglio 2011), 18 pp.
- Arzarello, M., Daffara G., Berruti G.L.F., Berruto G., Berté D., Berto C., Gambari F.M., Peretto C.; The Mousterian settlement in the Ciota Ciara Cave: the oldest evidence of Homo neanderthalensis in Piedmont (Northern Italy); in stampa, Journal of Biological Research Scientific Annals of the School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki (Gr).
- Boëda, E., 1995: Le débitage discoïde et le débitage Levallois récurrent centripète, Bulletin de la Société Préhistorique Française, 90-6, 392-404.
- Boëda, E., 1994: Le concept Levallois: variabilité des méthodes. Vol. 9, Monographie du CRA, 280 pp.
- Beyries, S., 1987: Variabilité de l'Industrie Lithique du Mousterien: Approche Fonctionnelle sur Quelques Gisements Français, Ed., BAR international series 328, Oxford, 310 pp.
- Binford, L., 1978: Nunamiut ethnoarchaeology, New York, pp. 509.
- BrecciaroliTaborelli, L., 1995: Un insediamento temporaneo della tarda antichità nella grotta "Ciota Ciara" (Monfenera, Valsesia). Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte, 13, 73-109.
- Berruto, G., 2011: Comportamento economico dei neandertaliani della grotta della Ciota Ciara (Borgosesia, Vc): analisi della provenienza delle materie prime, Università di Ferrara, 105 pp.
- Busa, F., L. M. Gallo, and E. Dellarole, 2005: L'attività di ricerca nelle grotte del Monte Fenere. D'acqua e di pietra. Il Monte Fenere e le sue collezioni museali, Associazione Culturale ZEISCIU Centro Studi, 218-223.
- Conti, C., 1931: Valsesia Archeologica. Note per una storia dalle sue origini alla caduta dell'impero romano. Bollettino della Società Storica Sudalpina, 123, 1-61.
- Christensen, M., 1996: Le travaux et l'usage de l'ivoire au Paléolithique supérieur. Traceologie des outils en silex et caractéristion chimique de polis d'utilisation, Université de Paris I.
- Curwen, C. E., 1930: Neolithic Camps, Antiquity, Vol. 4-13, pp. 22-54.
- D'Argenio, B., F. Innocenti e F. P. Sassi, 2005: Introduzione allo Studio delle Rocce. UTET, 162 pp.
- Evans, J., 1872: The ancient stone implements, weapons and ornaments of Great Britain, Longmans, Green, Reader and Dyer, London, pp. 640.
- Fedele, F., 1966: La stazione paleolitica del Monfenera (Borgosesia), Rivista di Studi Liguri, Anno XXXII, 5-105.
- Fedele, F., 1971: Monfenera 50.000 anni di preistoria nelle Alpi Piemontesi. Rivista della montagna, 43-52.
- Fedele, F., 1984-85: Il Paleolitico in Piemonte: Le Alpi Occidentali, Ad Quintum Archeologia del Nord-Ovest, 7, 23-44.
- Forestier, H., 1993: Le Clactonien: Mise en application d'une nouvelle méthode de débitage s'inscrivant dans la variabilité des systèmes de

- production lithique du Paléolithique ancien. *Paleo*, 5, 53-82.
- Fullagar, R., 1994: Objective for Usewear and residue studies: views from an Australian microscope, *Helium*, 34, 2, pp. 210-224.
- Ibanez, J.J., Gonzales J.E., 1996: From tool use to site function, *BAR International Series*, pp.658.
- Keeley, L.H., 1980: Experimental determination of stone tools uses; a microwear analysis, the University of Chicago Press, Chicago and London, 212 pp.
- Kimball, L.R., Kimball J.F., Allen P.E., 1995: Microwear polishes as viewed through the Atomic Force Microscope, atti del XII congresso UISPP, workshop 17, 6, T. II, pp 1115-1120.
- Lemorini, C., 2000: Reconnaître des tactiques d'exploitation du milieu au Paléolithique moyen. La contribution de l'analyse fonctionnelle Étude fonctionnelle des industries lithiques de Grotta Breuil (Latium, Italie) et de la Combette (Bonnieux, Vaucluse, France), Ed., *BAR International Series* 858, Oxford, 142 pp.
- Moss, E.H., 1983: The Functional analysis of flint implements Pincevent and Pont d'Ambon: two case studies from the French final Palaeolithic, Ed., *BAR international series* 177, 181 pp.
- Odell, G.H., 1981: The mechanism of use-breakage of stone tools: some testable hypothesis, *Journal of field archaeology*, 8, 197-209.
- Pignat, G., Plisson, H., 2000: Le quartz, pour quel usage ? L'outillage mésolithique de Vionnaz (Suisse) et l'apport de la tracéologie, *MESO '97*, P. Crotti P., *Actes de la Table Ronde "Épipaléolithique et Mésolithique"*, Lausanne, 21-23 novembre 1997., pp. 65-78.
- Plisson, H., 1985: Quels soins prendre des outillages lithiques pour l'analyse fonctionnelle?, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 82, pp. 99-101.
- Plisson, H, Dubreuil L., Guilibert R., 2008 : The functional significate of Sauveterian microlithic assemblage: brodening the focus of investigation, L. Longo, *Prehistoric Tecnology 40 years later : functional studies and the russian legacy*, *Proceeding of the International congress Verona Italy*, 20-23 April 2005, *BAR international series*, 1783, pp.147-156.
- Rots, V., 2002: Hafting traces on flint tools: possibilities and limitations of macro and microscopic approaches, *Katholieke Universiteit Leuven*, 2 TT., 649 pp., 651 pp.
- Semenov, S. A., 1964: Prehistoric technology: an experimental study of the oldest Tools and Artefacts from traces of Manufacture and Wear, London, Cory, Adams & Mackay, pp. 211.
- Spurrel, F. C. J., 1892: Microscopic Striations on Flint Sickle-Blades as an Indication of Plant Cultivation: Preliminary Results, *World Archaeology*, Vol. 17, No. 1, pp. 121-126.
- Strobino, F., 1992: Nota sulla cronistoria delle ricerche sul Monte Fenera: dalle origini agli anni Sessanta. Prospettive per le future indagini. de Valle Sicida, a. III, n. 1, 7-14.
- Testa, P., 2005: Il fenomeno carsico sul Monte Fenera. D'acqua e di pietra. Il Monte Fenera e le sue collezioni museali, *Associazione Culturale ZEISCIU Centro Studi*, 152-163.
- Tringham, R., Cooper G., Oddel G.H., Voytek B., Whitman A., 1975: Experimentation in the formation of edge-damage: a new approach to lithic analysis, *Journal of field archaeology*, 1, pp, 171-196;
- Van Gijn, A.L., 1989, The wear and tear of flint. Principles of functional analysis applied to Dutch Neolithic assemblages, *Analecta Praehistorica Leidensia*, 22, pp 182.
- Vaquero, M., 2007: Preface. Aires d'approvisionnement en matières premières et aires d'approvisionnement en ressources alimentaires. Approche intégrée des Comportements. XVn Congrès UISPP, Lisbonne, *BAR International Series* 1364.
- Vaughan, P., 1985: Use-wear analysis of flaked stone tools, *The University of Arizona Press*, Tucson, pp 204;
- Villa, G. and G. Giacobini, 1998: Dente neandertaliano dal Ciutarun (Monte Fenera, Borgosesia, Vercelli). *Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte*, 15, 257.
- Villa G., Giacobini G., 2005: I resti umani neandertaliani del Monte Fenera. D'acqua e di pietra. Il Monte Fenera e le sue collezioni museali, *Associazione culturale ZEISCIU Centro Studi*, 234-238.
- Ziggiotti, S., 2005: Tecnologia e Funzione. Apporto dell'analisi funzionale delle industrie litiche dell'Epigravettiano recente nelle Prealpi orientali italiane, *Consorzio universitario di Bologna*, Ferrara e Parma pp.310;
- Ziggioti, S., 2011: Lo studio funzionale delle industrie litiche scheggiate. Arzarello, M., M. Peresani e F. Fontana, 2011, *Manuale di tecnologia litica preistorica. Concetti, metodi e tecniche*, Carrocci.

## Un esempio di diagnostica non invasiva integrata: indagini georadar e termografiche per la caratterizzazione di una parete di Villa “La Mensa” di Sabbioncello San Vittore (Ferrara)

*Nasser ABU ZEID<sup>1</sup>, Alessandro PANCALDI<sup>2</sup>, Giovanni SANTARATO<sup>1,3</sup>, Lisa VOLPE<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Ferrara. e-mail: g.santarato@unife.it

<sup>2</sup>L.P., Ferrara, www.studiopancaldi.com

<sup>3</sup>TekneHub, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Ferrara

---

### Riassunto

Il complesso rinascimentale Villa La Mensa (Sabbioncello San Vittore, Copparo –FE-), antica residenza estiva del Vescovo di Ferrara, è stata oggetto di molti interventi di ristrutturazione ed ammodernamento secondo i costumi dell'epoca. Ne è in corso il recupero e restauro da parte del Comune, attuale proprietario.

In questa nota si presentano le indagini non invasive eseguite su una faccia di una parete interna, nella quale si presume la presenza di affreschi sotto uno spesso manto di intonaco, in prosecuzione di un trompe l'oeil, in parte visibile vicino al soffitto. Le indagini sono state eseguite con camera termografica, mediante eccitazione termica sulla faccia opposta e con georadar, utilizzando un'antenna ad alta frequenza. Entrambe le indagini rilevano, con ottima corrispondenza geometrica, la presenza di una finestra tamponata, ignota in precedenza. Questo particolare è servito a dimostrare che tale struttura è stata per qualche tempo una parete esterna del fabbricato.

**Parole chiave:** indagini non invasive, murature storiche, georadar, termografia.

### Abstract

The Villa La Mensa, located in Sabbioncello San Vittore village nearby Copparo (Ferrara province, Northern Italy), the summer residence of Ferrara's Bishops since Renaissance, was continuously restructured and modernized according to customs of times. The Copparo Municipality, its current owner, is being to rescue and restore it.

In this paper, non invasive surveys were carried out on an internal wall, in which the presence of frescoes is assumed beneath the plaster layer, as a continuation of a trompe l'oeil, partly visible near the ceiling. The survey was performed employing a georadar equipped with an high-frequency antenna and a thermal camera to measure the thermal conductivity behavior of the wall due to thermal excitation. Both investigations evidenced clearly a rectangular-shaped thermal and georadar anomaly which was interpreted as a plugged window, previously unknown. This finding confirmed that this wall was the external limit of the building sometime of its past history.

**Key words:** Non invasive diagnostics, historic masonry, ground probing radar, thermography.

---

### Introduzione

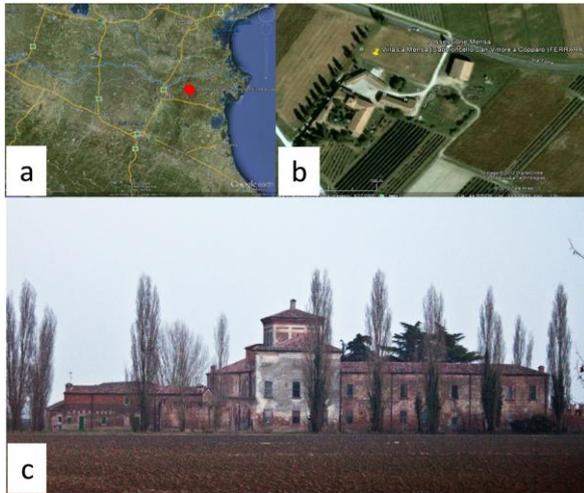
I primi elementi architettonici del complesso di stampo rinascimentale di Villa La Mensa (Sabbioncello San Vittore, Copparo – Ferrara), antica residenza estiva della Curia Vescovile Ferrarese, risalgono al sec. XIV d. C.

La villa ha raggiunto l'attuale configurazione (Fig. 1) in seguito a numerosi interventi di ristrutturazione e ammodernamento

edilizio, le cui fasi non sono ancora completamente definite.

Documenti risalenti al 1308 testimoniano, infatti, la proprietà vescovile della Villa adibita ad attività agricole: il nucleo originale era costituito da quattro vani con copertura a due falde ed una torre colombaia probabilmente usata come torre d'avvistamento. Nel corso dei secoli successivi, la Villa subì numerosi ampliamenti e ristrutturazioni voluti dai proprietari, tra cui

Bartolomeo della Rovere, nipote di papa Sisto IV. Il legame tra la Villa e Bartolomeo della Rovere, per esempio, è testimoniato dalla presenza, nella facciata ovest, della sua insegna gentilizia in pietra d'Istria, posta a coronamento del portale di entrata.



**Fig.1.** Ubicazione della Villa La Mensa (si noti nel pannello a il profilo della costa alto-adriatica) e foto d'insieme di Villa la Mensa (c).

Con la proclamazione del Regno d'Italia ed in seguito all'approvazione della legge sulla repressione delle corporazioni religiose (7 luglio 1866), la Villa divenne proprietà del Demanio Nazionale nel 1868 e messa all'asta, divenendo proprietà privata.

Nel secolo scorso la Villa fu adibita prima a "Scuola Pratica di Agricoltura Gustavo e Severino Navarra" e poi, durante la seconda guerra mondiale, rifugio per venti famiglie di sfollati ed ospitò un piccolo orfanotrofio fino a diventare proprietà del Comune di Copparo e della provincia di Ferrara, che ne iniziò i lavori di ristrutturazione per inserirla nel percorso Delizie Ferraresi.

Oggi, il complesso è formato da quattro corpi con un piccolo chiostro centrale.

Ad angolo con l'ala Sud (quella di più recente costruzione), nella parte ovest, dove è presente il portone d'ingresso alla villa, si trova la Sala dell'Annunciazione (o "della cornice") che conserva al proprio interno il trompe l'œil, oggetto di studio, raffigurante una cornice con vasi di fiori e colonne di stile neoclassico. Le ricerche storiche e la presenza della cornice su altri muri esterni della villa, ha fatto ipotizzare che la parete nord, prima dell'ampliamento del XVIII-XIX sec. d.C., dovesse essere esterna. Al

momento dell'ampliamento ottocentesco, la decorazione parietale fu probabilmente ricoperta da uno spesso strato di calce e venne effettuata una controsoffittatura. Durante i recenti lavori di restauro e ristrutturazione, che hanno permesso l'asportazione della controsoffittatura, è stata scoperta la parete con il trompe l'œil. L'intera superficie è stata analizzata con indagini non invasive volte all'analisi strutturale della muratura ed alla valutazione dello spessore dell'intonaco che ricopre il sottostante dipinto (Fig. 2).



**Fig.2.** particolare della parete di studio. Si intravede in alto l'affresco a "trompe l'œil".

L'indagine, eseguita con georadar ad altissima risoluzione e con termografia, ha permesso di confermare alcune deduzioni ottenute attraverso l'analisi architettonica ed iconografica. Essa rientra in una serie d'indagini multidisciplinari con cui si cerca di valorizzare il ruolo che Villa La Mensa ha avuto nella fase di realizzazione delle Delizie Ferraresi, imponenti edifici perfettamente integrati nel paesaggio rurale della Pianura Padana.

Lo studio si è avvalso d'informazioni storico-archivistiche dalle quali è emerso l'interesse per la Sala dell'Annunciazione, in quanto caratterizzata da elementi architettonici utili a ricostruire alcune delle fasi evolutive della Villa. Per ulteriori informazioni si veda ad es. Tratzi (2010).

## Metodi d'indagine

### Georadar

Il cosiddetto Georadar, in inglese "Ground Probing Radar" o G.P.R. è uno strumento che si basa sulla trasmissione e sulla ricezione di un impulso elettromagnetico (e.m.) all'interno del

mezzo investigato. La forma dell'impulso è una sinusoide troncata, di durata all'incirca pari al periodo. Ad ogni superficie di discontinuità della velocità delle onde e.m. avviene una riflessione dell'energia emessa; la registrazione consiste quindi nella ricezione dell'impulso trasmesso e di tutti gli impulsi riflessi fino alla massima profondità d'indagine. Il radargramma è il grafico distanza-tempo dove ogni evento di trasmissione-ricezione è graficato alla propria ascissa, con asse dei tempi rivolto verso il basso. La velocità di propagazione  $v$  delle onde e.m. in un materiale di permittività o costante dielettrica relativa  $\epsilon_r$  è data da:

$$v \approx \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

dove  $c$  è la velocità della luce nel vuoto. Questa velocità si esprime preferibilmente in cm/ns (centimetri/nanosecondo), piuttosto che in m/s e varia tra gli estremi di circa 30 cm/ns in aria e circa 3,3 cm/ns in acqua dolce. Il campo di frequenze (la frequenza è il reciproco del periodo) utilizzato varia tra circa 50 MHz a circa 2 GHz, in funzione della risoluzione e della profondità d'indagine richieste. La risoluzione, intesa come la capacità di riprodurre separatamente superfici riflettenti distinte, è proporzionale alla frequenza, mentre la profondità d'indagine, intesa come la massima profondità dalla quale emerge un segnale riflesso superiore al rumore elettromagnetico di fondo, diminuisce con la stessa frequenza. Questa diminuzione è legata all'assorbimento dell'energia e.m. trasportata dall'impulso per effetto Joule, assorbimento che è funzione crescente anche della conducibilità elettrica del materiale investigato. Nel presente caso, trattandosi di muratura presumibilmente asciutta e quindi non particolarmente conduttiva, si è utilizzata un'antenna che emetteva un impulso alla massima frequenza disponibile di 2 GHz. Dato il basso assorbimento del muro, con tale frequenza si è investigato con efficienza l'intero spessore della parete, di 34 cm.

