

Sara Roberto^A

^A Independent researcher.

UN DATABASE PER L'ARCHIVIAZIONE E LO STUDIO DELLE MURATURE NEL BIELLESE BASSOMEDIEVALE – SECOLI XI-XIV

Abstract: This article presents a new methodological approach to the documentation and study of masonry techniques in the Biella area in the XI-XIV centuries. Particular attention is given to the computer protocol used to record the data. Forms have been created and then transferred to a database that allows quick implementation and consultation. The study of masonry techniques led to the creation of a digital atlas, a tool available to scholars and anyone interested in the archaeology of architecture in this chronological and territorial context. The tool also makes it possible to carry out spatial and statistical analyses take here as an example with processing on the data collected.

Keywords: Biellese, bricklaying, atlas, database.

Introduzione

Con il seguente lavoro si intende presentare l'applicazione degli strumenti informatici alla documentazione e studio di una serie di dati riguardanti le stratigrafie murarie. La ricerca ha avuto come scopo la realizzazione di un atlante delle tecniche murarie del territorio biellese tra XI e XIV secolo; tuttavia, questo contributo mira a descrivere gli aspetti tecnici e metodologici dello studio e dimostrare l'interesse di questo approccio per lo studio archeologico degli alzati. Le domande storico-archeologiche a cui si è tentato di dare una risposta sono state: quali sono le tecniche edilizie utilizzate in questo territorio per l'arco cronologico preso in esame? Quali materiali venivano utilizzati? Quali informazioni si possono trarre da questo studio che riguardino la società che ha prodotto tali manufatti?

L'analisi delle tecniche murarie è stata pensata come base di partenza per la creazione di un atlante che fosse implementabile, modificabile e soprattutto riutilizzabile nell'ambito della ricerca, archeologica e non; alla base delle riflessioni scaturite dallo studio delle murature c'è la filosofia degli *Open Data*. Quest'ultima mira a una libera fruibilità dei dati grezzi e al loro utilizzo, seppur controllato da apposite licenze, promuovendo quindi la condivisione e il riuso dei dati, gratuitamente e con finalità di sviluppo della conoscenza (Anichini & Gattiglia, 2015; Anichini & Gattiglia, 2015a). Alla necessità di ottenere una serie di dati condivisibili si è risposto tramite la creazione di un *database* relazionale che consentisse la raccolta e la gestione del *dataset* contenente le informazioni sulle tecniche murarie. La raccolta dati è avvenuta attraverso lo spoglio della bibliografia edita e una serie di ricognizioni sul posto; il *database* è stato creato e strutturato in modo tale da contenere tutti i dati interessanti ai fini della ricerca; una volta sistematizzato l'archivio digitale è stato possibile analizzare i dati e infine dividerli.

L'associazione dei dati raccolti al riferimento cartografico, in ambiente GIS, ha consentito l'analisi spaziale delle evidenze, permettendo di trarre interessanti spunti per la riflessione storico-archeologica.

La digitalizzazione diretta dei dati offre numerosi vantaggi tra cui la gestione di grandi quantità di dati; la possibilità di rivedere in qualsiasi momento le schedature, anche in corso di studio; la possibilità di modifiche immediate durante l'avanzamento delle ricerche; la condivisione immediata del DB. L'archiviazione del *dataset* consente inoltre di poter interrogare i dati, sia in corso di studio sia a posteriori, facilitando, tra le altre cose, la selezione di elementi con le medesime caratteristiche – attraverso una semplice *query* – al fine di trovare immediatamente un determinato edificio o una determinata tecnica.

Analisi degli elevati in archeologia

I metodi elaborati dall'archeologia dell'architettura rappresentano uno strumento per l'osservazione di fenomeni che le fonti orali non sono in grado di registrare. Infatti il costruito non viene studiato come un mero prodotto finito ma come parte di un processo che indica delle scelte culturali (Tosco, 2010, p. 211). La muratura è considerata l'obiettivo tecnico e pratico del costruttore, ovvero la dirittura di arrivo di una serie di operazioni coordinate e finalizzate all'edificazione della struttura. Per questo motivo ogni fase del processo prevede scelte che dipendono dal sapere tecnico del costruttore stesso, oltre che dall'ambito culturale ed economico, dalle necessità e dai gusti dei committenti (Bianchi, 1996, p. 53). L'indagine archeologica applicata agli elevati deve porsi di fronte all'oggetto di studio con un atteggiamento conoscitivo aperto, per trarre il maggior numero di informazioni possibili (Ferrando & Cabona, 1998, p. 78); ne deriva che la muratura non possa essere considerata come un manufatto a sé stante, da studiare soltanto nelle sue caratteristiche materiali e formali, ma come il risultato di un processo intellettuale che sta alla base della catena operativa (Bianchi, 1996, p. 53). Lo studio dei processi tecnologico-cognitivi ci consente davvero di trascendere la semplice analisi tipologica degli oggetti e di raggiungere le persone che li hanno prodotti. È importante quindi, nello studio delle tecniche murarie, analizzare non solo i materiali con cui queste sono state realizzate ma anche il loro ciclo produttivo (Brogiolo & Cagnana, 2012, p. 147). Inoltre, un'analisi incrociata delle fonti indirette, non solo documenti ma anche opere letterarie, può essere utile per comprendere i caratteri salienti che gli autori contemporanei riconoscevano nelle opere di architettura (Tosco, 2012, p. 70).

Per la ricerca ci si è basati sulle metodologie dell'archeologia dell'architettura elaborate fino a ora ed esplicitate in una vasta letteratura scientifica (Brogiolo & Cagnana, 2012; Mannoni, 1997; Mannoni, 1997a; Mannoni, 2005). Le analisi stratigrafiche degli elevati, laddove possibile, sono state effettuate seguendo criteri di sistematicità e completezza. Tuttavia, per questioni di accessibilità e/o illeggibilità, non sempre è stato possibile analizzare le strutture nella loro interezza. Di conseguenza questo campionamento parziale delle evidenze causa un margine di incertezza nella definizione degli orizzonti cronotipologici dell'atlante. Per far fronte a questo problema, lo strumento informatico si caratterizza come un sistema implementabile, che permetterà di aggiungere informazioni in futuro. L'obiettivo, come già dichiarato, era una raccolta di dati che desse modo di aggregarli, condividerli, aggiornarli e metterli in discussione.

Il campione biellese

Il campione delle strutture esaminate è stato scelto cercando di includere quanti più edifici possibili databili al periodo cronologico preso in esame.

Per avere una base di partenza sono state fatte ricerche online e da bibliografia edita, in modo da creare un elenco di tutti gli edifici che avessero fasi di XI-XIV secolo visibili. Da questo

elenco primario hanno preso avvio le ricerche sul campo e successivamente il campione è stato ampliato tramite sopralluoghi.

Occorre fare una premessa sul contesto storico e topografico della regione in esame. Il Biellese è un territorio di poco più di 900 km², che si trova ai piedi delle Alpi Biellesi, nel Piemonte settentrionale. Per quanto riguarda il Medioevo, Bugella è nominata dalle fonti per la prima volta nell'826 in un diploma nel quale Ludovico il Pio e Lotario donano la "Corte di Biella" al conte Bosone. Nell'882 Biella viene donata da Carlo il Grosso alla Chiesa di Vercelli. Tra XI e XIV secolo, era un territorio per lo più di tipo rurale; era, ed è tutt'oggi, caratterizzato da numerosi corsi d'acqua che costituiscono non solo una fonte di approvvigionamento ma anche e soprattutto una via di trasporto. L'antico centro di Bugella era sotto il controllo della diocesi di Vercelli, priva di grandi centri e, di conseguenza, di grandi cantieri edilizi. Tutta la zona era un insieme di abitati rurali di modeste dimensioni che vivevano di agricoltura, allevamento, viticoltura e tessitura. Come emerge dalla descrizione del Mullatera la città era suddivisa, come ancora oggi, in tre parti: Piano, Piazza e Vernato. Il Piano e il Piazza erano collegati da cinque salite denominate Coste. Nonostante l'estensione della città gli abitanti erano pochi poiché molti terreni erano adattati a orti e giardini (Mullatera, 1778).

