



Historical Defensive Architecture in Southern Sardinia. Chrono-typological Classification of Masonries (12th-15th Century)

Valentina Pintus
valentinapintus@unica.it

The study presented is part of the research project Traditional building techniques: from knowledge to conservation and performance improvement, carried out by the Restoration chair at the School of Architecture of Cagliari over the last decade. The purpose is studying the masonry techniques of historical defensive architectures in Sardinia for their knowledge, conservation, and promotion. The absence of studies aimed at dating both monumental and minor historical architectures in Sardinia led us to begin our research with the analysis of fortified medieval system in the south Sardinia (12th-15th cent.). This system was chosen because of its rather precarious condition, which greatly facilitates the analysis of masonry structures, both in elevation and in sections. Furthermore, defensive architectures are generally philologically dated and may therefore represent a benchmark for dating other architectures, particularly 'minor' structures, which are otherwise difficult to be placed chronologically. The research is based on a multidisciplinary approach that includes the representation of historical architecture, the architectural history, the stratigraphy of the masonries and analysis techniques. From a construction point of view, the dimensions and materials used are also being investigated, with particular attention to the mineralogical and petrographic characteristics of the components. Following the collection of data through archaeometric and other investigations, management of the data plays a key role in the definition of chronological classes for similar construction techniques.

Architettura fortificata nella Sardegna meridionale. Cronotipologia delle strutture murarie (XII-XV sec.)

Valentina Pintus

Nel panorama nazionale sono ormai sempre più numerosi gli studi volti a definire protocolli operativi specifici per la tutela del patrimonio architettonico, basati sulla comprensione storica, tecnica e materica dell'architettura del passato. La ricerca qui sinteticamente presentata è parte di uno studio più ampio sulle tecniche costruttive tradizionali in Sardegna, che ha l'obiettivo, attraverso specifici e innovativi protocolli di conoscenza, di facilitare la datazione dell'architettura storica locale¹. La disamina della letteratura esistente mostra un panorama bibliografico vivace ed eterogeneo², tendenzialmente settoriale e con limitati approcci interdisciplinari, per lo più incentrato su studi storico-architettonici o tipologici³.

1. Il contributo presenta una sintesi tematica della tesi di dottorato in Tecnologie per la Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali (XXVIII ciclo) dal titolo Architettura fortificata nel Sud Sardegna. Cronotipologia delle strutture murarie (XII-XV sec.), condotta da chi scrive sotto la supervisione di Caterina Giannattasio e Silvana Maria Grillo (PINTUS 2017). Si precisa che l'impianto della ricerca è maturato congiuntamente con Caterina Giannattasio (a questo proposito si veda GIANNATTASIO, PINTUS 2015). Nel saggio qui presentato, rispetto a quello appena citato, pur restando invariato l'approccio metodologico, si propone una visione più completa del quadro storico, si effettuano precisazioni cronotipologiche e si illustrano approfondimenti sugli aspetti materici, condotti dalla scrivente con il supporto di Silvana Maria Grillo.

2. GIANNATTASIO 2008.

3. In particolare si vedano: SCANO 1907; SCANO 1908; DAY 1973; POISSON 1976; DAY 1981; POISSON 1983; POISSON 1988; POISSON 1989; POISSON 1990; POISSON 1992; CORONEO 1993; MOSSA 1994; SEGNI PULVIRENTI, SARI 1994; POISSON

Sono ancora poco diffusi, inoltre, gli studi che si focalizzano sugli aspetti tecnico-costruttivi e sulle problematiche inerenti alla datazione di tali strutture⁴.

Nello specifico, lo studio in oggetto è incentrato sulle tecniche costruttive murarie impiegate tra il XII e il XV secolo per l'edificazione del sistema difensivo della parte meridionale dell'isola⁵. L'obiettivo principale, coerentemente con la più vasta ricerca in cui si inquadra⁶, è la costruzione di un atlante cronotipologico delle tecniche costruttive murarie storiche locali, funzionale, oltre che alla salvaguardia e alla valorizzazione delle strutture indagate⁷, anche a agevolare il riconoscimento e la datazione di strutture coeve che, per ragioni legate perlopiù alla continuità d'uso e alle conseguenti modificazioni subite, oltre che alla mancanza di riferimenti certi sulla costruzione, non possono essere facilmente ricondotte a una precisa definizione cronologica. In tal senso, come dimostrano anche le ricerche condotte a livello nazionale⁸, le strutture fortificate costituiscono un buon campo di applicazione e di verifica per le indagini cronotipologiche e sono molto efficaci per confronti con fabbriche ricadenti nel medesimo areale geografico e riferibili allo