### **Termografia**

La termografia è una tecnica diagnostica che permette di "vedere" le radiazioni emesse da un corpo nel campo dell'infrarosso termico. Possiamo dire che la termovisione permette di creare una mappa delle temperature superficiali dei corpi senza contatto e di visualizzare così, in

un'immagine bidimensionale, la loro radiazione termica superficiale. I risultati di tali letture sono vere e proprie "fotografie" in falsi colori, dove ad una gradazione cromatica, definita da una scala convenzionale, corrisponde un valore di temperatura rilevato dallo strumento termografico.

Il principio fisico su cui si basa la termografia è l'irraggiamento termico, cioè l'emissione di calore. Questa condizione si viene a creare quando due corpi, aventi temperature diverse, si trovano separati da un mezzo sufficientemente trasparente alle radiazioni, così che ciascuno dei corpi emetta energia e simultaneamente ne assorba dagli altri.

Ogni corpo solido o liquido con temperatura superiore allo zero assoluto ( $-273^\circ\text{C}$ ) emette e assorbe radiazioni fino a conseguire un proprio equilibrio termico. Le radiazioni infrarosse sono le uniche, all'interno dell'intero spettro elettromagnetico, responsabili dei processi termici al di sotto dei  $500^\circ\text{C}$ , ovvero una temperatura entro cui avviene la quasi totalità degli avvenimenti termici che abbia un senso rilevare. Per questo tale banda dello spettro elettromagnetico è nota anche come "regione del calore"; essa è compresa tra 0,75 e 1000  $\mu\text{m}$  e confina quindi con la radiazione visibile per le lunghezze d'onda inferiori e con le microonde per le lunghezze d'onda superiori.

In fotografia, sappiamo che risulta difficoltoso ottenere immagini senza la condizione fondamentale costituita da una fonte di illuminazione, ragione per cui deve sussistere un particolare rapporto tra l'oggetto fotografato e un'adeguata illuminazione che permetta all'operatore di vedere e registrare in fotogrammi le immagini ritenute necessarie. Tale verità risulta ampiamente verificata nel campo del rilievo termografico ad infrarossi. Come in fotografia lo strumento è sensibile alla luce, così in termografia lo strumento è sensibile alla radiazione termica; infatti, la presenza di una fonte di calore è la condizione fondamentale per poter registrare i dati rilevati in termogrammi. Come, in fotografia, è possibile trovarsi in situazioni di illuminazione naturale o ricreata artificialmente per mezzo di opportune apparecchiature illuminanti, così, in termografia, è situazione necessaria per procedere ad una corretta indagine la presenza di un gradiente termico, cioè una differenza di temperatura tra il corpo analizzato e una fonte di calore, che può

essere rappresentata anche dal corpo stesso nei confronti dell'ambiente circostante.

L'emissività è una caratteristica fisica propria del materiale di cui è costituito l'oggetto studiato o la sua superficie visibile: si tratta di una precisazione fondamentale considerato che, per definizione, il rilievo termografico fornisce di un corpo esclusivamente la mappa termica superficiale. Questo significa che possono essere effettuate considerazioni molto utili su ciò che succede negli strati più interni ma rimangono considerazioni puramente deduttive, non derivate da una lettura diretta.

Il valore di emissività è compreso tra 0 (corpo completamente riflettente) e 1 (corpo completamente opaco, il cosiddetto "corpo nero").

Un'immagine generata da una lettura termografica può essere interpretata dallo strumento con diverse convenzioni grafiche (scale di grigi o di colore) a scelta dell'operatore secondo scale di corrispondenza tra cromie e lunghezza d'onda della radiazione emessa (e quindi del valore di temperatura nel dato punto).

## Risultati

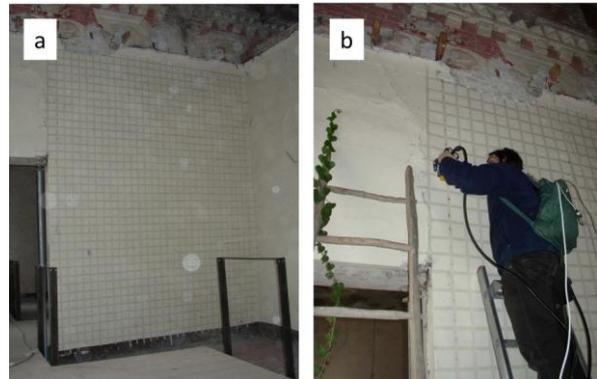
### Georadar

Si è provveduto a dividere la parete in una griglia le cui maglie misurassero 10cm per 10cm. L'operazione è stata effettuata mediante l'apposizione sulla superficie da indagare di strisce di carta gommata (completamente asportabile, Fig. 3a) dopo aver effettuato le misure opportune ad ottenere una rete di guide tra loro ortogonali. In questo modo, tenuto conto che l'antenna era armata di un odometro, è stato possibile localizzare le disomogeneità riscontrate con precisione centimetrica.

L'indagine si è svolta utilizzando un Georadar Ris Plus a 2 canali ed un'antenna monostatica da 2 GHz. Il tempo di registrazione del radargramma è stato fissato a 16 ns ottenendo lungo ogni traccia 1.024 campioni. È stato acquisito uno scan (traccia) ogni 1 cm. Sono stati eseguiti 67 profili, 38 orizzontali e 29 verticali (Fig. 3b).

Si è proceduto all'indagine facendo aderire l'antenna alla muratura e seguendo l'andamento delle guide prima in senso orizzontale poi in senso verticale, in modo da ottenere un'informazione completa, in quanto sussiste la possibilità, procedendo in un'unica direzione, che qualora un oggetto si trovi perfettamente in linea

con l'elemento radiante, esso generi una riflessione continua e non risulti riscontrabile nel radargramma.



**Fig.3.** a) la parete di studio allestita per l'indagine con georadar; b) un momento del rilievo.

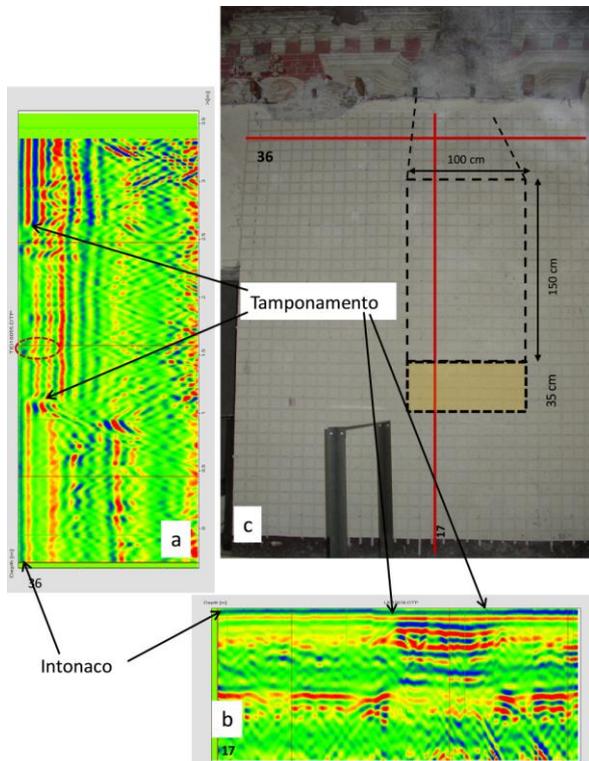
Prima di procedere all'analisi stessa sono stati eseguiti alcuni profili con la finalità di calibrare il segnale, ovvero applicare una funzione di guadagno in base alle caratteristiche fisiche dell'oggetto analizzato. Si sono inoltre eseguiti alcuni profili ponendo al di là della parete elementi metallici in quanto i metalli provocano una riflessione molto marcata e visibile in forma di un'iperbole molto ben distinguibile. Si è effettuata tale operazione per stimare la velocità media delle onde e.m. nel muro, conoscendone lo spessore. I radargrammi di campo sono stati sottoposti alle usuali operazioni di ri-elaborazione atte alla riduzione delle distorsioni del segnale GPR; in particolare:

- ✓ **EDITING:** questa operazione serve per l'equalizzazione delle distanze, per ovviare ad eventuali interruzioni e/o errori di taratura dell'odometro; è un'operazione fondamentale soprattutto in indagini superficiali per la corretta referenziazione spaziale delle anomalie riscontrate.
- ✓ **ELIMINAZIONE DEL TEMPO INIZIALE:** è l'operazione necessaria per eliminare la parte di traccia precedente alla discontinuità aria-muro; essa serve a collocare le discontinuità rilevate alla profondità corretta.
- ✓ **DEWOWING:** questa operazione serve a ridurre il rumore elettromagnetico ambientale a bassa frequenza che entra all'antenna ricevente; la sua rimozione, effettuata traccia per traccia con un opportuno filtro passa-banda digitale centrato sulla frequenza nominale dell'antenna, permette di ottenere il livello di segnale "zero" e quindi una corretta

visualizzazione dei segnali utilizzando le bande colorate.

- ✓ **AMPLIFICAZIONE** o **GUADAGNO**: consiste nell'aumento dell'ampiezza delle onde riflesse crescente nell'ambito temporale della registrazione e quindi serve per compensare la naturale attenuazione del segnale con la distanza.
- ✓ **FILTRO VERTICALE BASSA BANDA**, consiste nell'applicare un filtro su ogni scan al fine di eliminare frequenze di disturbo.
- ✓ **TRASFORMAZIONE** del tempo in profondità se si conosce la velocità media di propagazione delle onde e.m. nel materiale in esame. Nel presente caso si è utilizzato un valore di permittività relativa di 6,25.

Nella Fig. 4 sono riportate a scopo di esempio due sezioni tempi, l'una orizzontale (n° 17, pannello c), l'altra verticale (n° 36, pannello a); si noti come in entrambe risalti il diverso quadro di risposta dei due paramenti murari, quello originale ed il tamponamento. Nella sezione n° 36 è visibile, segnalata da un'ellisse, una discontinuità, non rilevata dalla termografia, come si vedrà tra poco.

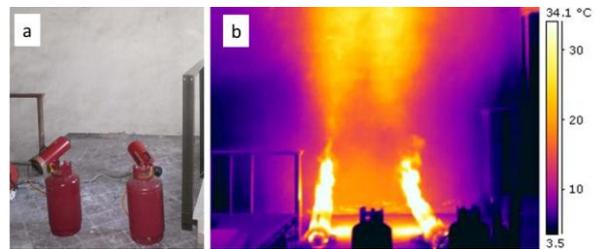


**Fig.4.** a) una sezione tempi verticale; b) una sezione tempi orizzontale; c) traccia delle due sezioni sulla parte ed indicazione del tamponamento (rettangoli a bordi tratteggiati).

### Termografia

Per l'acquisizione dei singoli fotogrammi termografici è stata utilizzata la termocamera digitale ad infrarossi Flir ThermaCAM B4. Il sensore dello strumento è capace di una risoluzione termica di  $0,08^{\circ}\text{C}$  per tutto l'intervallo di misura possibile (da  $-20^{\circ}$  a  $120^{\circ}\text{C}$ ), e di un campo spettrale da  $7,5$  a  $13\ \mu\text{m}$ . Come supporto al rilevamento termografico, è stato utilizzato il termoigrometro Delta Ohm HD2301.0 con lo scopo specifico di monitorare, durante le singole fasi del rilievo, i valori di temperatura atmosferica e di umidità relativa.

Occorre innanzitutto osservare che la parete in studio è situata in un contesto termicamente omogeneo (separazione tra due ambienti interni) quindi non si possono sfruttare le proprietà della trasmittanza che si sarebbe creata in modo naturale tra due ambienti a temperature differenti, per cui la parete sarebbe stata una membrana di scambio. A questo punto è stato necessario indurre artificialmente una sollecitazione termica dei materiali che compongono la parete; sono stati perciò collocati due generatori di calore ad aria a riscaldare uno dei lati della parete, con la precisa intenzione di tenere monitorato l'altro lato (Fig. 5).



**Fig.5.** a) i generatori di calore; b) un'immagine infrarossa della fase di riscaldamento.

Teoricamente, il riscaldamento forzato e diffuso, indotto con un generatore che muove grandi volumi d'aria calda in poco tempo, avrebbe dovuto produrre un riscaldamento delle murature che non fosse solo un effetto superficiale ma piuttosto un fenomeno esteso, anche internamente, a tutto l'organismo murario. Questo riscaldamento della massa muraria sarebbe dovuto avvenire in modo differenziato relativamente ai diversi componenti, qualora ce ne fossero stati (si ricorda che l'unica cosa visibile è l'intonaco di superficie): la presenza ad es. di un tamponamento avrebbe presupposto che il materiale di cui è composto avrebbe assorbito calore in modo diverso dal resto della parete, sia

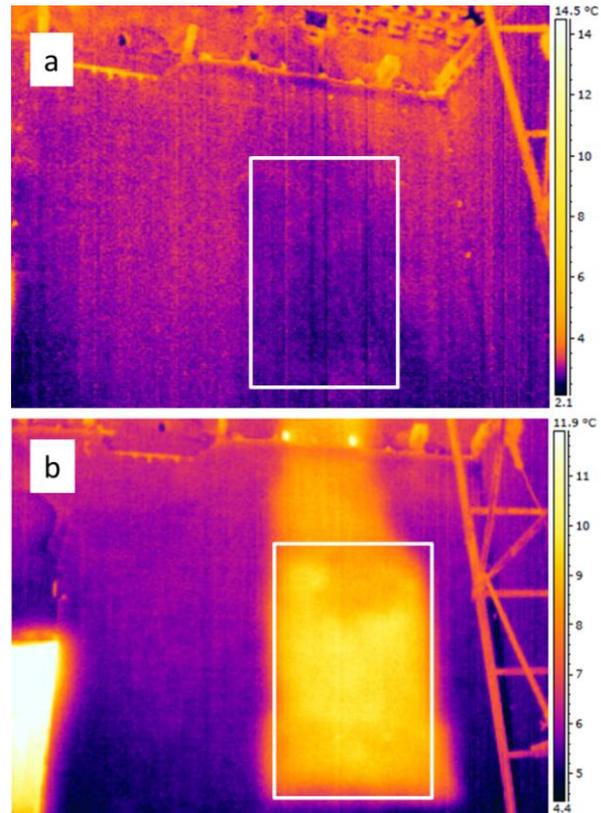
per una probabile differenza del materiale da costruzione sia per una sicura differenza d'età tra gli stessi. Se tutto questo fosse avvenuto, lo strumento termografico sarebbe stato in grado di rilevarne i fenomeni. Dopo aver posizionato i generatori di calore in direzione di una delle superfici della parete in oggetto, sono stati effettuati monitoraggi sulla superficie opposta della parete ad intervalli di tempo regolari (in tutto n.4).

L'indagine precedentemente descritta nei suoi aspetti teorici e metodologici è stata ampiamente verificata nella fase operativa restituendo, con successo, i risultati che ci sia aspettava di ottenere. Premesso che una corretta indagine termografica non può prescindere da un'adeguata fase di conoscenza preventiva dell'oggetto d'indagine, la procedura di riscaldamento ha messo nettamente in evidenza (soprattutto nelle fasi finali dell'operazione) il tamponamento già ipotizzato dalle ricerche storiche.

Le immagini termografiche testimoniano chiaramente una differenziazione nel processo di assorbimento di calore da parte dei materiali utilizzati per il tamponamento rispetto ai materiali costituenti il resto della parete muraria (Fig. 6). Il tamponamento sembra essere diviso in due parti dove la parte bassa (circa 35 cm) è leggermente più larga.

Tale assorbimento differenziato è stato evidente fin dalle fasi iniziali del procedimento: inizialmente la sagoma corrispondente al tamponamento sembrava avere un'inerzia termica maggiore, per cui tardava a riscaldarsi rispetto al resto della muratura rimanendo evidenziata con una colorazione più scura. Successivamente la sagoma ha cominciato a diventare evidente con temperature via via maggiori (colorazioni più chiare sulla scala cromatica dello strumento) fino a generare un "contrasto termico" con l'immediato intorno murario, nettamente visibile allo strumento termografico dopo circa 3 ore di riscaldamento diretto e continuo.

L'esito positivo dell'indagine condotta è rappresentato, oltre che dalla chiarezza del materiale di documentazione ottenuto, dal fatto di aver ottenuto informazioni relative "all'interno" dell'organismo murario con un metodo non invasivo e che non ha previsto il minimo contatto con la superficie dell'oggetto indagato.