Nel Biellese gli edifici che hanno conservato fasi basso medievali sono relativamente pochi. Dopo più di settanta sopralluoghi il numero delle strutture utili a questa ricerca è risultato essere abbastanza elevato, per un totale di 50 edifici, di cui: 14 castelli, 21 edifici di culto e campanili, 14 strutture difensive (torri e ricetti) e un'abitazione. Purtroppo, quest'ultima categoria è quella che risente maggiormente di perdita di informazioni e rifacimenti nel tempo per cui è anche la meno rappresentata.

Durante il lavoro di ricerca un numero limitato di edifici è stato escluso dalle analisi dirette in quanto di proprietà privata o inaccessibile. In questi casi si è cercato di ricorrere alla documentazione d'archivio e alla fotografia storica. I dati presi in esame nella fase finale del progetto, ovvero quella dedicata alle interpretazioni, sono soltanto quelli derivati da edifici considerati come fonte materiale certa (perché già studiata in precedenza o perché è stata possibile un'analisi degli elevati più dettagliata o perché sono stati possibili confronti con altri edifici datati). Tutti quei dati per i quali non si hanno fonti certe sono stati utilizzati in maniera diversa, tenendo conto della bassa affidabilità delle informazioni. Per ogni edificio sono stati ricavati uno o più campioni di tecnica muraria di 1×1 m che sono serviti come dati grezzi per l'elaborazione delle tipologie dell'atlante.

Come già sottolineato in precedenza, i dati registrati sono frutto di osservazioni personali, pubblicazioni edite e confronti con altri territori che presentavano edifici la cui muratura era stata datata con certezza. Tuttavia, per gli studi futuri, si rendono necessarie delle analisi estensive di tutti gli elevanti campionati per affinare tipologie e datazioni.

Metodologia: dal caso particolare all'applicazione generale

Uno dei punti di forza delle metodologie digitali applicate all'archeologia è la loro versatilità; si veda, ad esempio, il caso del *database* realizzato dal dipartimento SAGAS dell'Università di Firenze per registrare i dati inerenti alle analisi stratigrafiche murarie sulla zona di Petra. Il cosiddetto "PETRAdata" è servito poi a contenere anche dati sulle strutture di altri siti e viene utilizzato per lo studio dei fenomeni oggetto di indagine da parte del dipartimento (Crescioli & Vannini, 2000). Anche il *database* costruito per lo studio in esame è espandibile e applicabile ad altri ambiti.

Dal caso studio particolare si può passare all'applicazione dei medesimi strumenti a un ambito generale. Per fare questo è necessario che i dati vengano raccolti in modo standardizzato, dati omogenei permettono infatti confronti e valutazioni altrimenti impossibili. È inevitabile che le schede con campi prestabiliti – la cui compilazione, talvolta, è aiutata da una scelta guidata attraverso *thesauri* – non possano essere esaustive e soprattutto non rispettino del tutto la soggettività di chi analizza i dati. Sebbene la categorizzazione possa essere considerata come

una perdita parziale di informazioni, va anche considerata come un passaggio necessario per registrarle in maniera omogenea (Gattiglia, 2012; Anichini et al., 2012); un buon compromesso si ottiene tramite l'implementazione di sistemi di annotazione a campo libero, che permette di aggiungere dettagli e descrizioni più soggettive ad ogni momento. Questa scelta deriva dalla necessità di condividere i risultati derivanti da riflessioni personali accanto ai i dati cosiddetti grezzi, così come sono stati raccolti, seguendo linee guida esplicite e condivise.

Open Data, accessibilità e riuso

I dati derivanti dalla ricerca archeologica sono stati registrati all'interno del *database* con l'intenzione di renderli accessibili (Arizza et. al., 2018; Gattiglia, 2009; Gattiglia, 2018; Anichini & Gattiglia, 2015a). Questo consente di disporre di Open Data che permettono non solo la condivisione delle informazioni ma anche la modifica e il riuso del frutto di una ricerca che altrimenti sarebbe destinata a rimanere a sé stante, specialmente perché condotta su un territorio che non riceve molta attenzione da un punto di vista archeologico. Inoltre, la scelta di condividere le informazioni raccolte permette di pensare preventivamente alla loro preservazione e diffusione, stimolando una riflessione che molto spesso viene tralasciata, ovvero quella riguardante il futuro dei dati (come verranno utilizzati, conservati, disseminati, ecc.).

Durante la prima fase di raccolta si analizzano i manufatti per le loro caratteristiche materiali mentre l'interpretazione di questi dati descrittivi permetterà di inserire la tecnica muraria all'interno di una sintesi storica, a scala più ampia. Alcune informazioni come dimensioni, colori, tipologie litiche, ecc. sono da considerarsi *raw data*, ovvero le componenti base del processo interpretativo; altri dati quali la cronologia e le fasi costruttive sono soggetti a un'interpretazione parziale che si presta ad essere rimessa in discussione sulla base di nuovi dati.

Per rendere riutilizzabili i dati è necessario pubblicarli associando loro una licenza CC-BY; questa consente a terzi di modificare, ottimizzare e riutilizzare i dati, anche in modo differente rispetto a quello originale – includendo lo scopo di lucro – con il solo obbligo di citare in modo adeguato la fonte originaria. Ciò consente massima diffusione e uso dei dati pubblicati.

I dati a disposizione per la ricerca e i tipi di fonti

Nel momento in cui si decide di estrapolare informazioni di qualsiasi tipo dalle fonti storiche, è bene riflettere sulla natura delle fonti stesse. Per riuscire a ottenere una lista iniziale di edifici da analizzare è stato necessario visitare i siti web dei Comuni. Partendo da notizie online è stato possibile estrapolare alcune delle informazioni necessarie ovvero il nome e talvolta l'ubicazione, tenendo presente che l'interesse del Comune è di promuovere l'edilizia storica, mettendo in risalto il patrimonio locale di maggior rilievo.

È stata indispensabile una ricerca che riguardasse la totalità della bibliografia edita. Gli studi pubblicati che riguardano le strutture superstiti datate al periodo in oggetto sono tutti a carattere prevalentemente storico artistico e dunque è stato difficile reperire informazioni di tipo strettamente archeologico. Gli edifici trattati sono soltanto quelli più rinomati o dei quali si sono preservati resti consistenti e ben visibili oggi. Anche le informazioni editate su questi ultimi non sono del tutto utilizzabili direttamente bensì necessitano di essere rielaborate e verificate. Nelle schede, la bibliografia edita è servita per lo più ad accertare alcune datazioni e a fornire le notizie di carattere storico, mentre non esistevano dati editi di carattere archeologico per i siti in questione. Rimane da verificare il dato archivistico, rimandato ad uno sviluppo futuro del progetto

I sopralluoghi sono avvenuti seguendo uno schema preciso, partendo dai comuni più vicini al centro di Biella andando verso quelli più distanti, in maniera concentrica. La scelta di utilizzare la divisione territoriale moderna, basata sulle divisioni comunali, è dovuta a

Scheda n°			
Dati anagrafici	Denominazione		
	Codice Edificio		
	Datazione		
	Localizzazione		
Dati storici	Storia dell'edificio		
Stato di conservazione			
Analisi degli elevati	Descrizione generale		
	Fasi		
	Eventuali iscrizioni		
Tecnica muraria	Codice tecnica muraria		
	Tipologia		
	Materiali impiegati	Tipo	Dimensioni
	Modi di lavorazione		
	Messa in opera		
	Leganti	Tipo	Colore
Data compilazione scheda:			

tab. 1. Scheda edificio.

due motivi: innanzitutto non esiste per il territorio biellese uno studio storico-topografico completo, ma solo qualche contributo datato; inoltre non sapendo all'inizio del progetto fin dove si sarebbe potuto arrivare si è scelto di adottare un criterio che consentisse di fermarsi in qualsiasi momento e restituire comunque dati che avessero una certa omogeneità territoriale. Durante i sopralluoghi è stata raccolta tutta la documentazione che ora si trova nel *database*. È interessante notare che durante il lavoro di schedatura è stato possibile affinare e migliorare il sistema creato. La scheda cartacea è stata pianificata all'inizio della ricerca e modificata in corso d'opera fino a raggiungere un modello che si adattasse al meglio alle esigenze della documentazione.

Organizzazione dell'archivio digitale

Durante il lavoro sul campo è stata realizzata una scheda cartacea (tab. 1) che potesse essere convertita in tabella digitale.

La scheda di edificio prevede una parte di dati anagrafici riguardanti la struttura che includono la denominazione, il codice edificio (che fa parte di un sistema ideato appositamente per la ricerca; il codice si struttura nel seguente modo: abbreviazione del nome dell'edificio stabilito in base alla sua funzione (abitazione=ABI, torre=TOR, ecc.) + un numero progressivo + abbreviazione del nome del comune di appartenenza dell'edificio (Roberto, 2018), la datazione (ricavata basandosi su studi editi e confronti con altre tecniche murarie; starà al compilatore precisare di volta in volta da quale fonte è stata ricavata la cronologia), localizzazione (in cui si riporta il comune nel quale si trova l'edificio e le indicazioni per la sua individuazione sul territorio). La sezione sui dati storici viene compilata facendo riferimento alla bibliografia edita; lo stato di conservazione consente un primo inquadramento di quella che è la condizione generale dell'edificio (per l'analisi dello stato di conservazione di dettaglio sarebbe opportuno compilare una scheda apposita che consenta di descrivere tutti gli elementi di degrado, il quadro fessurativo e altri elementi che potranno essere aggiunti nello sviluppo futuro del *database*); l'analisi degli

The screenshot shows a web-based form titled 'Edifici' with a light blue header. The form is divided into several sections:

- Tecnica muraria:** A large text area containing a detailed description of masonry techniques, mentioning 'ciottoli' (rubble) and 'laterizi' (bricks), and describing different types based on size and arrangement.
- Codice tecnica muraria:** A text box containing the code 'CL-02, CIO-03, CIO-04'.
- Fonti bibliografiche:** A text box containing a citation: 'M. Scarzella, P. Scarzella, "Castelli, ricetti e torri", Libreria V. Giovannacci, Biella, 1985, pp. 55-59.'
- Foto:** A text box containing a blue hyperlink labeled 'Castello di Benna'.
- Data compilazione sched:** A text box at the bottom right containing the date '28/02/2018'.

fig. 1. Maschera della scheda edificio.

elevati risulta essere generica e riporta le voci descrizione generale (da compilare in modo libero per avere un quadro generale di quello che ci si trova davanti), fasi (in cui si riportano quelle che sono le macrofasi visibili e chiaramente distinguibili) ed eventuali iscrizioni (in cui si riportano le iscrizioni, sia quelle incise direttamente sul manufatto che le epigrafi); questa è forse la parte più soggettiva della scheda in quanto per la sua compilazione occorre procedere con un'analisi stratigrafica che comporta un'interpretazione. Segue la sezione dedicata alle tecniche murarie; queste possono essere diverse e per ognuna vanno compilati tutti i campi relativi. In particolare, le informazioni riportate riguardano: il codice della tecnica (un codice del tipo AAA-00, in cui le prime lettere indicano la tipologia di appartenenza distinta in base al materiale utilizzato; così avremo la distinzione tra ciottoli (CIO), laterizi (LAT), pietre (PIE), laterizi e pietre (LP), ciottoli e laterizi (CL), ciottoli e pietre (CP), ciottoli, laterizi e pietre (CLP); il numero è semplicemente un numero progressivo), la tipologia (di che tipo di tecnica si tratta, riportando una descrizione generale), materiali impiegati (in cui si riportano le informazioni generali sul tipo di materiale) specificando poi le eventuali dimensioni di mattoni o conci lapidei, seguono le informazioni sui modi di lavorazione e la messa in opera; infine c'è una parte dedicata ai leganti (nella quale si riportano le osservazioni autoptiche).

Per la creazione del DB è stato utilizzato Access, programma offerto dalla suite di Microsoft. Una critica a tale scelta potrebbe essere motivata dal fatto che il *software* è proprietario; ciò rende i dati non del tutto accessibili perché gestibili solo da macchine che utilizzano il medesimo *software*. Microsoft Access è un programma largamente diffuso; inoltre è intuitivo e facilmente gestibile per chi non si occupa propriamente di informatica ma di archeologia.

La struttura

Il DB è stato organizzato in tabelle, composte da campi che riportano le voci già presenti nella scheda cartacea. Il sistema si compone di tre tabelle distinte: una relativa agli edifici che sono stati analizzati durante la ricerca, una riguardante tutti i campioni di tecniche murarie documentati e infine una dedicata esclusivamente alle tecniche inserite nell'atlante finale.

The screenshot shows a web application interface for recording masonry techniques. The title is "Tecniche Murarie". The form contains the following fields:

- ID:** A small icon next to a text box.
- Provenienza campione e Codice Edificio:** A text box containing "Castello di Verrone (CAS-20-VER)".
- Tipologia:** A dropdown menu with "A" selected.
- Foto:** A small thumbnail image of a brick and stone wall.
- Datazione:** A text box containing "XI-XIII secolo".
- Codice tecnica:** A text box containing "CIO-08".
- Materiali:** A text box containing "Ciottoli di medie dimensioni".
- Disposizione:** A text box containing "A spina pesce".
- Malta:** A text box containing "Marrone-giallastro".

fig. 2. Maschera della scheda dei campioni murari.

La tabella edifici

I campi della tabella "Edifici" (fig. 1) rispecchiano quelli della scheda cartacea e in più riportano alcune chiavi primarie necessarie alla gestione del DB e delle relazioni tra tabelle.