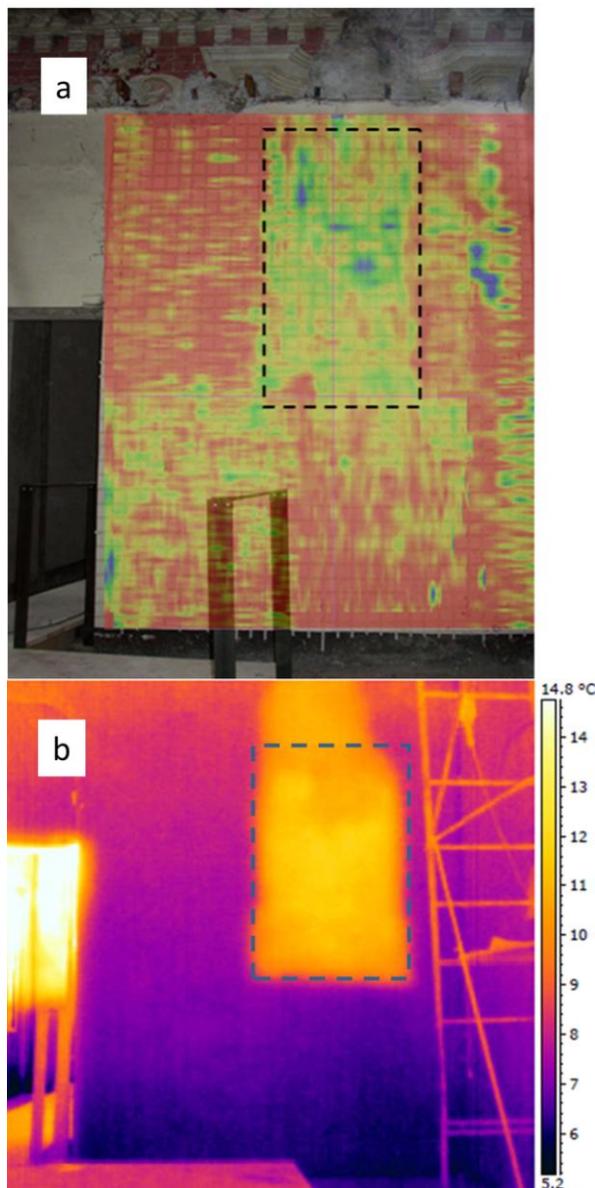
**Fig.6.** Immagini all'infrarosso della parete di studio: a) all'inizio del riscaldamento, b) alla fine. Si noti l'inversione di colore-temperatura in corrispondenza del doppio tamponamento (rettangolo bianco e linea tratteggiata).

## Discussione

In Fig. 7a riportiamo la sezione georadar a circa 8 cm di profondità e in Fig 7b l'immagine termografica alla fine del riscaldamento. I rettangoli evidenziano l'informazione principale.

Si nota la quasi perfetta coincidenza dei due rettangoli compreso anche quello tratteggiato in basso (Fig. 4). Infatti esaminando con attenzione la sezione radar (Fig. 4a) ed il time slice (Fig. 7a) si nota la presenza di una separazione tra i due tamponamenti. Sembra quindi esserci una parte di tamponamento, rilevata meglio dal georadar rispetto all'indagine termografica. Si notano altresì altre, più ovvie differenze: mentre l'immagine termica non rivela ulteriori particolari all'interno dei due paramenti murari, l'immagine radar ne rileva

la comune e sostanzialmente regolare tessitura a mattoni.



**Fig.7.** a) sezione radar a tempi costanti, alla profondità di circa 8 cm; b) termografia alla fine del riscaldamento. Si noti la diversa collocazione, rispetto alla porta (a sx), dei rettangoli tratteggiati.

Il confronto tra i due metodi, quantomeno nelle condizioni di questo specifico studio, di un manufatto dove le caratteristiche fisico-chimiche sono omogenee (non c'è umidità nella muratura) ne mette quindi in risalto il rapporto costi/benefici.

La termografia, relativamente lenta nel monitoraggio dell'immagine a mano a mano che l'oggetto viene riscaldato (l'acquisizione è durata circa 3 ore, con un operatore), è però particolarmente rapida nella presentazione dei risultati, in quanto le immagini non necessitano di particolari elaborazioni.

Nel rilievo con georadar l'acquisizione dei dati è più lenta rispetto alla termografia (è durata un giorno intero, con 3 operatori) ed i dati necessitano di un'elaborazione specializzata. Peraltro l'informazione ricavata è più ricca: in questo caso di studio infatti si sono potuti rilevare sia le specifiche tessiture della parete originale e del tamponamento, che lo spessore dell'intonaco.

### Ringraziamenti

Si ringraziano i due laureandi: Valentina e Giovanni per l'indispensabile aiuto fornito durante la fase di acquisizione dati.

### Bibliografia

Tratzi, A., 2010: Una nobile dimora di villeggiatura vescovile a Sabbioncello San Vittore (Ferrara): villa "la Mensa". Bollettino della Ferrariae Decus, 26, <http://www.ferrariaedecus.it/bollettini/>.



## **GESTIONE E VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO CULTURALE**



## Governance e management dei distretti culturali: alcune proposte per il territorio di Ferrara

Elena BORIN<sup>1</sup>, Fabio DONATO<sup>1,2</sup>, Enrica GILLI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Economia e Management, Università di Ferrara. e-mail: elena.borin@unife.it

<sup>2</sup>TekneHub, Università degli Studi di Ferrara

---

### Riassunto

L'articolo analizza la realtà del distretto culturale quale esperienza per lo sviluppo culturale e socio-economico di un territorio. La prospettiva di indagine adottata riguarda i profili della *governance* e del management di tale realtà; attraverso l'analisi delle principali esperienze di distretti culturali del territorio nazionale, sviluppatasi per spinte endogene, per spinte esogene o secondo i modelli dei *science park*. Sulla base dell'analisi realizzata, il lavoro propone quindi alcune linee di azione per il territorio di Ferrara. Tali linee di azione si riferiscono a: (1) la valorizzazione delle potenzialità economiche del patrimonio culturale non ancora sfruttate; (2) l'avvio di programmi di produzione culturale per lo sviluppo di capitale creativo sul territorio; (3) il potenziamento delle filiere imprenditoriali legate al settore culturale per un nuovo modello di sviluppo legato al concetto di "Ferrara *hub* culturale". In tal prospettiva, il distretto culturale assume dunque una valenza ampia, che considera la produzione e la commercializzazione di beni, di servizi e conoscenze in tutti i settori produttivi e tecnologici collegati al patrimonio culturale e naturale.

**Parole chiave:** Governance, management, distretti culturali.

### Abstract

The article explores the issue of the cultural district, as experience for the cultural and socio-economic local development. The analysis perspective concerns profiles of governance and management of the cultural district; this is realized through the analysis of main national experiences of cultural districts, developed through endogenous and exogenous forces and through the model of the science parks. Following the analysis, the paper proposes some guidelines for the territory of Ferrara. These lines of action refer to: (1) the enhancement of the economic opportunities related to the untapped cultural heritage, (2) the starting of programs of cultural production for the development of creative capital in the territory, (3) the strengthening of the entrepreneurial supply chains related to the cultural sector for the development of a new development model joining the concept of "Ferrara cultural hub". In this perspective, the cultural district dresses a larger value, which considers the production and marketing of goods, services and knowledge in all productive and technological sectors related to the cultural and natural heritage.

**Key words:** governance, management, cultural districts.

---

### Le logiche dei distretti culturali

I fondamenti che hanno sancito l'affermazione del concetto di distretto culturale sono propri dell'economia post-industriale: investimenti in ricerca, produzione di brevetti, diffusione delle conoscenze, importazione ed utilizzo delle nuove tecnologie, ovvero l'affermazione dei cosiddetti intangibles. Se sono

stati dunque gli elementi immateriali a determinare le regole di competitività tra i paesi, diviene comprensibile il rallentamento del nostro paese, basato invece sulla fisicità e sulla materialità delle risorse, in ambito sia culturale (beni artistici, architettonici, beni naturalistici) sia produttivo.

Il paradigma pertinente con la definizione di distretto si basa sui seguenti elementi:

- territorialità circoscritta all'area urbana;
- concentrazione territoriale di attività, il cui collante è rappresentato dagli elementi immateriali;
- unità operative identificate nelle piccole medie imprese.

Il contributo marshalliano alla teoria del distretto attribuisce all'affermazione del modello distrettuale (Marshall, 1920), la diffusione delle economie di localizzazione, ovvero quelle caratterizzate dalla concentrazione di risorse umane e materiali, al fine di contrastare l'incremento dei costi del trasporto e del lavoro dovuti all'ampliamento, su scala globale, della geografia commerciale ed economica. Oltre alle risorse materiali, il distretto si basa anche sul "*capitale marshalliano*", ovvero conoscenza, specializzazione ed interrelazione, in grado di differenziare un'area, rispetto a qualunque altra, per la specificità e la territorialità della conoscenza.

Becattini (2000) identifica l'esistenza del capitale intangibile con il concetto di "industrial atmosphere", ovvero una compresenza di elementi sociali e culturali, costituenti la coesione della comunità locale, e di una industria principale, il tutto supportato da un sistema secondario di diverse e piccole imprese, specializzate nelle varie fasi della catena del valore. Questo modello dà origine a delle sinergie fra imprese e fra individui, tali per cui il distretto diviene un "sistema locale integrato", la cui governance si basa su consuetudini e soggettività politica, ovvero su capacità di autogovernarsi e autoriprodursi.

I modelli descritti fino ad ora si contrappongono nettamente a quello americano descritto da Porter (1990, 1998), in cui la rilevanza degli elementi culturali ed immateriali viene sostituita dall'importanza della articolazione spaziale della filiera produttiva.

Infine i contributi analizzati conducono ad una affermazione necessaria per la definizione di distretto culturale: la conoscenza è un "bene pubblico esclusivo", ovvero inconsapevolmente ed automaticamente accessibile per gli "abitanti" del distretto ma difficilmente appropriabile da parte di "stranieri". La conoscenza, con tali caratteristiche, è fattore critico e necessario per il mantenimento e la riproduzione delle specificità produttive proprie del distretto. Vi è anche un altro tipo di conoscenza dalla quale il distretto non può prescindere: è la conoscenza codificata, fondamentale per l'ingresso, l'acquisizione ed il

recepimento delle innovazioni e dei mutamenti tecnologici.

Più recentemente, il concetto di "distretto culturale evoluto" ha indirizzato sul settore culturale alcune delle riflessioni sui modelli di sviluppo locale proposte da Amartya Sen (2001), Richard Florida (2002) e Michael Porter (1990, 1998).

I principi alla base dei distretti culturali evoluti si basano nell'ambito delle riflessioni volte a enfatizzare l'importanza della "classe creativa" per il miglioramento delle condizioni economiche dei territori. Secondo tale visione, le città ed i territori con maggiori iniziative culturali e creative, ma anche più aperte e tolleranti, hanno maggiori prospettive di successo nella nuova competizione economica internazionale. Richard Florida individua nel talento, tecnologia e tolleranza gli elementi fondamentali per lo sviluppo territoriale. In particolare Florida, vede nel ruolo della classe creativa la leva per la crescita economica e dunque per creare maggiori opportunità di elevazione nella competizione economica internazionale. La classe creativa, definita e analizzata nelle sue analisi, comprende gli addetti del settore scientifico, ingegneristico, informatico, dell'istruzione superiore, finanziario, del design, della pubblicità, delle arti e dello spettacolo. Nell'accezione di Florida è dunque "creativa" quella classe che produce valore aggiunto grazie proprio alla componente creativa insita nella produzione. Al fine di ottenere dei valori in grado di misurare l'apporto della classe creativa alla crescita economica di un territorio è stato elaborato un indicatore, il "Creativity Index", applicato alle prime più grandi e alle dieci più piccole città metropolitane degli Stati Uniti, suddivise poi a loro volta in tre categorie dimensionali, grandi, medie e piccole. Il Creativity Index è il risultato della combinazione di quattro distinte componenti: la percentuale della classe creativa rispetto alla forza lavoro; l'industria high-tech, misurata attraverso il Tech Pole Index (elaborato dal Milken Institute); l'innovazione, misurata con il numero di brevetti procapite; la diversità, misurata dal Gay Index, una variabile proxy adatta a misurare la predisposizione di un'area ad accogliere persone, idee e stili di vita differenti. Ciò che emerge dai risultati dell'analisi condotta da Florida è che le città che più sono aperte alla diversità e a nuove idee, sono quelle che presentano un trend di crescita economica maggiore.

Nella sua accezione più ampia, il distretto culturale evoluto è considerato quale un modello distrettuale nel quale le caratteristiche distintive del territorio locale si manifestano nello sviluppo di un contesto creativo che permetta la generazione di nuove attività imprenditoriali e di un nuovo sviluppo economico. Il distretto culturale evoluto non si basa quindi su una attività economica generatrice di valore riferita al solo settore culturale, ma considera l'impatto della realizzazione di condizioni culturali orientate alla creatività sui modelli di sviluppo socio-economici locali.

Si tratta dunque di un superamento della concezione del distretto culturale basata sul legame tra attività culturali (soprattutto grandi eventi) e turismo culturale. In quel caso, infatti, lo sviluppo locale era incentrato su una unica specializzazione produttiva, ossia quella connessa alla realizzazione di eventi culturali ed alla valorizzazione del patrimonio culturale locale.

Nel caso del distretto culturale evoluto, invece, la cultura non ha valore in quanto crea profitti (attraverso il turismo culturale) ma perché aiuta la comunità ad orientarsi verso nuovi modelli di uso del tempo e delle risorse, e così facendo produce a sua volta valore economico. Nel distretto culturale evoluto l'enfasi è dunque più sulla produzione di cultura (e di creatività) che non sulla sua fruizione e valorizzazione.

La cultura viene dunque intesa quale un laboratorio di idee che nasce nell'ambito dei luoghi e dei "contenitori" culturali, ma che poi si diffonde a tutto il contesto territoriale. Si tratta dunque di una cultura e di una creatività che indica nuovi modelli di comportamento, di azione, e di interpretazione, finalizzati sia al miglioramento delle condizioni sociali, sia all'individuazione di nuove traiettorie di sviluppo da parte delle imprese del territorio (o, in prospettiva, della attrazione di nuove imprese sul territorio stesso).

In tal senso, la cultura e la creatività si indirizzano non tanto verso i soggetti esterni al territorio (i turisti) quanto piuttosto verso i cittadini stessi ed alla comunità intesa nel senso più ampio, includendo i cittadini singoli, gli imprenditori, i ricercatori, oltre che le istituzioni e le forme associative intermedie. La cultura agisce quindi come un agente attivatore che realizza in modo sinergico i singoli interventi per una ridefinizione complessiva dell'identità del sistema territoriale sia in termini sociali che economici.

I distretti culturali evoluti si riferiscono quindi al ruolo della cultura e della creatività per lo sviluppo innovativo e competitivo di settori produttivi. Tali settori possono essere direttamente o indirettamente collegati al mondo culturale, ma possono anche non avere alcuna attinenza e legame con esso.

### **Significative esperienze in corso nel nostro Paese**

In questo momento, nel nostro Paese, le iniziative finalizzate allo sviluppo locale secondo le logiche del distretto culturale evoluto possono essere evidenziate lungo tre direttrici:

1. una prima direttrice riguarda lo sviluppo di distretti culturali evoluti sulla base di spinte endogene;
2. una seconda direttrice riguarda lo sviluppo di distretti culturali evoluti sulla base di spinte esogene;
3. una terza direttrice riguarda la sperimentazione di luoghi fisici in cui si concentrino attività imprenditoriali riguardanti il settore culturale, secondo il modello dei business innovation centres o dei park sciences.

Mentre le prime due direttrici sono del tutto coerenti rispetto all'impostazione del distretto culturale evoluto sopra riportata, nel terzo caso alcuni caratteri sono difforni. Tuttavia, in questa sede pare comunque opportuno riportarne al conoscenza al fine di una loro opportuna valutazione.

Lo sviluppo di distretti culturali evoluti sulla base di spinte endogene si riferisce a quei casi in cui la promozione di un distretto culturale evoluto è avvenuto a partire da una strategia di sviluppo da parte delle amministrazioni pubbliche locali. Non vi sono dunque stati elementi esterni ad agire quali "attivatori" di tale percorso, come nel caso invece dello sviluppo di distretti culturali evoluti sulla base di spinte esogene.

#### ***Prima direttrice di sviluppo: spinte endogene***

**SCHEDA 1.** Il distretto culturale evoluto di Faenza

Il progetto "Moto d'idee" è il progetto pilota che guida la costituzione di un distretto culturale evoluto per la città di Faenza, promosso da

Comune di Faenza, Laboratorio cultura (un coordinamento di associazioni culturali di Faenza) e Goodwill (una società che svolge attività di consulenza per lo sviluppo dei distretti culturali evoluti). L'avvio del progetto Moto di Idee ha rappresentato per il Comune di Faenza e per i soggetti promotori, l'occasione per censire tutte le strutture e i soggetti attivi sul territorio in grado di avere una funzione effettiva nel futuro distretto culturale evoluto; a questa fase sarebbe dovuto seguire, per iniziativa di Comune, organizzazioni culturali, giovani del luogo e associazione Goodwill, un processo di amministrazione partecipata, al fine di individuare nuove forme di attività produttive, che fungessero da supporto e da avvio alla creazione di un laboratorio per lo sviluppo partecipato del territorio. A differenza del progetto strategico iniziale che prevedeva la partecipazione attiva all'evento della comunità locale, gli ingenti costi sostenuti annualmente (oltre 400,000 euro di contributo diretto comunale) uniti ad una partecipazione cittadina estremamente ridotta, figurano quali elementi critici a forte impatto negativo.