Il campo ID è numerico e compilato automaticamente dalla macchina nel momento in cui si aggiunge un nuovo record; il campo "Denominazione" è di tipo "testo breve", nel quale viene inserito il nome dell'edificio; "Codice edificio" è di tipo "testo breve" ed è un campo che viene compilato con un codice che fa parte del sistema ideato da chi scrive per gestire meglio i diversi edifici; "Datazione" e "Comune" sono due campi di tipo "testo breve" a libera compilazione; segue una serie di campi di tipo "testo lungo" quali "Cenni storici", "Stato di conservazione", "Descrizione generale degli elevati", "Fasi visibili", "Iscrizioni e/o decorazioni" e "Tecnica muraria" nei quali vanno inserite le informazioni richieste – di particolare rilevanza è l'ultimo di questi campi, nel quale si richiede una descrizione quanto più dettagliata possibile delle tecniche murarie che si distinguono sull'edificio e che sono riferibili al periodo preso in esame nella ricerca; il campo "Codice tecnica muraria" fa riferimento al sistema di codici realizzato in base alla suddivisione delle tipologie murarie; il campo "Foto" è un collegamento ipertestuale che rimanda direttamente alla cartella nella quale sono contenute tutte le foto realizzate durante la documentazione sul campo; infine "Fonti bibliografiche" e "Data compilazione" sono metadati utili per chi andrà a riutilizzare i dati.

La raccolta di queste informazioni ha permesso non solo di poter avere a disposizione una prima schedatura degli edifici, fonte primaria di informazioni materiali per la realizzazione dell'atlante delle tecniche, ma ha portato anche alla creazione di una catalogazione, prima inesistente, di tutta una serie di strutture che in futuro potrebbero essere analizzate in maniera più approfondita, sia da un punto di vista storico-archeologico sia per quanto riguarda lo stato di conservazione e la programmazione di eventuali interventi di restauro o di diagnostica.

La tabella campioni

Per raccogliere informazioni approfondite relative a ogni singolo campione – di 1×1 m – documentato durante la ricerca è stata realizzata un'apposita tabella (fig. 2). I campi che la compongono sono: l'ID numerico progressivo gestito automaticamente nel momento in cui viene aggiunto un nuovo record; "Provenienza campione e codice edificio", di tipo "testo breve" che riporta le informazioni riguardanti la provenienza del campione; "Materiali", "Disposizione" e "Malta" sono campi di "testo lungo" che riportano una descrizione riguardante questi elementi – basandosi su osservazioni autoptiche – e, quando possibile, le dimensioni degli elementi che compongono la muratura; "Datazione", "Codice tecnica" e "Tipologia" sono campi di "testo breve" compilati con le informazioni ricavate dallo studio del campione; il "Codice

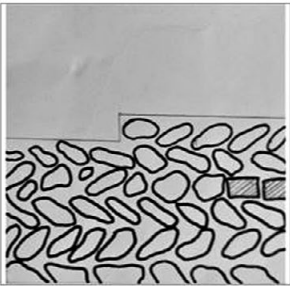
ID	<input type="text" value="1"/>	Tipologia	<input type="text" value="Tipologia A"/>	
Nome	<input type="text" value="A1"/>	Datazione	<input type="text" value="XI-XIV"/>	
Descrizione	<input type="text" value="I ciottoli sono disposti a spina pesce e ravvicinati tra loro"/>			

fig. 3. Maschera dell'atlante delle tecniche.

tecnica" si rifà al sistema di codici ideato per distinguere le murature in base al materiale, mentre la "Tipologia" fa riferimento all'atlante delle tecniche vero e proprio. Infine, un campo di tipo "allegato" consente di visualizzare la foto del campione di un metro per un metro.

In questo modo è possibile produrre sia una documentazione generica sugli edifici sia una descrizione dettagliata dei singoli campioni, tenendo in considerazione che un edificio può presentare più tecniche murarie appartenenti al periodo preso in esame. È inoltre possibile, attraverso un filtro, ricavare una selezione in cui si visualizzino tutte le tecniche riscontrate sul medesimo edificio e, viceversa, tutti gli edifici sui quali si può osservare un certo tipo di tecnica.

La tabella tecniche

La terza tabella è stata creata come atlante vero e proprio, che riassume tutte le tecniche riscontrate sul territorio in esame.

Le tecniche sono state suddivise in tipologie in base alle caratteristiche dei materiali con i quali sono state realizzate e alla disposizione degli elementi che le compongono. Per ogni tipologia sono stati elaborati dei rilievi grafici da allegare alle schede.

I campi della tabella sono: l'ID che, come nelle altre due tabelle, serve a dare una chiave univoca per la gestione dei record e delle relazioni; "Tipologia", "Nome", "Descrizione" e "Datazione" sono campi di "testo breve" nei quali si riporta la tipologia, la sottotipologia – assegnate in base alla suddivisione fatta da chi scrive per la realizzazione dell'atlante –, la datazione e la descrizione dettagliata della tecnica muraria; un campo di tipo "allegato" serve a mostrare – come maschera – il rilievo della tipologia in esame.

Questa è forse la tabella più importante in quanto risulta in un efficace atlante delle tecniche, obiettivo primario della ricerca. Anche in questo caso si può interrogare il *database* in modo da ottenere informazioni puntuali attraverso l'applicazione di filtri. È utile per cercare, ad esempio, tutte le murature realizzate in certi materiali oppure tutte le tecniche utilizzate in un certo arco cronologico.

Le maschere

Per rendere l'interfaccia del DB *user-friendly* sono state create apposite maschere che rendono la visualizzazione più agevole.

Le maschere principali sono tre (figg. 1, 3), una per ogni tabella, che riportano gli stessi campi tabellari appena descritti.

Infine, è stata creata una quarta maschera con funzione di pagina iniziale, nella quale sono stati implementati pulsanti per l'accesso diretto agli altri livelli, scegliendo tra "Edifici", "Campioni" e "Atlante tecniche".

Le relazioni

Al fine di ottenere un DB interrogabile e di collegare tra loro le diverse tabelle, sono state create delle relazioni.

Innanzitutto, è stata creata una relazione di tipo uno a molti tra i campi “Codice tecnica” delle tabelle “Edifici” e “Tecniche murarie” – il quale si riferisce alla raccolta di tutti i campioni documentati – considerando che un edificio può essere connesso a più campioni ma un singolo campione può trovarsi su un solo edificio.

Una seconda relazione collega i campi “Tipologia” delle tabelle “Tecniche murarie” e “Atlante tecniche”; la relazione è di tipo uno a molti poiché un campione può appartenere a una sola tipologia dell'atlante ma ogni tipologia può riferirsi a più campioni.

I thesauri

Il *database* è stato costruito e popolato da una sola persona; di conseguenza, inizialmente, non si è pensato di limitare la libertà di compilazione dei campi, in modo da rendere i dati più omogenei, aiutare il compilatore con suggerimenti ed evitare errori di battitura che potrebbero causare problemi nel momento in cui si fanno ricerche all'interno dei record. Per ovviare a questi problemi si è proceduto, in un secondo momento, alla realizzazione di appositi *thesauri*, le cui voci sono state ricavate da quelle utilizzate già in precedenza in maniera libera (Gattiglia, 2012).

Per la tabella “Edifici” sono stati realizzati *thesauri* per le seguenti voci: datazione, comune, stato di conservazione.

Per la tabella “Tecniche murarie” sono stati realizzati *thesauri* per le seguenti voci: datazione, tipologia.

Per la tabella “Atlante” sono stati realizzati *thesauri* per le seguenti voci: datazione, tipologia.

Gli altri campi sono stati lasciati a compilazione libera perché raccolgono tutte le informazioni che il compilatore riesce a ricavare dall'elemento materiale analizzato; inoltre, non per tutti gli edifici e per tutte le tecniche è possibile raggiungere lo stesso livello di precisione nella descrizione, perciò questi campi si prestano all'aggiunta di informazioni non categorizzate, che andrebbero altrimenti perdute.

Il campo “Stato di conservazione” della tabella “Edifici” è stato pensato come campo a compilazione guidata; in questo modo si possono, ad esempio, selezionare tutti gli edifici in cattivo stato di conservazione in vista della progettazione di lavori di consolidamento, mettendo in evidenza quali strutture necessitano di lavori urgenti. Inizialmente era stato previsto soltanto un campo di tipo “testo lungo” affinché il compilatore potesse descrivere nel dettaglio il tipo di degrado a cui l'edificio è sottoposto. In un secondo momento è stato aggiunto un campo con menu a tendina, pur mantenendo quello a compilazione libera, nel quale si possono inserire informazioni schematiche più specifiche.

Il progetto GIS

I dati così raccolti sono stati utilizzati per analisi spaziali in ambiente GIS con il *software* open source QGIS. La cartografia di riferimento è quella fornita dalla provincia; in particolare le carte del Biellese relative a: divisioni comunali, strade provinciali, emergenze isolate, idrografia ed edifici rilevati sul territorio. In tutti i casi si tratta di Open Data reperibili online e associati a una licenza CC-BY. La cartografia di riferimento più importante è quella relativa ai limiti amministrativi della Provincia di Biella. La carta dei Limiti Amministrativi è derivata dalla Carta Tecnica Regionale; per la produzione dei dati originali si rimanda al *dataset* “CTR speditiva 1:10.000” della Regione Piemonte e in particolare alla classe “Limiti amministrativi comunali”. Sul dato originale sono state svolte alcune operazioni, quali acquisizione e trasformazione in *shapefile* dei file E00 della CTR speditiva; accorpamento e sottrazione di superfici alle vecchie aree presenti su CTR; assegnazione degli attributi agli elementi geometrici. La varietà e lacunosità dei dati già esistenti relativi a limiti amministrativi, hanno indotto la ridefinizione grafica

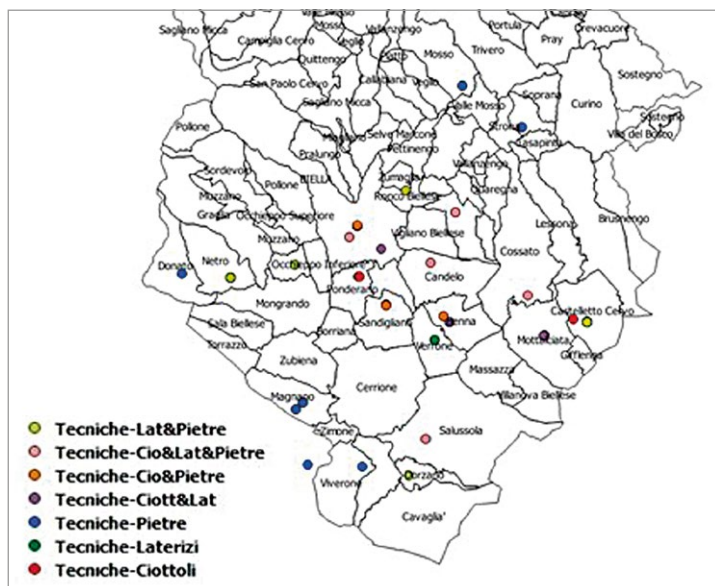


fig. 4. Mappa estratta dal GIS con la distribuzione delle tecniche murarie sul territorio biellese.

di tali limiti, il più possibile rispondente alla realtà. È stata quindi condotta un'elaborazione *ad hoc* partendo dai limiti delle particelle catastali aggiornate all'anno 2008 in coordinate Cassini-Soldner, georiferendole in UTM-WGS84, accorrandole per comune e ridefinendo manualmente tramite foto-interpretazione gli sfridi, le sovrapposizioni e le incongruenze.

Il sistema di riferimento del progetto è UTM-WGS84, mantenendo l'impostazione della cartografia di riferimento.

I layer

Dopo aver caricato in ambiente GIS la cartografia di base sono stati realizzati diversi *layer*, uno per ogni tecnica muraria (Tecniche-Lat&Pietre, Tecniche-Cio&Lat&Pietre, Tecniche-Cio&Pietre, Tecniche-Ciott&Lat, Tecniche-Pietre, Tecniche-Laterizi, Tecniche-Ciottoli) più uno relativo ai singoli edifici ("Edifici"). In particolare, si tratta di *layer* composti da geometrie puntiformi che riportano le coordinate esatte degli edifici analizzati.

Ogni *layer* è collegato a una tabella attributi che restituisce informazioni legate all'elemento analizzato. Per gli edifici, i campi della tabella attributi sono: l'ID univoco, collegato all'ID del record presente nel *database*; "Edificio" nel quale si riporta il nome; "Codice" fa riferimento al sistema di codici edificio realizzato appositamente (vedi *supra*); "Tipologia", indica di che tipo di struttura si tratta, determinata in base alla sua funzione originaria (castello, chiesa, porta, campanile, abitazione, battistero, ricetto, monastero, torre, ecc.); "Precisione" indica se il posizionamento in pianta della geometria puntiforme è preciso o meno.

Per i *layer* delle tecniche, gli attributi assegnati sono: l'ID che corrisponde all'ID del DB; "Codice" che si riferisce al codice del campione nel sistema di codici appositamente realizzato.

Grazie alla presenza dei due campi "ID" è possibile collegare i record del progetto in GIS direttamente al *database* creato in Access; in questo modo si ottiene il posizionamento geografico degli edifici e delle tecniche con un collegamento a tutte le informazioni raccolte e digitalizzate.

Il risultato finale è una carta del Biellese con tutti gli edifici posizionati geograficamente che consente di avere una visione generale del censimento. In futuro se si dovessero aggiungere altre strutture si potrà aggiornare anche il progetto GIS così da avere una carta implementabile e aggiornata.

Si è deciso di utilizzare geometrie puntiformi perché erano le più adatte allo scopo del progetto. Ciò che interessava in questa sede era soprattutto la distribuzione delle varie tipologie di tecniche.

Analisi spaziali e riflessioni sulle distribuzioni

Dopo aver posizionato in pianta tutti gli elementi analizzati si ottiene una carta interrogabile che consente di fare analisi spaziali (fig. 4).

Una prima osservazione interessante è la totale assenza di geometrie nella parte nord-occidentale della carta. Un vuoto notevole che è stato collegato a una mancanza di attestazioni nell'arco cronologico preso in esame in questa zona. Sappiamo dalle fonti documentarie (Mullatera, 1778) che il popolamento della parte N-W del Biellese inizia solo più tardi, intorno al XV-XVI secolo. Allo stesso tempo possiamo dire che proprio quella zona priva di dati dovrebbe essere oggetto di indagini più approfondite che possano confermare o smentire l'ipotesi appena esposta.

Un'altra osservazione è stata fatta sovrapponendo la cartografia relativa all'idrografia¹, scaricata dal portale della Provincia², alla carta della distribuzione delle tecniche. Dall'analisi del risultato si evince che tutte le zone di distribuzione delle tecniche che prevedono un più consistente utilizzo di ciottoli sono quelle solcate da un maggior numero di corsi d'acqua. Unito al dato, logico, che l'approvvigionamento dei ciottoli avveniva presso i greti dei fiumi, possiamo avere conferma che questo materiale era maggiormente utilizzato laddove era più facilmente accessibile mentre nelle zone meno ricche di torrenti e fiumi veniva utilizzata la pietra locale. In questo modo è possibile ricostruire, seppur parzialmente, la rete di approvvigionamento delle materie prime e riflettere sulle conoscenze tecniche ed empiriche dei costruttori, che si trovavano a maneggiare materiali molto diversi nel raggio di pochi chilometri.