**SCHEDA 2.** Il distretto culturale evoluto della provincia di Ascoli Piceno

Il progetto per la creazione del distretto culturale evoluto per la provincia di Ascoli Piceno nasce dalla volontà del Consorzio Universitario Piceno di rendere il proprio territorio attrattivo per i giovani talenti, al fine di sviluppare un processo di sviluppo locale e "idiosincratico", ovvero basato sulle specificità e sulle risorse umane locali. Definita dunque la mission, è stato sviluppato uno studio di fattibilità. L'evento che ha sancito l'avvio al processo della creazione del distretto è stata l'edizione 0 della Biennale del Design. L'edizione 0 ha avuto l'obiettivo di approfondire le diverse sfaccettature ed opportunità del design come attività propulsiva all'innovazione, che è fondamentale per le prospettive di sviluppo socio-economico del territorio; tale edizione ha infatti previsto l'organizzazione di diverse attività, tra cui tavole rotonde, workshop, conferenze, mostre e proiezioni, svoltesi tra Ascoli Piceno e San Benedetto del Tronto. Anche in questo caso la criticità è rappresentata dal basso grado di partecipazione attiva dei cittadini, primi fruitori e contribuenti di un evento di tale portata. La creazione del distretto culturale deve piuttosto

partire dal basso, dall'espressione della volontà della comunità locale, e non da una direttrice strategica imposta dall'alto.

**SCHEDA 3.** Il distretto culturale evoluto della provincia di Trieste

Anche la provincia di Trieste ha avviato un percorso per la costituzione di un distretto culturale evoluto basato sull'integrazione di cultura, scienza, tecnologia e innovazione. Le caratteristiche culturali e socio-economiche del territorio hanno consentito di adottare un approccio di governance tale da indirizzare il territorio verso la logica del "fare sistema", fondato sull'individuazione di specifiche politiche per la crescita e l'attivazione di mezzi innovativi, in grado di attrarre nuove risorse per lo sviluppo dell'area. Il percorso intrapreso dalla Provincia di Trieste è iniziato nel 2006. Il modello di distretto culturale evoluto della Provincia di Trieste si basa sulla consuetudine europea del recupero di spazi in disuso che, attraverso il cambiamento della destinazione d'uso, divengono innovativi centri culturali polifunzionali. Il filone della letteratura che guida questi interventi di recupero ha coniato il termine di "dismissione creativa". In questo modo, nel caso considerato, il recupero dell'ex ospedale psichiatrico di San Giovanni è divenuto simbolicamente il fulcro del processo di costituzione del distretto culturale evoluto della Provincia di Trieste.

**SCHEDA 4.** Il distretto culturale evoluto di Urbino e Montefeltro

Nel 2010, anche la provincia di Urbino e Montefeltro ha dichiarato di volersi indirizzare verso la costituzione di un distretto culturale evoluto con lo scopo di tracciare nuove linee per lo sviluppo e divenire soggetti attivatori di dinamiche locali culturali, economiche e sociali. L'ambizione della Provincia è far percepire i territori di Urbino e Montefeltro quali grandi luoghi internazionali della cultura; per fare ciò, i primi passi da compiere sono stati individuati in un ripensamento e ad una riorganizzazione della cultura secondo le logiche del distretto, in cui la cultura, la formazione la produttività siano visti quali propulsori dello sviluppo locale. L'esperienza di Urbino e Montefeltro si concentra in particolar modo sulla creazione

della “memoria collettiva” e della “sapienza locale”, partendo dalla consapevolezza della compresenza, sul proprio territorio, di differenti tipologie di capitale: umano, sociale, culturale, ambientale, produttivo. Si tratta di una politica industriale per la cultura del territorio, che non si limita a promuovere lo sviluppo locale di attività storico-artistiche e di grandi eventi, ma che si propone di mettere in valore la produzione culturale come fattore più generale di innovazione dell'industria e dei servizi, culturali e non culturali.

**SCHEDA 5.** Il distretto culturale evoluto della Regione Veneto

Nel caso della regione Veneto, gli obiettivi riguardano la necessità di aumentare la comunicazione e il coordinamento tra i diversi soggetti del sistema economico-produttivo, localizzati in differenti aree regionali, caratterizzate da specifiche specializzazioni produttive, utilizzando quale elemento mediatore la cultura e la creatività. In questo caso, dunque, la realizzazione del distretto culturale evoluto si fonda sull'assunto che la cultura possa arrivare a costituire la 'piattaforma' privilegiata di comunicazione tra tutti i soggetti economici e sociali presenti in un determinato territorio, organizzati in differenti cluster produttivi. Sono quindi stati individuati 12 distretti culturali evoluti (DiCE): Sistema centrale Padova e Venezia; Verona; Dorsale Belluno e Treviso; Vicenza e basso vicentino; Sistema Cerniera; Veneto Orientale; Garda e Lessinia; Alto vicentino; Alto Bellunese; Basso Adriatico; Rovigo e basso padovano; Colli Euganei. Lo sviluppo del progetto ha tuttavia subito rallentamenti nel corso del tempo.

**SCHEDA 6.** Il distretto culturale evoluto di Siena

Un caso particolare è rappresentato dal distretto culturale evoluto della provincia di Siena, in quanto il soggetto promotore dell'iniziativa, a differenza delle esperienze viste fino ad ora, non è una amministrazione locale, bensì un soggetto da questi partecipato, ossia la Fondazione Musei Senesi. Tale fondazione, supportata dalla Camera di Commercio, ha stipulato un accordo con l'Agenzia Provinciale per lo Sviluppo Locale finalizzata alla creazione di un “Distretto culturale evoluto” sul territorio senese. Il

protocollo di intesa, di una durata di quattro anni, si basa sull'idea della cultura come uno degli elementi strategici per lo sviluppo economico del territorio, che mira a valorizzare le risorse della provincia senese attraverso la loro integrazione e correlazione. Le azioni previste riguardano attività di progettazione di iniziative ed eventi che abbiano per oggetto la cultura come fattore di sviluppo economico e territoriale, anche tramite il coordinamento e la messa in sinergia con altri attori/stakeholder del territorio. Tra gli strumenti operativi sono stati individuati i circoli della creatività e dell'innovazione, formati da rappresentanti del mondo dell'impresa e della ricerca, e un social Network “Siena – Laboratorio di idee”, una rete costituita sulla base di esempi analoghi europei, nella quale far condividere e sviluppare proposte, progetti imprenditoriali e idee.

***Seconda direttrice di sviluppo: spinte esogene***

A livello nazionale, l'esperienza più significativa di promozione di distretti culturali per mezzo di spinte esogene è rappresentata dal progetto sviluppato dalla Fondazione Cariplo attraverso appositi bandi.

**SCHEDA 7.** Il distretto culturale della Valle Camonica

Il progetto, che nasce dal supporto finanziario della fondazione Cariplo, include la condivisione progettuale della Regione Lombardia, della Provincia di Brescia, della Comunità Montana e di tutti gli enti e le istituzioni locali interessati. L'organizzazione e la gestione del distretto culturale competono all'Ufficio Associato, la cui struttura garantisce la rappresentabilità di tutti i soggetti interessati e coinvolti nel distretto, sotto la guida della Comunità Montana della Valle Camonica, individuata quale soggetto capofila. Gli obiettivi di medio-lungo termine del distretto camuno sono ravvisabili nelle seguenti azioni: promuovere e consolidare una visione del territorio della Valle Camonica come laboratorio di ideazione, sperimentazione e condivisione di esperienze tecnologiche, materiali e metodologie a “elevata applicabilità”; sostenere sviluppo e innovazione nel settore culturale, con una particolare attenzione all'arte moderna e contemporanea, attraverso l'attività di ricerca e l'incubazione di nuove realtà imprenditoriali;

valorizzare il ruolo del patrimonio culturale diffuso nel territorio come grande generatore di stimoli; sperimentare un metodo condiviso di programmazione e pianificazione integrata che consideri il "contesto", ma anche la produzione e la fruizione di beni e servizi ad alto valore aggiunto intangibile; incoraggiare e sostenere la domanda culturale dei residenti e dei visitatori utilizzando un ampio ventaglio di offerta; sviluppare nuove forme di ibridazione e contaminazione tra filiere economiche diverse ma accomunate da interessi complementari connessi al processo di valorizzazione del patrimonio culturale; individuare adeguate modalità di condivisione consapevole degli obiettivi strategici e operativi.

**SCHEDA 8.** Il distretto culturale dell'"Oltrepò Mantovano"

Dopo la nascita del distretto culturale evoluto della Valle Camonica, il distretto culturale dell'Oltrepò Mantovano, è il secondo distretto culturale della regione Lombardia, progettato nell'ambito del progetto "Distretti Culturali", finanziato dalla Fondazione Cariplo. Il distretto culturale è partecipato da tutti i comuni dell'Oltrepò mantovano i quali hanno potenziato il piano di lavoro trasformando il disegno del distretto culturale in una strategia condivisa da tutti i comuni del territorio di riferimento. Il distretto culturale, guidato da un comune capofila, ha visto la collaborazione di tredici comuni ed il supporto della Provincia di Mantova, della Camera di Commercio, del Laboratorio tecnologico del Politecnico di Milano, delle associazioni industriali di Mantova, del Sistema Bibliotecario di provincia e del Consorzio Agrituristico Mantova. Tale processo ha visto dunque la partecipazione di attori istituzionali, organizzazioni e soggetti diversi, in grado di attivare un forte clima di collaborazione per costruire strategie di sviluppo condivise. La strategia adottata dal distretto è fortemente legata all'identificazione dell'identità culturale del luogo. In questo senso, il distretto dell'Oltrepò Mantovano è stato identificato nella Riserva del '900, un'immagine che racchiude l'identità del territorio e la chiave interpretativa che ha orientato l'individuazione di obiettivi e strategie volti alla valorizzazione del territorio. Il distretto dell'Oltrepò mantovano vuole essere il luogo emblematico per la realizzazione di una cultura nazionale integrata alle politiche di

valorizzazione del paesaggio, e delle sue tradizioni locali, legate anche a realtà territoriali minori come i piccoli centri rurali. A questo scopo sono chiamati in causa il settore no profit e gli operatori economici, quali imprese creative, agriturismi, micro aziende del settore agricolo e dell'artigianato locale.

**SCHEDA 9.** Il distretto culturale "Regge dei Gonzaga"

Come per il distretto dell'Oltrepò Mantovano, anche il distretto culturale "Le Regge Gonzaghesche" si basa sull'identificazione dell'identità culturale locale per lo sviluppo del distretto stesso. Nello specifico, è stato individuato il tema dei Gonzaga, signori di Mantova, per promuovere l'identità artistica e architettonica e l'attenzione per la convivialità che caratterizzano Mantova e il suo territorio. Le strategie del nuovo Distretto vertono sulla istituzione di una rete tra istituzioni e imprese, tale da consentire una valorizzazione del territorio basata sulle tradizioni e sui prodotti locali, considerati assi strategici per lo sviluppo del territorio. Le azioni di sviluppo sono coerenti con l'identità del territorio; esse hanno lo scopo di realizzare importanti interventi come il Centro di competenza per la conservazione del patrimonio storico-architettonico, il recupero dell'Appartamento del Giardino Segreto di Palazzo Te, l'integrazione con il piano di gestione del Sito UNESCO Mantova e Sabbioneta o lo sviluppo della Rete del Gusto.

**SCHEDA 10.** Il distretto culturale evoluto di Monza e Brianza

Il distretto di Monza e Brianza nasce da una iniziativa che coinvolge la Provincia di Monza e Brianza, ente capofila del Distretto, e tutti i Comuni del territorio. Il "Distretto Culturale della Provincia di Monza e Brianza" è un progetto per il territorio che punta sul patrimonio artistico e sulla cultura come risorsa per stimolare la capacità d'innovazione e creatività delle aziende locali, mediante un dialogo costante e intenso con le realtà imprenditoriali locali. La gestione del progetto è stata affidata ad una associazione costituita dalla Provincia di Monza e Brianza e partecipata dai Comuni e da altri soggetti, che forniscono competenze, sostegno economico-finanziario, consenso istituzionale.

**SCHEDA 11.** Il distretto culturale evoluto della provincia di Cremona

L'iniziativa coinvolge la Provincia di Cremona, ente capofila del Distretto, e tutti i comuni del suo territorio. Il Distretto Culturale della Provincia di Cremona è un progetto che punta sulla diversificazione del sistema di offerta culturale e che investe sull'integrazione tra spettacolo, musica e artigianato artistico come asse di sviluppo economico e sociale del territorio. Il progetto si basa sul dialogo e la collaborazione per l'implementazione di strategie di sviluppo solide e coerenti con la realizzazione di interventi legati al rilancio della tradizione di artigianato artistico e musica. I progetti strategici per l'avvio e lo sviluppo del distretto culturale evoluto della provincia di Cremona si inseriscono in tre ambiti: musica, storia, territorio. Tra questi, si menzionano la realizzazione della Borsa del Turismo Musicale; l'evoluzione del Casalmaggiore International Festival; il recupero e la valorizzazione della Rocca e del Bastione di Romanengo per la creazione di una residenza teatrale e il rafforzamento di altri luoghi della formazione in campo musicale. Il modello di governance riconosce alla Provincia di Cremona il ruolo di ente guida dell'intero ambito territoriale.

**SCHEDA 12.** Il distretto culturale della Valtellina

La gestione del progetto per lo sviluppo del distretto culturale evoluto della Valtellina è in capo ad una Società di Sviluppo Locale, alla quale aderiscono i principali attori pubblici e privati del territorio: la Provincia di Sondrio, le Comunità Montane di Sondrio, Tirano e Morbegno, i comuni di Sondrio, Morbegno, Tirano e Valdidentro, la Banca Popolare di Sondrio, il Gruppo Credito Valtellinese, l'Università degli Studi di Pavia, e altri attori locali. Su 11 interventi previsti, 5 agiscono direttamente sui beni tangibili: percorsi per la valorizzazione del paesaggio dei terrazzamenti del versante retico, Castel Masegra a Sondrio, Chiostro di Sant'Antonio a Morbegno; circuito dei castelli e dei palazzi storici del Tiranese e Parco-museo dell'acqua in Alta Valtellina, mentre i restanti 6 progetti agiscono sui servizi e sulla crescita del capitale umano favorendo la promozione dei prodotti della filiera agro-alimentare e gli interventi di educazione e

formazione volti a consolidare la conoscenza del territorio e delle tecniche più innovative per la sua valorizzazione.

**Terza direttrice di sviluppo: modello dei business innovation centres e dei park science**

Infine, una terza direttrice ha riguardato la sperimentazione di luoghi fisici in cui si concentrino attività imprenditoriali riguardanti il settore culturale, secondo il modello dei *business innovation*.

**SCHEDA 13.** Il metadistretto veneto dei beni culturali

Il metadistretto veneto dei beni culturali, riconosciuto dalla Regione Veneto in base alle l.r. n. 8 del 2003 e n. 5 del 2006, è sorto con l'obiettivo di incentivare lo sviluppo dell'intera filiera dei beni culturali (restauro, conservazione e valorizzazione) e sostenere le aziende. In questo senso, il metadistretto promuove e coordina progetti a livello nazionale ed internazionale, favorendo la collaborazione fra aziende ed istituzioni, sostenendo attività di ricerca e sperimentazione e incentivando lo scambio di *know how* fra il mondo scientifico e le imprese. Il soggetto giuridico preposto alla gestione del metadistretto è il Consorzio Metadistretto Veneto dei Beni Culturali, al quale hanno aderito l'Associazione costruttori edili di Treviso e di Venezia e provincia, la Confartigianato di Venezia e di Vicenza, il Parco scientifico-tecnologico di Venezia, la società Veneto Innovazione s.r.l.

**La criticità della comunicazione interna ed esterna al territorio**

Il distretto culturale evoluto è basato sulla creazione di un sistema relazionale fra comunità locale, attori culturali e realtà imprenditoriali (sia principali che piccole imprese). Come in ogni sistema di relazioni, la comunicazione fra i vari attori influenza la buona riuscita delle iniziative e delle collaborazioni; nell'ottica di un distretto culturale infatti "quando un'attività congiunta è ben concepita, tutti ne traggono vantaggio: i visitatori, i musei, le imprese e la comunità" (Kotler, 2004). È necessario quindi programmare con cura la comunicazione interna al sistema, in modo da rendere migliori i progetti condivisi, evitare disfunzioni, cercare di prevenire o risolvere le potenziali criticità comunicative fra i vari enti; nello stesso tempo è fondamentale

progettare strategie di comunicazione esterne al territorio che sappiano evidenziare le peculiarità del distretto e renderlo attraente per i pubblici esterni.