Analisi statistiche

Nel caso delle tecniche murarie nel Biellese tra XI e XIV secolo sono state fatte riflessioni di tipo quantitativo e qualitativo.

Gli edifici analizzati, coprono tutte le tipologie presenti sul territorio – edifici di culto, castelli, ricetti, mura, porte urbane, edilizia residenziale – prediligendo un'indagine di tipo estensivo.

Per tutte le analisi fatte va tenuto presente che il numero di campioni registrato è sicuramente inferiore rispetto all'originaria totalità di edifici bassomedievali. Molti dati materiali sono andati perduti nel tempo sia per eventi bellici che per i cambiamenti di gusto avvenuti nei secoli XVII-XVIII, che hanno comportato l'intonacatura totale di alcuni paramenti murari.

Sette tipologie di tecniche sono state definite secondo le caratteristiche dei materiali da costruzione:

- Tipologia A: tecniche realizzate in ciottoli
- Tipologia B: tecniche realizzate in laterizi
- Tipologia C: tecniche realizzate in pietra
- Tipologia D: tecniche realizzate in ciottoli e laterizi
- Tipologia E: tecniche realizzate in ciottoli e pietre
- Tipologia F: tecniche realizzate in ciottoli, laterizi e pietre
- Tipologia G: tecniche realizzate in laterizi e pietre

Queste categorie sono state utili al fine di creare una prima distinzione; successivamente all'interno di ogni tipologia sono state riconosciute alcune sottocategorie, distinguibili in base

¹ L'idrografia è quella moderna in quanto non ci sono studi sui corsi d'acqua nel medioevo.

² <http://cartografia.provincia.biella.it/on-line/Home.html>.

alla disposizione degli elementi da costruzione. Il risultato è l'atlante delle tecniche murarie (vedi *infra*) nel quale ciascuna sottocategoria è stata analizzata e i cui dati appaiono inseriti nel *database* digitale. Per ogni tecnica è stato fatto un disegno in scala (fig. 5) – anche questi sono stati inseriti nel *database*.

Dai dati raccolti è possibile estrarre analisi di tipo statistico che riguardano diversi aspetti. Innanzitutto, si possono analizzare le tipologie di edificio suddivise in base alla destinazione d'uso, per capire quali edifici sono più presenti sul territorio. In questo caso risultano: il 42% di edifici di culto, il 28% di castelli, il 28% di strutture difensive e il 2% di edilizia abitativa. I numeri rivelano come siano gli edifici di culto a prevalere e questo non stupisce vista la loro funzione. Una buona percentuale è attribuibile a castelli e edifici difensivi quali torri, mura e ricetti. La maggior parte di questi risale ai secoli XIII-XIV, quando il Biellese fu oggetto di guerre intestine e scorrerie varie (Scarzella, 1985, 201). L'edilizia abitativa è chiaramente inferiore numericamente in quanto si tratta di edifici per lo più riutilizzati nel tempo e quindi ammodernati rispettando i gusti di epoche successive a quella della loro prima realizzazione.

Un'altra riflessione si può fare sulle tipologie murarie. Va tenuto presente che il numero di campioni è modesto e di conseguenza le percentuali possono essere considerate indice di tendenze generali ma non come prove di fenomeni certi³. Per ogni tipologia dell'atlante è stata fatta una suddivisione in base al tipo di edifici sui quali si ritrova e i risultati sono i seguenti: la tipologia A (tecniche realizzate esclusivamente in ciottoli) si ritrova per il 20% sui ricetti, per il 20% su edifici di culto e per il 60% su castelli e torri. Per la tipologia B (tecniche realizzate esclusivamente in laterizi) abbiamo il 40% su castelli e torri, il 40% su edifici di culto e il 20% sui ricetti. Per la tipologia C (tecniche realizzate esclusivamente in pietra) abbiamo l'84% su edifici di culto, il 5% su castelli e torri e l'11% sui ricetti. Per la tipologia D (tecniche realizzate in ciottoli e laterizi) troviamo il 33% di ricetti, il 33% di edifici di culto e il 33% di castelli, torri e mura. Per la tipologia E (tecniche realizzate in ciottoli e pietre) abbiamo il 67% su edifici di culto e il 33% su torri. Per la tipologia F (tecniche realizzate in ciottoli, laterizi e pietre) abbiamo il 33% di ricetti, 33% di edifici di culto e il 33% di mura e porte urbiche. Per la tipologia G (tecniche realizzate in laterizi e pietre) abbiamo il 67% su edifici di culto, il 16,5% di ricetti e il 16,5% di castelli.

Un'ulteriore analisi statistica è possibile per quanto riguarda le tecniche prevalenti per ogni periodo. In questo caso avremo le percentuali per ogni tecnica suddivise in base al secolo. Dai calcoli emergono i seguenti dati: per l'XI secolo, su un totale di 20 attestazioni, le tecniche si suddividono nel seguente modo: 30% in ciottoli, 40% in pietra, il 20% in ciottoli e laterizi, il 5% in laterizi e pietre e il 5% in ciottoli e pietre. Per il XII secolo, su un totale di 6 attestazioni, abbiamo: il 67% in ciottoli, il 16,5% in pietra e il 16,5% in ciottoli, laterizi e pietre. Per il XIII secolo, su un totale di 15 attestazioni, abbiamo: il 13% in ciottoli, il 20% in laterizi, il 40% in pietre, il 7% in ciottoli e laterizi, il 7% in ciottoli e pietre, il 13% in laterizi e pietre. Per il XIV secolo, su un totale di 26 attestazioni, abbiamo: il 12% in ciottoli, il 15% in laterizi, il 15% in pietre, il 27% in ciottoli e laterizi, il 4% in ciottoli e pietre, il 12% in laterizi e pietre, il 15% in ciottoli, laterizi e pietre.

Dai dati statistici si possono ricavare informazioni sull'utilizzo delle diverse tecniche e dei materiali impiegati. Analizzando quanto riportato sopra si possono avanzare ipotesi sia in senso diacronico sia in senso sincronico. Nel primo caso possiamo valutare il periodo col maggior numero di attestazioni per ogni tipologia. Per le tecniche in ciottoli abbiamo un numero alto nell'XI secolo con un calo progressivo fino ad arrivare alle poche attestazioni di XIV secolo; ad ogni modo questa può essere considerata come una tecnica che ha una continuità d'uso. Le tecniche in laterizi compaiono soltanto a partire dal XIII secolo, dato che è in accordo con la ripresa della produzione di mattoni, per poi aumentare nel XIV secolo. Le tecniche realizzate in pietra sono già attestate nell'XI secolo ma subiscono un calo nel XII secolo, seguito da un nuovo aumento nei secoli XIII e XIV. Anche questa tecnica, come quella in ciottoli, vede una

³ Analisi delle tecniche murarie nel Biellese sono state fatte in passato soltanto relativamente al Ricetto di Candelo e al Priorato cluniacense dei Santi Pietro e Paolo. Per approfondimenti si veda Leardi, 2015 e Destefanis, 2015.