### ***Criticità della comunicazione interna al territorio***

Dal punto di vista della comunicazione, il distretto culturale evoluto può essere visto come una grande organizzazione che raggruppa funzioni molto diverse fra di loro ma tutte necessarie a garantire il successo e il corretto funzionamento del distretto stesso. Le operazioni di comunicazione sono quindi simili a quelle di marketing interno ed esterno di un'organizzazione che opera o è connessa alla cultura. In questo senso la comunicazione/marketing interno funziona e porta i risultati attesi se dà un orientamento all'intera "organizzazione" (Kotler, 1967).

Come si è più volte ribadito nei precedenti paragrafi, gli attori di un distretto culturale sono di varia natura: culturali, creativi, imprenditoriali e sociali. Le potenziali problematicità comunicative interne rispecchiano questa molteplice natura e si possono raggruppare in due categorie principali:

- criticità legate alla comunicazione fra i soggetti del distretto, soprattutto fra enti, istituzioni, associazioni culturali (spesso pubblici o non-profit e comunque che pongono l'accento sui valori etici-culturali) e mondo dell'imprenditorialità;
- criticità legate alla comunicazione fra enti, aziende e realtà produttive che compongono il distretto e comunità locale.

Per quanto riguarda il primo punto, la comunicazione è da intendersi innanzitutto come comunicazione rivolta al coordinamento fra i diversi soggetti e all'individuazione di percorsi di sviluppo comune. In questa fase, una sfida comunicativa è quella di far dialogare i diversi stakeholder, superando la diffidenza reciproca di enti, aziende e istituzioni che hanno tradizionalmente obiettivi diversi. Le criticità che potrebbero nascere in questa fase sono quindi quelle legate alla definizione di obiettivi e finalità comuni e al superamento dei pregiudizi reciproci. Infatti tradizionalmente gli enti culturali e non-profit (nella maggioranza dei casi del settore pubblico) guardano con diffidenza alla collaborazione con soggetti imprenditoriali, in quanto tale collaborazione viene percepita come una sorta di "mercificazione" di attività ad alto

contenuto etico, culturale e sociale. D'altro lato il mondo dell'imprenditoria è frequentemente diffidente verso uno sviluppo basato sulla collaborazione con enti culturali, spesso incapaci di generare profitto e che tendono a privilegiare il perseguimento di obiettivi culturali a discapito del valore economico. Questi "pregiudizi" possono essere risolti puntando sulla comunicazione dei benefici reciproci di queste entità nell'utilizzo della cultura e della creatività come motore trainante dello sviluppo, nel reciproco rispetto delle diverse finalità istituzionali. Per esempio, l'eticità (uno dei valori sociali legati all'idea di cultura) è diventata un tema centrale per gli shareholders e per il management aziendali (Hoffman, Bateson, Iasevoli, 2007), in quanto può contribuire a migliorare e ad accrescere l'immagine e la reputazione di una realtà imprenditoriale nei confronti del territorio in cui opera. È necessario comunicare e puntualizzare che le sinergie si basano sul rispetto dei valori costitutivi delle diverse realtà; la cultura è dunque un elemento di raccordo dei diversi attori del territorio, ed è usata per progettare percorsi comuni che rispettino le peculiarità dei singoli. Riassumendo, la comunicazione in questo senso è da intendersi come individuazione delle strategie comuni e dei reciproci vantaggi dell'utilizzo della collante "cultura" come motore di traino per lo sviluppo di sinergie e collaborazioni.

Una criticità che potrebbe invece sorgere in una fase successiva è quella legata alla progettazione di un sistema di comunicazione e passaggio di informazioni fra le varie entità del distretto, abituate ad operare e a comunicare secondo ottiche e procedure diverse. In questo senso la comunicazione è da intendersi come organizzazione di processi comunicativi che garantiscano il giusto coordinamento fra i diversi soggetti coinvolti: se la comunicazione fra i diversi attori è inefficace, le iniziative e le strategie comuni saranno di conseguenza rallentate o inattuabili.

Per quanto riguarda le criticità potenziali fra i soggetti che compongono il distretto culturale evoluto e la comunità locale, va notato che l'idea di distretto culturale evoluto si basa spesso sull'identificazione e riscoperta dell'identità culturale del territorio da parte degli abitanti del territorio stesso. Questa riscoperta si basa sulla comunicazione delle potenzialità del distretto non solo ai fini dello sviluppo di attività imprenditoriali ma anche ai fini dell'utilizzo del

tempo libero e delle proprie risorse. La comunicazione del “valore” del territorio porta i cittadini a rimanere nel territorio stesso e a partecipare attivamente alle iniziative culturali-creative promosse dagli attori del distretto culturale. La comunicazione verso la comunità locale dovrebbe quindi essere rivolta a “includere”, coinvolgere i cittadini nello sviluppo del distretto, non solo dal punto di vista economico ma anche da quello sociale.

### ***Criticità della comunicazione esterna al territorio***

L'idea di distretto culturale evoluto privilegia sicuramente la riscoperta dell'identità del luogo da parte degli attori produttivi e dei cittadini del territorio: tuttavia le potenzialità del distretto culturale si concretizzano anche nella capacità di valorizzare e promuovere il distretto verso l'esterno. La sfida della comunicazione verso l'esterno è quella di creare programmi di comunicazione comuni che siano allo stesso tempo in grado di valorizzare le peculiarità dei singoli attori e di valorizzare le sinergie presenti nel territorio, promuovendone l'attrattività anche ai fini turistici.

L'identità del distretto culturale, degli attori e dei “prodotti” da esso offerti è il primo punto per “costruire” la comunicazione verso l'esterno. Sulla base di questa analisi, la strategia di comunicazione esterna passerà quindi dall'identificazione e selezione dei contenuti che si vogliono comunicare; sarà poi importante veicolarli in messaggi che siano il più possibile semplici, chiari ed esaurienti, cosa che potrebbe generare delle criticità dovute alla pluralità dei soggetti e prodotti che compongono il distretto. In questo stadio, è fondamentale studiare politiche di comunicazione esterna che siano accettate e condivise da tutti. Possibili criticità possono sorgere per esempio nel presentare un soggetto in maniera preponderante rispetto ad un altro o di comunicare in maniera disgiunta l'offerta dei singoli attori; è quindi importante cercare di coinvolgere tutti i diversi protagonisti del distretto in maniera uguale nell'ideazione delle campagne di promozione e valorizzazione del territorio.

Successivamente si dovrà poi passare ad un'analisi dei soggetti esterni che potrebbero essere interessati alla sua offerta, ossia i pubblici di riferimento. In questo senso l'attività di comunicazione deve essere un “ponte fra l'interno e l'esterno”, cioè tra i soggetti che

operano nella produzione di cultura o di attività collegate e chi ne deve fruire e beneficiare (Severino, 2011). In seguito, si selezioneranno i mezzi di comunicazione più adatti a veicolare i messaggi che si è deciso di trasmettere e che hanno più probabilità di raggiungere i pubblici di riferimento.

Infine, è importante monitorare costantemente l'efficacia delle iniziative verso l'esterno, tenendo conto dei risultati che la comunicazione esterna ha portato al distretto in termini di risposta turistica, di interesse di soggetti esterni verso i “prodotti” proposti dal distretto e di feedback dei destinatari delle attività proposte.

### **Alcune proposte di azione per il territorio di Ferrara**

Sulla base delle esperienze dei distretti culturali condotte a livello nazionale, emergono per il territorio di Ferrara tre possibili linee di azione. Tali linee di azione intendono perseguire in modo congiunto sia finalità istituzionali di carattere culturale, educativo e sociale, sia finalità economiche e di sviluppo imprenditoriale del territorio (Donato e Badia, 2008).

Le linee di azione sono:

1. Valorizzazione delle potenzialità economiche associate al patrimonio culturale non ancora sfruttate.
2. Avvio di programmi di produzione culturale volti a favorire lo sviluppo di capitale creativo sul territorio, da condividere con il sistema delle imprese locali.
3. Potenziamento delle filiere delle imprese legate al settore culturale e sviluppo del modello "Ferrara hub culturale".

Le tre linee di azione non sono alternative tra di loro. Al contrario, una loro contestuale realizzazione potrebbe avere effetti sinergici e di reciproco rafforzamento. L'obiettivo di fondo è la realizzazione di un nuovo modello “Ferrara città d'arte”.

Il modello sino ad ora seguito è stato caratterizzato dal legame tra eventi culturali e sviluppo del turismo culturale. Ai suoi inizi è stato un modello di grande innovatività e di grande successo. Oggi, le città che hanno aderito a questo modello sono assai numerose, e del resto negli ultimi decenni il settore del turismo ha subito rilevanti cambiamenti e modificazioni (De Carlo e Dubini, 2008). Si tratta cioè di un modello che ha avuto uno straordinario successo

nel passato ma che oggi – soprattutto guardando al futuro – necessita di essere rivisitato.

Le tre linee di azione proposte intendono dunque configurare gli assi portanti di un nuovo modello di “Ferrara città d’arte”. Un modello che mantiene le valenze di supporto al turismo, ma che si orienta ulteriormente al sostegno della imprenditorialità e della capacità di innovazione del territorio.

***Linea di azione 1. Valorizzazione delle potenzialità economiche associate al patrimonio culturale non ancora sfruttate***

A partire dalla fine degli anni Ottanta, Ferrara si è caratterizzata a livello nazionale ed a livello internazionale quale una città d’arte e di cultura. E’ stata una scelta intelligente e lungimirante, in un periodo storico di particolare difficoltà economica per la città e per il territorio. In una fase economica nella quale si manifestava una rilevante contrazione delle attività industriali del settore chimico e che, contemporaneamente, vedeva una progressiva riduzione del peso del settore agricolo nella economia nazionale, la città di Ferrara ha risposto facendo leva sul valore più importante che possedeva, ossia la sua storia e la sua identità. Non era una scelta scontata. Il declino economico poteva essere fronteggiato cercando solamente di “puntellare” i settori in crisi. Invece, è stata reinterpretata la città, con coraggio e visione, comprendendo come la propria storia e la propria identità fossero un elemento non solo socio-culturale ma anche economico.

Nasce in questo modo "Ferrara città d’arte", sviluppando la propria offerta culturale ed intercettando in questo modo una crescente richiesta di turismo culturale, con benefici economici per numerosi settori imprenditoriali della città, a partire da quelli del commercio, della ristorazione e dell’offerta alberghiera.

Per fare questo sono stati avviati specifici programmi, che hanno condotto a:

- le mostre di Palazzo dei diamanti;
- i concerti di Ferrara musica;
- le stagioni del Teatro comunale;
- il restauro, riqualificazione e la parziale musealizzazione del Castello estense;
- il riconoscimento Unesco per il centro storico e la successiva estensione al paesaggio culturale;
- il restauro delle mura;
- il restauro e la riqualificazione del centro storico;

- la produzione di specifici eventi culturali capaci di attrazione turistica.

Si è trattato di casi di successo, ma – si deve notare – legati alla azione di un singolo soggetto, senza una forte integrazione progettuale con altri soggetti del territorio. In alcuni casi si è trattato del Comune, in altri casi della Provincia.

Il Comune per quanto riguarda le mostre di Palazzo dei diamanti, i concerti di Ferrara musica, le stagioni del Teatro comunale, il riconoscimento Unesco per il centro storico, il restauro delle mura, il restauro e la riqualificazione del centro storico, la produzione di alcuni degli eventi culturali capaci di attrazione turistica. La Provincia per quanto riguarda il restauro, riqualificazione e la parziale musealizzazione del Castello estense, la estensione del riconoscimento Unesco al paesaggio culturale, la produzione di alcuni degli eventi culturali capaci di attrazione turistica.

Ed inoltre, è necessario sottolineare come i promotori siano sempre stati i soggetti pubblici del territorio.

Sono cioè mancate due condizioni che sono invece oggi imprescindibili per un nuovo programma di successo, ossia: la integrazione progettuale tra soggetti istituzionali e la partnership pubblico privato (Guthrie et al, 2005).

Ciò non significa che (nel primo caso) non vi sia stata collaborazione istituzionale. Ma la condivisione strategica va oltre la semplice collaborazione istituzionale, e implica, in determinati casi, la costituzione di un unico soggetto con un ruolo di agenzia in grado di esercitare una azione di governance sugli specifici sistemi territoriali culturali o paesaggistici (Anselmi, 2003). E ciò non significa neppure che (nel secondo caso) non vi sia stata collaborazione tra soggetti pubblici e privati. Ma la integrazione progettuale è qualcosa che va oltre la semplice collaborazione e implica la condivisione di compiti e oneri, anche a livello finanziario (Meneguzzo, 1997).

Ciò ha condotto ad una valorizzazione di ciò che era di proprietà pubblica e più precisamente di proprietà pubblica dei singoli enti. Ossia, quelle istituzioni/beni culturali/eventi elencati in precedenza.

Ne è invece derivata una minore valorizzazione, e quindi l’emergere oggi di potenzialità non sfruttate, per quanto riguarda tutto ciò che ha una valenza di sistema, e più in generale di carattere territoriale. In particolare:

- il sistema delle Delizie estensi, in quanto le Delizie sono singolarmente di proprietà di una pluralità di amministrazioni pubbliche del territorio;

- il paesaggio culturale, in particolare legando le caratteristiche paesaggistiche del Delta del Po con le caratteristiche culturali della città.

Un nuovo modello di “città d’arte” richiede dunque innanzitutto un cambiamento del “management model”, ossia – per dirla in italiano – del sistema gestionale ed organizzativo (Bertini, 1990).

L’approccio gestionale ed organizzativo ha sino ad oggi riguardato le singole istituzioni culturali o i singoli eventi (Montella, 2009). Si è cioè trattato di un approccio manageriale di tipo “micro”, rivolto appunto a singole organizzazioni.

Per favorire la valorizzazione delle potenzialità culturali ancora non sfruttate, ed in particolare del sistema delle Delizie estensi e del paesaggio culturale, è invece necessario adottare un modello manageriale di tipo “meso”, con un approccio dunque sistemico in grado di integrare realtà diverse tra di loro, attraverso l’esercizio di una unica governance.

Del resto, se è vero che la caratteristica del patrimonio culturale del nostro Paese è quella di essere un sistema diffuso, ne deriva che il modello manageriale deve essere coerente con le caratteristiche del patrimonio culturale, ed associare quindi agli approcci “micro”, volti a valorizzare le singole istituzioni, anche gli approcci “meso” volti a valorizzare i sistemi culturali e paesaggistici territoriali (Donato e Gilli, 2011).

Non si può negare, al tempo stesso, che si tratta di una operazione più difficile e più delicata. Più difficile, in quanto le esigenze di integrazione richiedono conoscenze e competenze più articolate. Ma soprattutto più delicata, perché significa mettere insieme soggetti istituzionali diversi che hanno spesso orientamenti e interessi differenti, talora anche divergenti o confliggenti.

Ed infine, appare necessario – soprattutto in un periodo di crisi finanziaria quale quello attuale – procedere verso una partnership pubblico-privata.

Ciò significa però anche uno sforzo di chiarezza da parte di entrambi i soggetti. Da parte delle amministrazioni pubbliche, che non possono ritenere che i soggetti privati apportino

solo denaro fresco senza avere un adeguato ruolo nei processi decisionali. Ma anche da parte dei soggetti privati che sono talora abituati a ricevere i vantaggi del finanziamento pubblico (come ad esempio i flussi turistici derivanti dalla realizzazione di investimenti sul patrimonio culturale e dalla realizzazione e promozione di eventi culturali) senza apportare alcun finanziamento. Se la cultura deve essere un investimento per lo sviluppo economico del territorio, anche i soggetti privati devono contribuire a tale finanziamento.

***Linea di azione 2. Avvio di programmi di produzione culturale volti a favorire lo sviluppo di capitale creativo sul territorio, da condividere con il sistema delle imprese locali.***

Uno tra i problemi più evidenti dell’attuale modello “Ferrara città d’arte” è il basso grado di raccordo tra il settore culturale ed il settore industriale. I due settori si muovono prevalentemente in modo separato e seguendo dinamiche proprie, non collegate tra di loro.

Nell’attuale modello è cioè mancato uno tra gli aspetti più spesso enfatizzati per evidenziare il valore anche economico della cultura. Ossia, le ricadute in termini di creatività sul sistema imprenditoriale (Eurostat, 2011).

E’ certamente un aspetto non irrilevante, se si considera che in questo momento le politiche europee ed i relativi programmi di finanziamento pongono una grande attenzione proprio su tale aspetto. L’idea di fondo, a livello europeo, è che la competizione sui mercati con i Paesi emergenti a basso costo del lavoro, ed in particolare con i “Brics” (Brasile, Russia, India, Cina, Sudafrica) possa essere vinta solo attraverso la differenziazione e la qualità. Ed in tal senso, la creatività diventa un asset fondamentale, peraltro non delocalizzabile. Si ritiene, cioè, che i territori a maggiore contenuto di creatività possano essere quelli in grado di competere efficacemente con i paesi emergenti sia nel breve sia nel più lungo periodo (Bianchi e Labory, 2004). A livello europeo, la cultura è considerata l’elemento fondamentale, dotato di capacità trainante, per sviluppare la creatività in un territorio (European Commission, 2010).