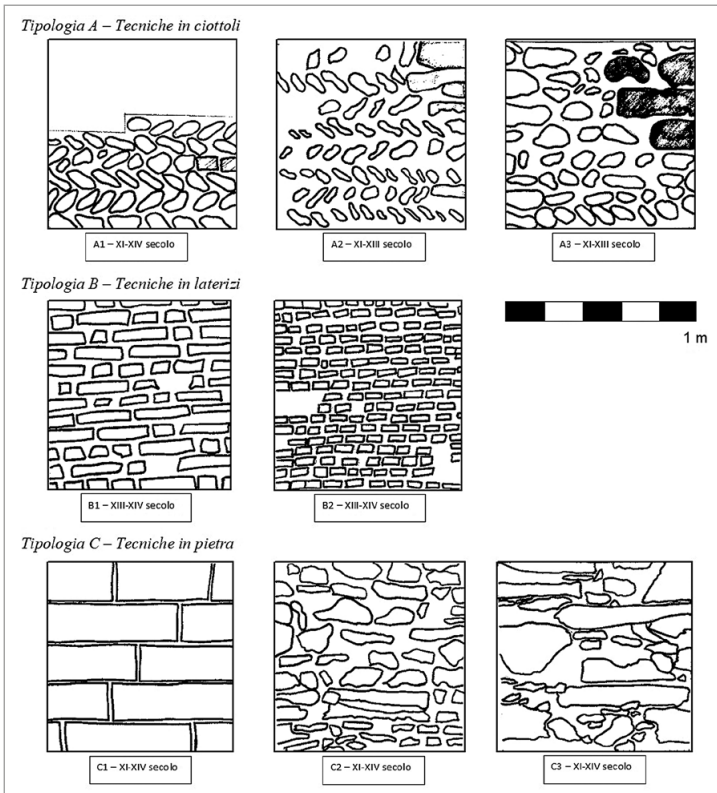


fig. 5. Esempi di tecniche dall'atlante.

continuità d'uso. Le tecniche in ciottoli e laterizi sono attestate nell'XI secolo per poi diminuire in numero durante i secoli XII e XIII, e aumentare nuovamente nel XIV secolo. Le tecniche in ciottoli e pietre vengono impiegate con costanza per tutto il periodo cronologico preso in esame ma sono sempre caratterizzate da pochissime testimonianze. Le tecniche in laterizi e pietre sono attestate a partire dal XIII secolo con un lieve aumento nel XIV secolo, dato che si collega di nuovo alla rinnovata produzione di mattoni del XIII secolo. Infine, le tecniche realizzate in ciottoli, laterizi e pietre sono attestate soltanto nel XIV secolo con una sola testimonianza di XIII secolo.

In generale, analizzando i dati sincronicamente, possiamo dire che nell'XI secolo c'è una prevalenza di tecniche realizzate esclusivamente in ciottoli o esclusivamente in pietra. Per il XII secolo prevalgono ancora le tecniche che prevedono l'utilizzo esclusivo di ciottoli. Nel XIII secolo c'è una prevalenza di tecniche realizzate esclusivamente in laterizi ed esclusivamente in pietra. Infine, per il XIV secolo sono attestate tutte le tecniche, con netta prevalenza di quelle in ciottoli e laterizi; questo è da ricollegare al fatto che questa tecnica è utilizzata per lo più nella costruzione dei ricetti, strutture che sorgono proprio durante il XIV secolo.

Per quanto riguarda un confronto diacronico possiamo prendere in analisi i campioni suddividendoli in base al tipo di edificio. Così avremo:

Castelli

- Un uso prevalente di tecniche in ciottoli per tutto l'arco cronologico compreso tra XI e XIII secolo;
- Tecniche in laterizi introdotte alla fine del XIII secolo;
- Uso di svariate tecniche nel XIV secolo, sia con uso di un solo materiale che con uso di materiali misti.

Strutture difensive

- Realizzate per lo più in ciottoli o in laterizi e pietre durante i secoli XI-XIII;
- Tra XIII e XIV secolo si nota un uso sempre abbondante di ciottoli unito ad altri materiali. In generale si osserva un uso di tutte le tipologie di tecnica riconosciute.

Edifici di culto

- Prevalenza di tecniche in ciottoli e in pietre per i secoli XI-XIII;
- Tra il XIII e il XIV secolo un aumento della varietà di tecniche utilizzate che prevedono diversi materiali.

Possiamo riassumere quanto detto nella seguente tabella:

	XI-XII	XII-XIII	XIII-XIV	XIV
Castelli	A (x1)	A (x3)	A(x1) B(x1)	B (x1) C (x1) D (x1) G (x1)
Strutture difensive	G (x1)	A (x1)	A (x2) C (x2)	A (x2) B (x1) D (x3) F (x1) G (x1)
Edifici di culto	A (x3) B (x1) C (x9) E (x2)	A (x3) G (x2)	C (x4) E (x1) G (x1)	A (x1) B (x1) C (x2) D (x1) G (x1)

tab. 2. Analisi diacronica delle tecniche suddivise per tipologia di edifici.

Dai dati grezzi all'interpretazione

Grazie ai dati raccolti è stato possibile ricavare alcune considerazioni: innanzitutto si è potuto capire come nel Biellese tra XI e XIV secolo i materiali da costruzione più utilizzati fossero i ciottoli e le pietre. I ciottoli di fiume sono il materiale più impiegato nelle zone solcate da numerosi corsi d'acqua. Nelle zone montuose è la pietra a essere utilizzata in maniera massiccia. Questo dato evidenzia un chiaro collegamento tra la geografia del territorio e i materiali edilizi.

A partire da questi dati si possono condurre altre riflessioni riguardo maestranze, committenze, trasmissione di idee e saperi; più in generale su fenomeni di tipo, culturale, sociale, economico e politico. Ad esempio, la presenza di elementi tipici delle architetture romaniche dell'area dei laghi lombarda nelle architetture biellesi ha fatto ipotizzare un collegamento tra le maestranze del Biellese e i cosiddetti *magistri comacini*. Inoltre l'assenza di lavorazione delle materie prime nella maggior parte delle architetture esaminate ha fatto pensare a maestranze locali.

Dataset digitali come supporto alla tutela e alla conservazione

Le evidenze archeologiche analizzate hanno restituito tutta una serie di informazioni importanti e hanno permesso di formulare delle prime ipotesi interpretative su aspetti di tipo storico-archeologico. Tuttavia, la raccolta e sistematizzazione dei dati tramite un sistema digitale può fornire importanti informazioni anche per quanto riguarda l'analisi delle emergenze che necessitano di restauri e ristrutturazioni.

La lista degli edifici, per ognuno dei quali conosciamo l'ubicazione esatta e lo stato di conservazione, può essere sfruttata per organizzare gli interventi, dando priorità a quelle strutture

che necessitano di lavori più urgenti. Il posizionamento geografico consente anche di pianificare gli interventi in base al contesto ambientale (ad esempio molti edifici si trovano in zone montane; questo rende difficile o impossibile l'esecuzione dei lavori nel periodo invernale). Nel *database* è già stata prevista una voce sullo "stato di conservazione" con menu a tendina e un campo di testo libero nel quale il compilatore può inserire osservazioni personali. Il passo successivo sarà la realizzazione di una scheda di vulnerabilità o di valutazione del rischio, con voci apposite. Questa dovrebbe contenere il solito ID univoco che consenta di metterla in relazione con le altre tabelle. Dovrebbe poi prevedere campi che riportino le informazioni riguardanti quali sono gli elementi sensibili della struttura, qual è stato il processo di deterioramento nel tempo, quali sono i fenomeni di deterioramento a cui la struttura è sottoposta e a che livello di gravità si presentano⁴.

La scheda di vulnerabilità può essere inserita nel *database* sia come maschera a sé stante sia come collegamento visualizzato nella tabella della scheda edificio. In questo modo l'utente può decidere cosa visualizzare, sia che gli interessi principalmente lo stato di conservazione di più edifici sia che il suo interesse per un singolo edificio lo porti a voler approfondire anche l'aspetto riguardante il degrado.