La logica di fondo di tale ragionamento è dunque questa:

-maggiori investimenti in cultura su un territorio si traducono in un maggiore livello di creatività diffusa in quella determinata area;

- la creatività dell'area si tramuta in una maggiore capacità di differenziazione, di innovazione e di qualità dei prodotti e servizi delle imprese locali;

- la differenziazione, innovazione e qualità sono gli elementi determinanti per il successo sui mercati internazionali;

- e quindi, seguendo tale sillogismo, gli investimenti in cultura consentono il successo sui mercati da parte delle imprese locali.

Il caso di "Ferrara città d'arte", in oltre venti anni, è invece la dimostrazione di come tale sillogismo non si verifichi automaticamente, ma che siano invece necessarie alcune condizioni ulteriori. Le principali sono due:

1. è necessario distinguere tra gli investimenti in fruizione culturale e gli investimenti in produzione culturale;

2. la ricaduta in termini di creatività sulle imprese non si genera automaticamente ma deve essere opportunamente favorita ed indotta.

Gli investimenti in fruizione culturale sono tipicamente legati alla valorizzazione del patrimonio culturale storico, oltre che alla realizzazione di mostre, festival, ecc. In termini di ricadute economiche il legame è quindi rivolto alle filiere del settore del turismo, e non allo sviluppo della creatività nel settore imprenditoriale.

La creatività si genera invece attraverso investimenti in cultura in termini di produzione di nuove progettualità. L'esempio tipico è rappresentato dall'arte contemporanea, sebbene esso si estenda ad una serie di ambiti ulteriori. Ai fini esemplificativi, e certamente non esaustivi, si tratta dunque di tutte quelle attività che si riferiscono a nuove produzioni artistiche, all'arte pubblica, al design, alle applicazioni software, alla modellistica informatica, alla fotografia, alla musica contemporanea, alla cinematografia, all'editoria multimediale, alle applicazioni digitali, sino ad arrivare ad aree tradizionalmente non contigue al settore culturale, come le agenzie creative di marketing.

Per usare, sia pure in modo non del tutto ortodosso, la classificazione economica tra attività di "produzione" e attività di "distribuzione", gli investimenti in cultura possono riguardare, a seconda dei casi, il settore della "produzione" della cultura oppure il settore della "distribuzione" della cultura. Si è nel caso della "produzione" quando si è in presenza di un

atto creativo espressamente mirato ad un nuovo prodotto o servizio nel settore culturale. Si è nel caso della "distribuzione" quando l'investimento riguarda la promozione di un evento che favorisca la conoscenza e la fruizione di un patrimonio culturale già esistente.

Quindi, se si vuole favorire la creatività delle imprese sul territorio la leva su cui agire è quella dell'investimento in nuove progettualità nel settore culturale e non di fruizione del patrimonio culturale già esistente.

Ma anche nel caso di investimenti in "produzione" di nuove progettualità nel settore culturale, la ricaduta in termini di creatività sulle imprese non si genera automaticamente ma deve essere opportunamente favorita ed indotta.

Serve cioè la creazione di momenti di incontro tra il settore creativo ed il settore imprenditoriale, la presenza di competenze in grado di favorire il processo di mediazione e comprensione tra soggetti che hanno linguaggi, prospettive e finalità spesso completamente diverse. E serve inoltre la presenza di un sistema finanziario che sia orientato a finanziare non solo le iniziative imprenditoriali tradizionali, ma anche quelle particolarmente innovative, che hanno, per loro natura, elevati gradi di rischio. Del resto, tutte le imprese dell'economia digitale sono nate a seguito di processi di selezione di questo tipo.

Questa seconda linea di azione mira quindi a promuovere l'avvio di programmi di produzione culturale volti a favorire lo sviluppo di capitale creativo sul territorio, da condividere con il sistema delle imprese locali. Esempi di questo tipo si hanno soprattutto in grandi città metropolitane, in grado di esercitare una effettiva attrazione di talenti nei diversi settori, oltre che di disporre di capitale di rischio finalizzato allo sviluppo di nuove realtà imprenditoriali, o alla trasmissione degli elementi creativi in imprese già esistenti sostenendo radicali processi di innovazione. Ad oggi, a livello europeo, le esperienze più significative si hanno a Barcellona, Londra, Bruxelles e Helsinki.

La principale criticità di tale linea di azione riguarda il fatto che programmi di questo tipo necessitano di un livello minimo di dimensione territoriale; non a caso si tratta di azioni che hanno avuto successo in aree metropolitane. Un territorio quale quello di Ferrara risulta essere in termini dimensionali troppo piccolo per sostenere gli sforzi di investimento e per generare un livello minimo critico di attrattività. Ne deriva

l'esigenza di spostare il focus su un territorio più ampio, all'interno del quale definire il ruolo che potrebbe avere Ferrara. In tal senso si potrebbe considerare l'intera regione Emilia Romagna quale una grande area metropolitana, sostenendo più ampie politiche di attrazione di talenti e tecnologie. Tali politiche di attrazione di talenti e tecnologie potrebbero riguardare più settori economici, sulla base delle caratteristiche delle diverse province e delle dinamiche imprenditoriali territoriali. Il territorio di Ferrara potrebbe essere prescelto quale l'area nella quale sviluppare un percorso volto allo sviluppo di creatività nel settore culturale, espressamente finalizzata ad una ricaduta sul sistema imprenditoriale, al fine di una sua rivitalizzazione e rilancio. Solo in questi termini, una politica di tale tipo potrebbe essere sostenibile in termini economici nel territorio di Ferrara.

***Linea di azione 3. Potenziamento delle filiere delle imprese legate al settore culturale e sviluppo del modello "Ferrara hub culturale".***

Ferrara è riconosciuta da molti anni quale una città d'arte e di cultura. Si è trattato di un processo di ridefinizione della identità della città (ma solo in parte anche del territorio) che ha condotto - decenni fa - ad una ripresa economica in un periodo di crisi. In termini imprenditoriali, oggi, il settore culturale è uno tra i settori trainanti della economia locale.

Lo sviluppo economico, tuttavia, ha focalizzato solo le attività più direttamente collegate al settore culturale, ed in particolare quelle riguardanti il turismo, e più precisamente il turismo culturale.

In tal senso, emerge una importante opportunità, ossia lo sviluppo ed il potenziamento delle filiere imprenditoriali legate al settore culturale, ulteriori rispetto a quelle del turismo. Paradossalmente, infatti, ciò che spesso manca agli operatori economici del territorio, è la vera e propria consapevolezza di appartenere ad una filiera imprenditoriale legata al settore culturale. Ciò fa sì che le varie iniziative degli operatori economici di filiere diverse siano slegate tra di loro, e risultino essere molto meno efficaci di quanto potrebbero essere se realizzate in modo sinergico.

E' un tema che è stato analizzato dalla Camera di Commercio di Ferrara. Le filiere legate al settore culturale non sono solo quelle turistiche in senso stretto, ma abbracciano ambiti e settori ulteriori, quali quelli dell'artigianato, del

restauro, degli strumenti avanzati per la diagnostica e la conservazione, della editoria, del settore multimediale, dell'informatica, degli applicativi per la telefonia mobile avanzata, degli allestimenti, della comunicazione, dell'enogastronomia, della ricerca e della formazione, dei servizi di intrattenimento, della convegnistica, e così via.

La ricerca condotta dalla Camera di Commercio distingueva tra attività culturali dirette e attività culturali indirette. Tra le attività culturali dirette erano ricomprese: editoria (ad ottobre 2010: 158 imprese); informatica (476), ricerca e sviluppo, pubblicità e convegni (598), istruzione (203), servizi di intrattenimento (147), servizi culturali e sportivi (446). Tra le attività culturali indirette erano ricomprese: intermediazione commerciale e riparazione (1.967), turismo e noleggio (2.923), produzione di beni di consumo (995), floricoltura e vivaismo (106).

Il totale delle attività dirette e indirette nella provincia di Ferrara riguarda quindi 8.019 imprese, ed ha registrato nel periodo ottobre 2009-ottobre 2010 (dunque in una fase di forte crisi economica nazionale ed internazionale) una crescita dello 0,6%.

Tuttavia, appena ci si discosta dal settore del turismo, il grado di consapevolezza dell'essere parte di un unico sistema economico integrato dei beni culturali viene progressivamente meno. Il ché non consente - o quantomeno sfavorisce - l'avvio di programmi congiunti che coinvolgano contemporaneamente ed in modo sinergico più filiere produttive, al fine dello sviluppo economico locale.

Ne deriva l'esigenza di sviluppare una maggiore consapevolezza delle opportunità offerte dalla comune appartenenza al sistema economico integrato dei beni culturali. Ciò dovrebbe realizzarsi soprattutto attraverso progetti innovativi ed iniziative congiunte, accompagnati da programmi di co-marketing sia tra soggetti privati sia tra soggetti pubblici e privati (Colbert, 2001). In quest'ultimo caso, si tratta dunque di coinvolgere le imprese private in processi di marketing del territorio (Caroli, 2011).

Ed inoltre, in una prospettiva di più ampio respiro, si tratta di avviare il passo successivo, volto a "reinventare" il modello "Ferrara città d'arte": sia ampliando i settori imprenditoriali interessati, sia estendendo il raggio di azione al paesaggio ed al territorio della provincia.

Il modello sino ad ora seguito da Ferrara, nell'ottica di coniugare identità culturale e sviluppo economico del territorio, è stato quello di attivare flussi turistici sul territorio facendo leva sul patrimonio culturale locale o sulla organizzazione di eventi culturali di rilevante richiamo. Un modello cioè che ha mirato ad attrarre significativi flussi turistici nell'area (ma soprattutto nella città) per sviluppare i relativi settori della economia locale.

La riflessione che è necessario condurre è se un modello che ha avuto nei decenni scorsi (ed in parte anche tuttora) un forte successo sia ancora da perseguire nei medesimi termini. Ed inoltre, per Ferrara il settore culturale deve essere considerato in termini ampi, comprendendo anche il paesaggio culturale. Il patrimonio culturale artistico ed architettonico non può cioè essere considerato in modo disgiunto rispetto alle caratteristiche ambientali e naturalistiche, ed ai "segni" storici del territorio.

E' dunque un ambito molto ampio, che riguarda la produzione e la vendita di beni, servizi e conoscenze sia nell'ambito artistico, architettonico e naturalistico, sia in tutti i settori produttivi e tecnologici associati ad essi.

In tal senso, Ferrara può assumere la valenza di un hub, capace di attrarre risorse, conoscenze e competenze non solo di tipo culturale in senso stretto, ma relative a tutti i settori legati a quello culturale, e da cui poi progettare, realizzare, proporre e diffondere prodotti e servizi su scala locale, nazionale ed internazionale. Una città cioè che sia riconosciuta a livello nazionale ed internazionale quale un luogo in cui siano presenti conoscenze, beni e servizi legati in modo diretto o indiretto al settore culturale. Dunque, un luogo capace di realizzare flussi economici di vendita e di esportazione di tali beni, servizi e conoscenze, ma anche dotato di una forza di attrazione verso tutti coloro che sono interessati al settore culturale, sia in termini culturali che produttivi, e che si recano in tale area per apprendere e conoscere, ma che, al contempo, in modo spontaneo ed implicito, condividono con i soggetti locali del territorio anche le proprie idee, competenze ed esperienze.

Tale linea di azione comporta tuttavia diverse criticità:

- la promozione di iniziative congiunte e di programmi di co-marketing necessita di incidere sul grado di consapevolezza degli operatori economici e sui loro comportamenti tradizionali. Si tratta di

aspetti sui quali è particolarmente difficile incidere in termini rapidi, in quanto sono radicati nei sistemi comportamentali tradizionali, propri della cultura di un territorio.

- lo sviluppo di una visione del territorio quale "hub" di un sistema integrato di prodotti e servizi collegati al settore culturale implica uno sforzo istituzionale ed economico innovativo e radicale. E' cioè necessario che tutte le istituzioni e le forze economiche della provincia assumano tale indirizzo in termini strategici e che finalizzino le proprie strategie di sviluppo in tale direzione.

L'attuale situazione di crisi economico-finanziaria (Donato e Bonet, 2011), che ha coinvolto severamente anche la provincia di Ferrara, può essere considerata sotto un duplice profilo. Da un lato, può essere considerata un fattore di stimolo, in quanto solo nei periodi di crisi, e quindi di grande difficoltà economica e sociale di un territorio, emergono le condizioni per uno sforzo congiunto da parte di tutti gli attori locali. Da quell'altro lato, deve essere osservato che una simile azione può essere efficacemente intrapresa soprattutto quale politica locale di reazione alla crisi stessa. Attualmente, il modello di reazione alla crisi economico-finanziaria che è stato adottato nel territorio di Ferrara appare infatti più di tipo adattivo e conservativo che non di reazione e radicale cambiamento.

### **Ringraziamenti**

La presente ricerca è stata realizzata in collaborazione con la Provincia di Ferrara, nell'ambito del progetto "Culture", finanziato dal programma di cooperazione transnazionale Med."

Elena Borin è autore del III paragrafo; Fabio Donato è autore del IV paragrafo; Enrica Gilli è autore del I e del II paragrafo.

### **Bibliografia**

- Anselmi L., Percorsi aziendali per le pubbliche amministrazioni. Torino: Giappichelli, 2003.  
Becattini G., Il distretto industriale. Un nuovo modo di interpretare il cambiamento economico, Rosenberg & Sellier, Torino, 2000.  
Bertini U., Scritti di politica aziendale, Torino, Giappichelli, 1990.

- Bianchi P., Labory S., The political economy of intangible assets, in P. Bianchi, S. Labory. (a cura di), The economic importance of intangible assets, Ashgate, Aldershot, 2004.
- Caroli M., Il marketing territoriale, Milano, Franco Angeli, 2011.
- Colbert F., Marketing culture and the arts. Montreal, Presses HEC, 2001.
- De Carlo, M., Dubini, P., La valorizzazione delle destinazioni: cultura e turismo, Milano, Egea, 2008.
- Donato F., Badia F., La valorizzazione dei siti culturali e del paesaggio. Firenze: Olschki, 2008.
- Donato F., Bonet L., The financial crisis and its impact on the current models of governance and management of the cultural sector in Europe, in "Journal of Cultural Management and Policy", vol. 1 n. 1, 2011
- Donato F., Gilli E., Un approccio "multi-scala" per la gestione del patrimonio culturale italiano, in "Il Capitale Culturale", vol. 2/2011.
- European Commission, Green Paper. Unlocking the potential of cultural and creative industries. Bruxelles, European Commission Publications, 2010.
- Eurostat, Cultural statistics. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2011.
- Florida F., The rise of the creative class Basic Books, New York, 2002.
- Guthrie J., Humphrey C., Jones L.R., Olson O., International public financial management reform: progress, contradictions, and challenges. Greenwich: Information Age Publishing, 2005.
- Hoffman K.D., Bateson J.E.G., Iasevoli G., Marketing dei Servizi. Apogeo, 2007
- Kotler P., Marketing Management. Pearson Prentice Hall, 1967.
- Kotler N., Kotler P., Marketing dei Musei – Obiettivi, traguardi, risorse. Biblioteca Einaudi, 2004
- Marshall A., Principles of Economics, 8th edn., London, Macmillan, 1920.
- Meneguzzo M., Ripensare la modernizzazione amministrativa e il New Public Management. L'esperienza italiana: innovazione dal basso e sviluppo della governance locale. In: «Atti di Azienda pubblica». Roma, n. 6-1997.
- Montella M., Valore e valorizzazione del patrimonio culturale storico. Milano, Mondadori Electa per le Belle Arti, 2009.
- Porter M. E., On Competition, Boston (ma), Harvard Business School Press, 1998.
- Porter M. E., The Competitive Advantage of Nations, New York, The Free Press, 1990.
- Sen, A., Culture and Development. New York, World Bank Publication, 2001.
- Severino F., Economia e marketing per la cultura. FrancoAngeli, 2011.



## Social reporting ed indicatori di sostenibilità per lo sviluppo economico di un territorio a vocazione culturale

Francesco BADIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> TekneHub, Dipartimento di Economia e Management, Università degli Studi di Ferrara.  
e-mail: francesco.badia@unife.it.

---

### Riassunto

Il patrimonio culturale di un territorio può costituire un importante elemento di sviluppo economico e sociale per la collettività. Al fine di favorire il reale perseguimento di tali sentieri di sviluppo, anche mediante la promozione della partecipazione della collettività stessa, l'utilizzo di strumenti di contabilità sociale appare utile ed opportuno.

Il presente lavoro si pone lo scopo di adattare gli strumenti della contabilità sociale per un sistema di aziende integrate nella gestione del patrimonio culturale sul territorio. Vengono in particolare esaminate le modalità applicative del bilancio di sostenibilità e di un sistema di misurazione delle performance fondato su indicatori di sostenibilità economica, sociale ed ambientale.

**Parole chiave:** contabilità sociale, sostenibilità, indicatori, patrimonio culturale.

### Abstract

Cultural heritage could be an important factor for the economic and social development of a territory. Social reporting seems to be an useful tool, to undertake this development path and promote the participation of community and external stakeholders.

This work aims at investigating the adoption of social reporting tools by the organizations involved in the management of cultural heritage on a territory. In particular, the paper explores the possible ways of application of sustainability reporting and performance measurement based on economic, social and environmental sustainability indicators.

**Key words:** social reporting, sustainability, performance indicators, cultural heritage.

---

### Il significato della contabilità sociale

L'interesse, nell'ambito degli studi di economia e management, verso lo sviluppo di sistemi di contabilità "sociale" ("*social reporting*" o "*social accounting*"), è andato crescendo di pari passo con lo sviluppo e l'approfondimento delle teorie della "responsabilità sociale" della gestione, inizialmente applicato al campo delle imprese private (CSR, *corporate social responsibility*), ma estesosi poi anche a quello delle aziende ed amministrazioni pubbliche.

La CSR è stata studiata ed analizzata nel contesto anglosassone già a partire dagli anni Trenta, ma è nelle ultime tre decadi che ha

assunto un ruolo di assoluto rilievo nell'ambito degli studi manageriali e nello sviluppo di applicazioni di natura pratica per le imprese (Ackerman 1975, Carroll 1979, Lantos 2001); anche nell'ambito degli studi di matrice italiana si possono segnalare importanti contributi, taluni dei quali precedenti all'ultimo trentennio (Masini 1970, Coda 1988, Baldarelli 2009). Il concetto di responsabilità sociale richiama quello del consenso da raggiungere nei confronti degli "*interlocutori sociali*" (Coda 1988) e tiene conto delle conseguenze dell'operare aziendale, non soltanto per quanto riguarda la sfera economica, ma anche per i risvolti su tutti gli *stakeholder* di rilievo esterno per l'azienda. A questo proposito, grande influenza in dottrina è esercitata

dall'approccio della *stakeholder theory* (Freeman 1984, Donaldson and Preston 1995, Freeman *et al.* 2007).

Da quanto detto, si desume come la responsabilità sociale sia fortemente legata alla reputazione aziendale verso tutti i portatori di interesse nei confronti dell'azienda (Coda 1991, Ravasi 2002), per effetto del quale un'impresa dotata di una buona reputazione può usufruire di un "vantaggio competitivo" (Porter 1985) non irrilevante nei confronti dei concorrenti: ciò accade perché una buona reputazione sociale consente di creare attorno all'azienda un diffuso clima di fiducia, *in primis* da parte dei suoi clienti, che in certi casi saranno perfino disposti a riconoscere anche un prezzo più alto (cd. "*premium price*") ai prodotti dell'impresa stessa, proprio in quanto socialmente responsabile.

Come già accennato, la crescita di importanza della responsabilità sociale ha portato allo sviluppo di documenti di rendicontazione che si rifanno in un qualche modo ai tradizionali strumenti contabili, ma tenendo conto di questa nuova variabile: si è così osservato l'utilizzo sempre più frequente, da parte delle aziende, del *bilancio sociale* (Hinna 2002, Rusconi 2006), uno strumento per il quale non sono previsti *standard* obbligatori, nonostante abbiano ormai trovato una certa diffusione modelli emanati da organismi internazionali, che si pongono lo scopo di diffondere le logiche legate alla rendicontazione sociale. Fra le tante iniziative di questo tipo, si vuole segnalare quella più diffusa a livello internazionale, la *Global Reporting Initiative* (GRI), nonché quella di riferimento a livello nazionale, realizzata dal Gruppo di studio per il Bilancio Sociale (GBS).

Per quanto riguarda la GRI, essa si pone il fine di promuovere un quadro omogeneo di rendicontazioni da parte delle aziende sulle loro pratiche in ambito economico, ambientale e sociale ("*triple bottom line*"); a tale scopo, sviluppa uno *standard* che tiene conto delle *performance* realizzate secondo la considerazione di queste tre dimensioni. Lo schema di bilancio (di "*sostenibilità*") che viene promosso, contiene la definizione delle categorie di *stakeholder* rilevanti e le motivazioni della loro scelta, le modalità e la periodicità del loro coinvolgimento effettivo e l'espressione di come sono utilizzate le informazioni relative, nell'ambito dei processi decisionali.

Per l'Italia, come detto, una delle iniziative più importanti è invece quella del GBS, che,

partito dalla considerazione degli *standard* da applicare alle imprese private, ha poi analizzato anche le peculiarità di applicazione da introdurre nel settore pubblico (GBS 2007). Con riferimento allo schema generale proposto dal GBS, esso si fonda su tre elementi di base (GBS 2005, 2007):

- 1) "*l'identità aziendale*", che consiste nell'illustrazione della missione e dei principi e dei valori fondamentali per l'azienda, in rapporto allo scenario istituzionale e socio-economico di riferimento, nonché del sistema di governo adottato e dell'assetto organizzativo impostato;
- 2) "*la produzione e distribuzione del valore aggiunto*" (che diviene "*riclassificazione dei dati contabili e calcolo del valore aggiunto*" per le aziende del settore pubblico), l'elemento di natura maggiormente quantitativa, in cui sono esplicitati i raccordi con il bilancio economico-patrimoniale, con l'intenzione anche di rilevare la ricchezza prodotta dall'azienda e di identificare i destinatari della produzione del valore aggiunto;
- 3) "*la relazione sociale*", di natura più qualitativa, che vuole invece mettere in risalto i vantaggi creati per i diversi *stakeholder* dell'azienda, prendendoli in considerazione uno per uno.

Con riferimento agli strumenti di rendicontazione sociale, per le aziende del settore pubblico e senza fini di lucro, ricorrono spesso i termini, oltre a quello del bilancio sociale (Hinna 2004), di "*bilancio di missione*" e di "*bilancio di mandato*"; in questo modo, si vuole attuare un riferimento, rispettivamente, al carattere di natura sociale e collettiva delle amministrazioni pubbliche ed alla volontà di dimostrare i risultati dell'azione amministrativa, in rapporto agli obiettivi di governo diffusi in campagna elettorale. Parimenti, uno strumento che sta avendo una grande diffusione e che, in molti casi, sta andando a sostituire il bilancio sociale è il "*bilancio di sostenibilità*". Ciò in buona parte è dovuto anche al riferimento alla terminologia adottata dallo *standard* GRI e all'idea di voler legare *performance* economica, sociale ed ambientale.

La sostenibilità, come noto, di per sé è un concetto che vuole mettere in luce l'attenzione particolare alla dimensione ambientale delle *performance* e la volontà di saper garantire, se non migliorare, le attuali condizioni di vita nel

contesto sociale ed ambientale, per le generazioni future. La prima definizione del concetto di “sviluppo sostenibile” si è avuta con il cosiddetto “Rapporto Brundtland” (ONU, WCED, 1987) che ha definito la sostenibilità come “*lo sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità per le generazioni future di soddisfare le loro necessità*”.

Ulteriori allargamenti della responsabilità sociale si possono considerare affiancandovi il concetto di *accountability*, genericamente considerabile come il dovere di rendere conto in maniera responsabile e trasparente del proprio operato (Midgley 1982, Dubnick and Romzek 1987, Gray *et al.* 1996, Pezzani 2003, Steccolini 2004).

In linea teorica, il concetto di *accountability* può essere considerato come più ampio di quello di responsabilità sociale, in particolare per la necessità di rendicontare riguardo al proprio operato, esigenza implicita nella prospettiva di *accountability*, non obbligatoria invece nella prospettiva della responsabilità sociale, più finalizzata sulle modalità di azione. Proprio l'aspetto di trasparenza e responsabilità nell'agire del management è stato comunque approfondito anche nella prospettiva dell'*accountability* da alcuni autori (Edwards and Hulme 1996). I concetti sin qui elencati sono stati presentati, in maniera sintetica, con riferimento al loro ruolo nelle discipline economiche e manageriali, senza soffermarsi in maniera specifica sulle possibilità di loro concreta applicazione. Nell'ambito delle prossime pagine, si cercherà di applicare tali concetti in maniera più specifica al caso di aziende che hanno il compito di gestire e valorizzare, ai fini dello sviluppo economico e sociale di un territorio, il patrimonio culturale insistente su quello stesso territorio.

### **L'applicazione della contabilità sociale e della prospettiva sociale alla gestione del *cultural heritage***

Pur nella grande varietà di tipologie di patrimonio culturale presenti sul territorio italiano, l'ambito di applicazione degli strumenti di *social accounting*, nel campo delle aziende che si occupano di *cultural heritage*, appare per lo più relativo alle amministrazioni del settore pubblico. Perciò, conseguenza immediata di tale affermazione è la centralità del concetto di *accountability*, che dovrà dunque essere il fulcro dei sistemi e degli strumenti di contabilità sociale

adottati. Il criterio guida dell'assunzione delle problematiche di responsabilità sociale e della considerazione della prospettiva di *accountability* (sia nei comportamenti, sia nella rendicontazione) dovrà dunque essere quello di attenzione a tutti gli *stakeholder* (o portatori di interesse) esterni, fra i quali al primo posto pare esservi la comunità di riferimento del territorio. Continuando su questa linea, un elemento chiave di interesse appare quello della sostenibilità, così come è stata già precedentemente definita e delineata, in particolare per il concetto ad essa legato di mantenimento, in questo caso, dei valori, culturali, sociale ed identitari, espressi dal patrimonio culturale, a favore delle generazioni future.

Da un punto di vista operativo, la centralità degli *stakeholder* esterni, ed in particolare della comunità, porta alla necessità di sviluppare strumenti di contabilità sociale che non siano autoreferenziali o che guardino solo all'interno delle amministrazioni coinvolte nella loro realizzazione, ma che rendano effettiva una prospettiva di “controllo partecipativo”. Con l'espressione “controllo partecipativo”, si vuole considerare l'attivazione di forme di coinvolgimento effettivo degli *stakeholder* esterni nella predisposizione degli obiettivi, nello sviluppo dei sistemi di monitoraggio e nella previsione degli eventuali interventi correttivi da realizzare per tutte quelle attività e quei servizi, in cui sono impegnati i soggetti pubblici, in stretto contatto con la collettività, e per i quali dunque è necessario ed opportuno individuare le giuste sfere di coinvolgimento sociale.

L'applicazione della prospettiva di *accountability*, in maniera coerente anche alle logiche di un “controllo partecipativo”, può trovare concreta applicazione nella realizzazione e predisposizione di un *bilancio di sostenibilità*, il cui processo di formazione passi per il concreto coinvolgimento ed interessamento di tutti gli *stakeholder* esterni, a partire dalla collettività e dalle associazioni *no-profit* coinvolte nella tutela e valorizzazione del patrimonio culturale. In queste righe, prendendo spunto dal documento redatto dal Gruppo di Studio per il Bilancio Sociale (GBS), si vuole provare a fornire un possibile schema di riferimento per la realizzazione di questo documento (Tab. 1):

<b>SEZIONE 1 – L'identità del territorio e del suo patrimonio culturale</b>
---

1.1 I “valori” del territorio

*Ripresa ed aggiornamento, in maniera anche discorsiva e con l'ausilio di fotografie ed immagini, degli elementi qualificanti del territorio e del suo patrimonio culturale*

1.2 Il sistema di “governance” e i principali attori

*Descrizione dei principali referenti per la gestione del patrimonio culturale sul territorio e dei meccanismi che regolano i rapporti fra tali soggetti*

1.3 Definizione degli obiettivi e delle azioni fondamentali da raggiungere

*Inserimento degli obiettivi e delle azioni che si intende portare a termine nel periodo di riferimento del documento, con evidenziazione chiara dei risultati da raggiungere*

**SEZIONE 2 – I risultati raggiunti**

2.1 La produzione e la distribuzione del valore aggiunto

*Considerazione dei risultati economici prodotti sul territorio dalle organizzazioni coinvolti nel sistema di governance territoriale, attraverso un'analisi degli investimenti prodotti sul settore culturale e delle ricadute di tali investimenti sul territorio. Questa parte va dunque considerata come quella prevalentemente quantitativo-monetaria del documento.*

2.2 Il confronto fra gli obiettivi delineati ed i risultati raggiunti

*Verifica dei risultati raggiunti nel periodo di riferimento del bilancio in confronto con gli obiettivi sanciti nel precedente documento. Questa parte dunque dovrebbe riuscire ad integrare l'analisi quantitativo-monetaria con riferimenti agli obiettivi raggiunti anche di natura non monetaria. Potrà comunque essere integrata da sintetiche analisi qualitative. Nella prima versione del documento, questa sezione potrebbe considerare l'analisi dei livelli da cui si parte nelle diverse prospettive di interesse, illustrando il cammino compiuto sino a quel momento.*

**SEZIONE 3 – La relazione sociale**

3.1 Mappatura degli stakeholder rilevanti per la gestione del patrimonio culturale sul territorio

*Identificazione degli interlocutori sociali fondamentali e definizione del sistema di contributi e ricompense attese da ciascuno di essi*

3.2 Analisi dei risultati ottenuti

*Per ciascuna delle categorie sopra individuate, relazione in forma discorsiva, meglio se supportata da dati (si potranno riprendere quelli riportati nella sezione 2), delle azioni svolte a favore dei diversi stakeholder individuati.*

partecipazione degli interlocutori sociali, volte alla realizzazione del documento qui descritto, mediante corrette e reali procedure di coinvolgimento sociale. Fra queste, si possono delineare cinque principali linee d'azione: - di coinvolgimento della comunità locale; - di politica territoriale e mappatura della comunità; - di promozione turistica e comunicazione; - di comunicazione “istituzionale”; - di formazione e rivolte al settore educativo.

In primo luogo, fra le azioni di coinvolgimento della comunità locale si possono individuare il coinvolgimento della cittadinanza e degli interlocutori sociali in progetti di valorizzazione, la divulgazione e la formazione all'interno delle categorie professionali, il coinvolgimento dei soggetti privati nei progetti pubblici, lo sviluppo di iniziative per la promozione dell'identità culturale, nonché la sensibilizzazione della comunità sul concetto di “patrimonio” legato a quello di “eredità”.

Fra le azioni di politica territoriale e mappatura della comunità, si possono invece realizzare la progettazione delle mappe di comunità, la definizione di politiche territoriali di lungo periodo e l'investimento finanziario su beni legati all'identità locale.

Rientrano invece fra le azioni di promozione turistica e comunicazione il collegamento tra i circuiti turistico-culturali del territorio, la promozione dei prodotti tipici locali, l'ideazione di mostre ed iniziative culturali legate al territorio, l'attività di animazione del patrimonio culturale, la diffusione della conoscenza sui siti web istituzionali.

Possono invece essere considerate come azioni di comunicazione “istituzionale”, l'organizzazione di incontri pubblici, lo sviluppo di iniziative quali seminari, workshop, serate a tema rivolte alla popolazione, la creazione ed utilizzo di un marchio legato al territorio sul materiale informativo e promozionale ed infine anche una campagna di “alfabetizzazione” sul significato dei valori identitari espressi dal patrimonio culturale del territorio.

In conclusione, fra le azioni rivolte al settore dell'istruzione e della formazione, si possono considerare l'organizzazione di visite guidate per le scuole, la realizzazione di premi e concorsi a tema sul patrimonio culturale all'interno delle scuole primarie e secondarie e degli istituti di formazione, la collaborazione con l'Università e la realizzazione di percorsi di alta formazione in

**Tab.1.** Il possibile schema base del bilancio di sostenibilità per un territorio a vocazione culturale.

In via conclusiva, si vogliono presentare infine alcune possibili azioni di promozione alla

partnership fra istituzioni pubbliche territoriali e la stessa Università.

### **La definizione di un sistema di indicatori per la misurazione della sostenibilità**

Una parte fondamentale dei documenti di sostenibilità che si pongono lo scopo di fornire un reale e non fittizio supporto alla gestione è quello di basarsi su dati concreti, misurabili e che siano poi realmente misurati. In questo senso, diviene fondamentale e necessaria la presenza di un sistema di indicatori, cioè di variabili in grado di misurare e registrare il livello di raggiungimento di un determinato obiettivo. Gli indicatori devono essere grandezze significative per l'obiettivo delineato, non generiche e (se qualitative) traducibili in un riferimento quantitativo.

Alla realizzazione degli indicatori si arriva mediante un processo "a cascata", nel quale, partendo dagli obiettivi che si intende ottenere, di natura "strategica", si concretizzano una o più azioni per ciascun obiettivo individuato. Gli indicatori diventano dunque gli strumenti utili a verificare il successo, o meno, di ciascuna azione. L'analisi complessiva della riuscita o della non riuscita di ciascuna azione può produrre infine un giudizio sul raggiungimento degli obiettivi di portata più generale, ovvero strategica.