Avendo a disposizione una schedatura dettagliata, chi si occupa della tutela e della conservazione del patrimonio potrà utilizzarla come strumento per l'individuazione del tipo di degrado, organizzare le priorità e pianificare al meglio i lavori di restauro.

Conclusioni

Si è parlato in questa sede di dati inediti e che ancora oggi trovano difficilmente posto nel dibattito archeologico. Questo è dovuto al fatto che territori come il Biellese vengono considerati marginali e non vengono inseriti in progetti di studio ad ampio raggio. Eppure, ogni territorio ha qualcosa da dire e le informazioni ricavate possono aggiungere un tassello, seppur piccolo, a una storia ben più grande. In che modo collegare i dati locali a quelli regionali, nazionali, internazionali? Sicuramente un modo è quello di renderli disponibili e registrarli come dati grezzi. Il concetto di *Open Data* è da ricollegare anche a questa riflessione: i dati di una ricerca che rimangono finì a sé stessi finiscono per non essere considerati in un più vasto e articolato racconto storico. Attraverso la disseminazione, non solo i dati raccontano la storia di un territorio ma il territorio assume maggior valore grazie ai dati che ci raccontano la sua storia. Questo lavoro non vuole essere un punto di arrivo ma una base di partenza per studi futuri. Partendo da questa base di dati sarà possibile approfondire temi come quello delle maestranze e delle committenze, affiancando al dato materiale una ricerca d'archivio approfondita; si potrà portare avanti un progetto di studio specifico per i singoli edifici, che comprenda analisi stratigrafiche degli elevati; si potranno effettuare analisi di laboratorio per il riconoscimento dei litotipi e risalire così anche alle cave di approvvigionamento; studiare la viabilità medievale e inserirla nel contesto della produzione e trasporto di materia prima; risalire agli strumenti utilizzati dalle maestranze partendo dalle tracce di lavorazione; si potrà pensare a uno studio delle malte attraverso analisi di laboratorio per capirne la provenienza. Questi sono solo alcuni esempi delle potenzialità di un *dataset* archeologico sistematizzato, che funge da base di partenza e allo stesso tempo da raccoglitore delle nuove informazioni.

Bibliografia

- Anichini, F., Fabiani, F., Gattiglia, G. & Gualandi, M.L. (2012). Un database per la registrazione e l'analisi dei dati archeologici. In *MapPapers 1-II*, 1-20.
- Anichini, F. & Gattiglia, G. (2015). Verso la rivoluzione. Dall'Open Access all'Open Data: la pubblicazione aperta in archeologia. *European Journal of Post Classical Archaeology*, 5, 298-326.

⁴ Un esempio di scheda di valutazione della vulnerabilità è presentato nel volume di Marino.

- Anichini, F. & Gattiglia, G. (2015a). Sexy data: come innamorarsi dei dati aperti. In Dal Maso, C., Ripanti, F. (eds), *Archeostorie* (pp. 97-103). Cisalpino.
- Arizza, M., Boi V., Caravale, A., Palombini, A & Piergrossi, A. (2018). I dati archeologici: accessibilità, proprietà, disseminazione. *Archeologia e calcolatori*, 29, 9-12.
- Bianchi, G. (1996). Trasmissione dei saperi tecnici e analisi dei procedimenti costruttivi. *Archeologia dell'Architettura*, 1, 53-64.
- Brogio, G.P. & Cagnana, A. (2012). *Archeologia dell'architettura. Metodi e interpretazioni*. All'Insegna del Giglio.
- Brogio, G.P. (2017). Quantificare in architettura. Un'introduzione. *Archeologia dell'Architettura*, 22, 9-12.
- Cagnana, A. (2000), *Archeologia dei materiali da costruzione*. SAP Società Archeologica S.r.l.
- Crescioli, M. & Vannini, G. (2000). Petra: un sistema integrato per la gestione dei dati archeologici. *Archeologia e calcolatori*, 11, 49-67.
- Della Torre, S. (1996). La storia delle tecniche murarie e il dibattito sui rapporti tra storia e tutela dell'architettura. *Archeologia dell'Architettura*, 1, 151-153.
- Destefanis, E. (a cura di) (2015). *Il priorato cluniacense dei Santi Pietro e Paolo a Castelletto Cervo: Scavi e ricerche 2006-2014*. All'Insegna del Giglio.
- Ferrando Cabona, I. (1998). Problemi di datazione in archeologia dell'architettura. *Archeologia dell'Architettura*, 3, 75-80.
- Gattiglia, G. (2009). Open digital archives in archeologia. Good practice. *Archeologia e calcolatori, supplemento 2*, 49-63.
- Gattiglia, G. (2012). La struttura informatica di archiviazione. In Anichini F., Fabiani F., Gattiglia G., Gualandi M.L. (a cura di), *MAPPa. Metodologie Applicate alla Predittività del Potenziale Archeologico*, vol. 1, Roma.
- Gattiglia, G. (2015). Think big about data: Archaeology and the Big Data challenge, *Archäologische*, 38, 113-124.
- Gattiglia, G. (2018). La maternità e la paternità del dato archeologico. L'esempio del MOD (Mappa Open Data). *Archeologia e calcolatori*, 29, 51-58.
- Leardi, S. (2015), *Il ricetto di Candelo e la problematica dei ricetti nell'ambito del popolamento medievale del Piemonte Orientale: un approccio archeologico*. Tesi di dottorato in Storia antica e Archeologia, Università Ca' Foscari di Venezia.
- Marino, L. (2019). *Il restauro dei siti archeologici e manufatti edili allo stato di rudere*. Dipartimento di Architettura (Firenze).
- Mannoni, T. (1983). Vie e mezzi di comunicazione. *Archeologia Medievale*, 10, 213-222.
- Mannoni, T. (1984). Metodi di datazione dell'edilizia storica. *Archeologia Medievale*, 11, 396-403.
- Mannoni, T. (1997). Atlante dei tipi costruttivi murari dell'Italia settentrionale. In Guccione, M., David, R.P. (Ed.), *La protezione del patrimonio culturale. La questione sismica. Norme, progetto, restauro*. Gangemi Editore.
- Mannoni, T. (1997a). Il problema complesso delle murature storiche in pietra. *Archeologia dell'Architettura*, 2, 15-24.
- Mannoni, T. (2005). Archeologia della produzione architettonica. Le tecniche costruttive. *Archeologia dell'Architettura*, 4, 11-19.
- Mannoni, T. & Milanese, M. (1988). Mensiocronologia. In Francovich, R., Parenti, R. (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti*. All'Insegna del Giglio, pp. 383-402.
- Mullatera, G.T. (1778). *Memorie cronologiche e corografiche della città di Biella*. Antonio Cajani Impressore Vescovile, dell'Illustrissima Città e Regia Intendenza.
- Romano, G. (Ed.) (1994). *Piemonte romanico*, Fondazione crt.
- Scarzella, M. & Scarzella, P. (1985). *Immagini del vecchio biellese: castelli, ricetti e torri*, Libreria Giovannacci.
- Sciolla, G.C. (1980). *Il biellese dal medioevo all'Ottocento. Artisti, committenti, cantieri*. Istituto Bancario San Paolo di Torino.
- Tosco, C. (2010). Interpretare le architetture: il dialogo tra l'archeologia e la storia. *Archeologia dell'Architettura*, 15, 211.
- Tosco, C. (2012). I muri del romanico: un esame delle fonti dell'XI secolo. *Archeologia dell'Architettura*, 17, 70-79.