In questa sede, a titolo di esempio, si sono individuati quattro possibili obiettivi strategici per un territorio a vocazione culturale che voglia partire proprio dal suo patrimonio culturale per incamminarsi su sentieri di sviluppo economico e per promuovere il benessere collettivo della comunità. Gli obiettivi che qui si propone potrebbero essere i seguenti:

- 1) *Garantire condizioni di sviluppo economico sostenibile fondate sul patrimonio culturale (ed anche naturalistico) del territorio:* con questo obiettivo si intendono favorire le azioni e le iniziative che possano fondare uno sviluppo economico basato sul patrimonio culturale e naturale del sito, garantendone il mantenimento dei valori e preservandoli per le generazioni future;
- 2) *Garantire condizioni di mantenimento e cercare opportunità di accrescimento delle risorse naturalistiche ed ambientali del territorio:* questo obiettivo mira al mantenimento e, ove possibile, al ripristino o al miglioramento, delle condizioni di integrità

ambientale e naturalistica del territorio, al fine di preservarne e trasmetterne i valori alle generazioni future, garantendo anche la diversità paesaggistica, la biodiversità e gli habitat naturali di flora e fauna; è un obiettivo fondamentale nella realizzazione di politiche di sostenibilità e parte dal presupposto che il rispetto dell'ambiente naturale è condizione necessaria per la tutela anche del patrimonio culturale;

- 3) *Favorire la coesione sociale, partendo dal senso di appartenenza al territorio:* l'obiettivo rappresenta la più specifica dimensione sociale; considerare lo sviluppo di un senso di cittadinanza attiva, di legame con il proprio patrimonio culturale e naturale, di identità collettiva e di accoglienza ed apertura nei confronti dell'esterno; considera infine anche la promozione dei valori descritti all'esterno ed all'interno delle amministrazioni coinvolte nel sistema di gestione;
- 4) *Garantire trasparenza e accountability nella gestione e nella rendicontazione dei risultati relativi al sistema di gestione territoriale legato al patrimonio culturale:* quest'ultimo obiettivo serve a fornire una periodica verifica sulla reale attuazione di politiche di inclusione sociale, nel senso della trasparenza, della responsabilità e della promozione della partecipazione.

Nell'ottica qui esposta, per ciascun obiettivo, andrebbero dunque selezionate delle azioni da realizzare e ciascuna azione dovrebbe poi trovare in determinati indicatori da misurare il riferimento alla propria capacità di successo o insuccesso. Senza un riferimento specifico ad un caso applicativo a cui rapportarsi, un'analisi di questo tipo può sembrare un puro esercizio di stile. Ciò nonostante, appare comunque utile in questa sede, al fine di fornire spunti teorici per future analisi anche in campo applicativo, provare a delineare un sistema di azioni ed indicatori che possano discendere dagli obiettivi sopra esposti.

Ai fini di un'analisi puntuale e dettagliata, sarebbero necessarie numerose pagine per presentare in maniera completa tutte le azioni e gli indicatori. Per favorire, invece, una visione di insieme di tali elementi, si fornirà ora una tabella contenente la proposta di questo lavoro, per avviarsi poi, nelle righe conclusive del lavoro, ad alcune considerazioni di sintesi e di sviluppo futuro (Tab. 2).

<b>Obiettivi</b>	<b>Azioni</b>	<b>Indicatori (proposta)</b>
1. Garantire condizioni di sviluppo economico sostenibile fondate sul patrimonio culturale (ed anche naturalistico) del territorio	1.1 Promozione e sostegno di attività imprenditoriali o agricole legati ai prodotti tipici del territorio	1.1.a Numero di attività presenti sul territorio del sito 1.1.b Fatturato medio delle attività considerate 1.1.c Numero di eventi ed iniziative realizzati in collaborazione con la Camera di Commercio e con associazioni di categoria per il sostegno alle attività
	1.2 Creazione e promozione di percorsi turistici, con particolare attenzione al turismo ecosostenibile e legato ad itinerari cicloturistici, naturalistici, storico-culturali ed enogastronomici	1.2.a Numero di nuovi attracchi o punti di servizio creati in prossimità dei beni di interesse storico architettonico 1.2.b Numero di visitatori coinvolti dalle iniziative di fruizione integrata, in valori assoluti e in % sul totale dei visitatori 1.2.c Investimenti in attività di promozione dei percorsi turistici
	1.3 Sviluppo delle attività del settore turistico sul territorio	1.3.a Numero presenze alberghiere 1.3.b Numero visitatori istituti e luoghi della cultura 1.3.c Numero contatti siti <i>web</i> legati alla promozione del territorio
	1.4 Sviluppo delle attività legate al patrimonio culturale sul territorio	1.4.a Numero di attività presenti sul territorio del sito 1.4.b Fatturato medio delle attività considerate
	1.5 (=2.4) Promozione della raccolta differenziata sul territorio del sito e di iniziative di tutela ambientale	1.5.a % di raccolta differenziata per ogni Comune del territorio 1.5.b % di raccolta differenziata complessiva sul territorio 1.5.c tasso di incremento della raccolta rispetto all'ultima rilevazione 1.5.d Numero di iniziative per la promozione ambientale realizzate nel territorio 1.5.e Investimenti in campagne di informazione sulla raccolta differenziata e sulla tutela ambientale
2. Garantire condizioni di mantenimento e cercare opportunità di accrescimento delle risorse naturalistiche ed ambientali del territorio	2.1 Conservazione paesaggistica della rete idrografica maggiore e minore	2.1.a Km di sponde arginali o percorsi lungo fiume riqualificati 2.1.b Numero di interventi di ingegneria naturalistica per il ripristino delle sponde dei fiumi
	2.2 Conservazione della copertura vegetazionale nelle aree boschive o lungo gli elementi lineari	2.2.a Numero di progetti di riforestazione o mantenimento della copertura boschiva 2.2.b Numero di incentivi fiscali rilasciati ai privati per il rimboschimento 2.2.c Numero di progetti di ricostituzione della vegetazione ripariale autoctona
	2.3 Monitoraggio degli effetti	2.3.a Livello di qualità delle acque

	inquinanti delle attività agricole, produttive ed umane (es. traffico)	superficiali 2.3.b Livello di eutrofizzazione nelle acque lagunari 2.3.c Emissioni di CO <sub>2</sub> da parte delle imprese, suddivise per zone industriali 2.3.d Livello delle polveri sottili presenti nell'atmosfera
	2.4 (= 1.5) Promozione della raccolta differenziata sul territorio del sito e di iniziative di tutela ambientale	2.4.a % di raccolta differenziata per ogni Comune del territorio 2.4.b % di raccolta differenziata complessiva sul territorio 2.4.c tasso di incremento della raccolta rispetto all'ultima rilevazione 2.4.d Numero di iniziative per la promozione ambientale realizzate nel territorio 2.4.e Investimenti in campagne di informazione sulla raccolta differenziata e sulla tutela ambientale
3. Favorire la coesione sociale, partendo dal senso di appartenenza al territorio	3.1 Realizzazione di iniziative di coinvolgimento sui valori culturali del territorio	3.1.a (=4.2.b) Numero di eventi/iniziativa legate ai valori culturali del territorio 3.1.b % di partecipazione media dei soggetti invitati a partecipare negli incontri realizzati 3.1.c Grado di diffusione e conoscenza nella popolazione dei marchi legati al territorio 3.1.d Numero di progetti realizzati di collaborazione con le scuole e le università 3.1.e Numero di docenti coinvolti nei progetti 3.1.f Numero di studenti coinvolti nei progetti
	3.2 Sviluppo di iniziative per il turismo e la conoscenza del patrimonio culturale del territorio a favore della popolazione residente	3.2.a Numero di residenti coinvolti dalle iniziative di fruizione integrata, in valori assoluti e in % sul totale dei visitatori 3.2.b Numero di iniziative realizzate 3.2.c Numero di partecipanti medi per iniziativa realizzata
	3.3 Sviluppo di tavoli tecnici e di concertazione aperti alla partecipazione della collettività	3.3.a Numero di incontri realizzati 3.3.b Numerosità media di partecipazione agli incontri realizzati
	3.4 Sviluppo di iniziative di coinvolgimento sui valori promossi nei confronti dei dipendenti delle amministrazioni coinvolte nel sistema di gestione	3.4.a Numero di incontri realizzati 3.4.b Numerosità media di partecipazione agli incontri realizzati 3.4.c % di partecipazione dei soggetti rispetto agli invitati 3.4.d Grado di soddisfazione espresso dai partecipanti in merito alla partecipazione a tali incontri

	3.5 Sviluppo di iniziative di conoscenza del patrimonio culturale del territorio nei confronti della popolazione non nativa del territorio, in particolare di provenienza estera	3.5.a Numero di incontri realizzati 3.5.b Numerosità media di partecipazione agli incontri realizzati
4. Garantire trasparenza e accountability nella gestione e nella rendicontazione dei risultati relativi al sistema di gestione territoriale legato al patrimonio culturale	4.1 Attuazione del sistema di contabilità sociale legato alla gestione del patrimonio culturale del territorio	4.1.a Numero di amministrazioni coinvolte nel progetto di contabilità sociale 4.1.b Numero di <i>stakeholder</i> considerati nei documenti di contabilità sociale 4.1.c Numero di <i>stakeholder</i> coinvolti nel processo di rendicontazione sociale 4.1.d (=4.2.a) Numero di iniziative di divulgazione dei documenti di contabilità sociale
	4.2 Sviluppo di iniziative di divulgazione sulle attività svolte nell'ambito della gestione del patrimonio culturale del territorio	4.2.a (=4.1.d) Numero di iniziative di divulgazione dei documenti di contabilità sociale 4.2.b (=3.1.a) Numero di eventi/iniziativa legate ai valori culturali del territorio 4.2.c Partecipazione complessiva

**Tab.2.** Obiettivi, azioni ed indicatori per un sistema di misurazione della prospettiva di sostenibilità su un territorio a vocazione culturale.

Si può notare come taluni indicatori possano essere rilevanti per azioni diverse, così come siano presenti, in questa proposta, alcune azioni imputabili, in maniera concomitante, ad obiettivi differenti. Ciò ha senso, soprattutto nella prospettiva in cui sia evidente come taluni obiettivi perseguano strategie comuni e congiunte.

Ai fini del funzionamento di questo sistema, sono però necessari tre elementi:

1. Definizione degli obiettivi – standard: per ogni indicatore deve cioè essere stabilito un obiettivo da raggiungere, con cui andrà confrontato il risultato effettivamente raggiunto;
2. Definizione della tempistica di misurazione: in collegamento con quanto stabilito al punto precedente, il risultato da raggiungere andrà riferito, non ad un livello ottimale in astratto, ma al risultato realmente perseguibile nel periodo temporale di riferimento (che dovrà essere quello a cui si riferisce il bilancio di sostenibilità);
3. Definizione dei soggetti responsabili della misurazione e della raccolta dei dati: per ogni indicatore, soprattutto in un sistema complesso come quello di gestione del

territorio e del patrimonio culturale in esso presente, che vede una pluralità di attori coinvolti, pubblici e privati, dovrà essere identificato un soggetto responsabile della singola misurazione ed un altro soggetto che dovrà curare la raccolta (e l'eventuale integrazione) dei dati misurati.

Un'ultima considerazione sulla proposta introdotta riguarda poi il concreto utilizzo che si dovrebbe fare del sistema di indicatori. Un elemento che spesso viene trascurato, ma che è fondamentale sia a fini interni (per il miglioramento gestionale) sia a fini esterni (per la rendicontazione, l'assunzione della prospettiva di *accountability* e la promozione del controllo sociale e partecipativo) è quello dell'inserimento di un sistema di valutazione dei risultati. Il sistema di valutazione potrebbe essere concretizzato, ad esempio, su base numerica (con indici che vanno da 0 a 1, esprimibili, se si ritiene, anche in termini percentuali), da utilizzare per la valutazione di ciascun indicatore che, con un procedimento *bottom-up*, potrebbe salire, tramite l'assegnazione di un sistema di pesi relativi a ciascun indicatore (e poi a ciascuna azione) fino alla valutazione complessiva di ogni azione ed obiettivo. All'ultimo grado del

processo di valutazione, attraverso l'assegnazione degli opportuni pesi relativi a ciascun obiettivo, si potrebbe addirittura giungere ad un giudizio generale, espresso nei termini numerici suddetti, sul risultato ottenuto nel perseguimento complessivo delle politiche di sostenibilità.

L'adozione di strumenti di valutazione di questo tipo contiene ampi margini di discrezionalità e di soggettività e non è certamente di facile adozione, soprattutto nell'attuale sistema politico istituzionale presente su scala nazionale. Si ritiene però che tentativi, se si vuole anche "coraggiosi", di sperimentare questi sistemi di valutazione consentirebbero un reale miglioramento nelle condizioni di realizzazione delle politiche di sostenibilità da parte delle aziende, soprattutto pubbliche, dedicate alla gestione del territorio, come anche, nel medio periodo, nel conseguimento di risultati effettivi in tale ambito.

#### Bibliografia

- Ackerman, R.W., 1975: *The social challenge to business*, Boston, Harvard University Press.
- Baldarelli, M.G., 2009: Le dimensioni della responsabilità sociale: riflessioni su miti e paradossi in una prospettiva economico-aziendale, *Rivista Italiana di Ragioneria e di Economia Aziendale*, vol. 109, n. 1-2, pp. 59-69.
- Carroll, A.B., 1979: A Three-Dimensional Conceptual Model of Corporate Performance, *Academy of Management Review*, n.4, pp. 497-505.
- Coda, V., 1988: *L'orientamento strategico dell'impresa*, Torino, Utet.
- Coda, V., 1991: *Comunicazione e immagine nella strategia di impresa*, Torino, Giappichelli.
- Donaldson, T. and L.E. Preston, 1995: The Stakeholder Theory of the Corporation: Concepts, Evidence and Implications, *Academy of Management Review*, vol. 20, no. 1, pp. 65-91.
- Dubnick, M.J. and B.S. Romzek, 1987: Accountability in the public sector: lessons from the Challenger Tragedy, *Public Administration Review*, vol. 47, no. 3, May-June, pp. 227-238.
- Edwards, M. and D. Hulme, 1996: Too Close for Comfort? The Impact of Official Aid on Nongovernmental Organizations, *World Development*, volume 24, issue 6, pp. 961-974.
- Freeman, R.E., 1984: *Strategic management: A stakeholder approach*, Boston, Pitman.
- Freeman, R.E., G. Rusconi and M. Dorigatti, (a cura di), 2007: *Teoria degli stakeholder*, Milano, FrancoAngeli.
- Gray, R., D. Owen and C. Adams, 1996: *Accounting and Accountability. Changes and Challenges in Corporate Social and Environmental Reporting*, London, Prentice Hall.
- GBS (Gruppo di studio per il Bilancio Sociale), 2005: *Il bilancio sociale: standard di base e documenti di ricerca*, Milano, Giuffrè.
- GBS (Gruppo di studio per il Bilancio Sociale), 2007: *La rendicontazione sociale nel settore pubblico. Standard*, Milano, Giuffrè.
- Hinna, L., (a cura di), 2002: *Il bilancio sociale. Scenari, settori e valenze. Modelli di rendicontazione sociale. Gestione responsabile e sviluppo sostenibile. Esperienze europee e casi italiani*, Milano, Il Sole 24 Ore.
- Hinna, L., 2004: *Il bilancio sociale nelle amministrazioni pubbliche. Processi, strumenti, strutture e valenze*, Milano, FrancoAngeli.
- Lantos, G.P., 2001: The boundaries of strategic corporate social responsibility, *Journal of Consumer Marketing*, vol. 18, n.7, pp. 595-630.
- Masini, C., 1970: *Lavoro e risparmio*, Torino, Utet.
- Midgley, K., 1982: *Management Accountability and Corporate Governance: Selected Readings*, London, MacMillan.
- ONU, World Commission on Environment and Development (WCED), 1987: *Report of the World Commission on Environment and Development*, General Assembly Resolution, n. 42, New York, 11 December.
- Pezzani, F., (a cura di), 2003: *L'accountability delle amministrazioni pubbliche*, Milano, Egea.
- Porter, M.E., 1985: *Competitive advantage. Creating and sustaining superior performance*, New York, Free Press.
- Ravasi, D., 2004: *La gestione strategica dell'identità aziendale*, Milano, Egea.
- Rusconi, G., 2006: *Il bilancio sociale: economia, etica e responsabilità dell'impresa*, Roma, Ediesse.
- Steccolini, I., 2004: *Accountability e sistemi informativi negli enti locali. Dal rendiconto al bilancio sociale*, Torino, Giappichelli.



Direttore Responsabile: Prof. Pasquale Nappi, Rettore dell'Università degli Studi di Ferrara  
Aut. Trib. Ferrara n. 36/21.5.53  
Comitato di Redazione della Sezione Museologia Scientifica e Naturalistica: D. Bassi, S.  
Capitani, C. Peretto, G. Zini.

Gli Annali dell'Università di Ferrara, Sezione Museologia Scientifica e Naturalistica (<http://eprints.unife.it/annali/museologia/>), vengono inviati in cambio di riviste scientifiche italiane e straniere; tali riviste sono cedute alla Biblioteca del Sistema Museale ed Archivistico d'Ateneo (S.M.A.) dell'Università di Ferrara.

Ogni comunicazione relativa alla stampa deve essere inviata a:  
Redazione degli Annali, Sezione Museologia Scientifica e Naturalistica, c/o Biblioteca del  
Sistema Museale ed Archivistico d'Ateneo, C.so Ercole I d'Este 32, I-44121 Ferrara, Italia.