1995; MELONI, SIMBULA 1996; FRULIO 2000; CADINU 2001; FRULIO 2001; CHIRRA 2002; FRULIO 2002; CHIRRA 2003; DEIANA 2003; FRULIO 2003; GRIECO 2004; MILANESE 2002; CORONEO 2002; BILLECI, GIZZI, SCUDINO 2006; FRULIO 2007; RASSU 2007; RASSU 2008; RASSU, SERRA 2008; BILLECI, GIZZI 2010; MILANESE 2010a; MILANESE 2010b; SALVI, GARBI 2010; FOIS 2012; SODDU 2013; BILLECI, SCUDINO, ZINI 2015; MILANESE 2015; SODDU 2015.

4. In particolare si rimanda al contributo di Maria Giovanna Putzu sulle tecniche costruttive medievali in Sardegna (PUTZU 2015). Si segnalano, inoltre, i recenti studi sulle torri costiere (GIANNATTASIO, GRILLO, MURRU 2017) e sui complessi religiosi (GIANNATTASIO, PINTUS 2013; FIORINO, GIANNATTASIO, GRILLO 2015; URGU 2015; FIORINO, GRILLO, PILIA 2016; GIANNATTASIO, GRILLO, PINTUS 2016; MURRU 2016; URGU 2016; BAGNOLO, FIORINO, GRILLO, SCHIRRU 2017; PINTUS 2017; PIRISINO 2017a). Gli studi sull'edilizia diffusa, invece, sono finora orientati prevalentemente all'analisi tipologica, alla conoscenza delle configurazioni originarie e alle dinamiche evolutive, tra cui si segnalano ATZENI, SANNA 2009; CUBONI, SANNA 2009; ORTU, SANNA 2009.

5. Sullo stesso tema, in riferimento alla Sardegna settentrionale si vedano PIRISINO 2017a e PIRISINO 2017b.

6. Lo studio sta proseguendo, inoltre, nell'ambito della ricerca dal titolo *Tecniche murarie tradizionali: conoscenza per la conservazione e il miglioramento prestazionale* condotta dalla cattedra di Restauro della Facoltà di Ingegneria e Architettura dell'Università degli Studi di Cagliari, finanziato con Legge Regionale 7 agosto 2007, n. 7 (annualità 2013), sotto la responsabilità scientifica di Caterina Giannattasio.

7. Come scrive Tiziano Mannoni, «Una buona conoscenza di strutture e materiali storici permette una conservazione meno distruttiva, più durevole e spesso anche meno costosa» (MANNONI 1990, p. 290). La letteratura di settore da tempo insiste sulla necessità di una conoscenza approfondita delle tecniche costruttive tradizionali per una più corretta prassi degli interventi di conservazione. Oltre ai contributi più recenti, riportati di seguito nella nota 10, se ne segnalano alcuni che, seppur datati, si considerano imprescindibili per gli indirizzi metodologici che suggeriscono, quali: TORRACA 1976; TORRACA 1982; DELLA TORRE 1996; TRECCANI 1996.

8. In particolare, si veda quanto spiegato in D'APRILE 2001 e in FIORILLO, PEDUTO 2003 e di quest'ultimo volume i contributi della sezione 2, dal titolo *Storia e archeologia: Dinamiche di controllo e trasformazione del territorio*.

stesso periodo.

Nel caso della Sardegna, lo stato di abbandono in cui versa buona parte dei manufatti in esame che tra il XII e il XV secolo hanno configurato il sistema difensivo locale li rende particolarmente interessanti per l'applicazione della metodologia di indagine proposta. Tale fenomeno, infatti, ha garantito la permanenza dei materiali autentici, ha spesso preservato le strutture dalle trasformazioni derivanti da esigenze d'uso e, infine, ha agevolato la ricognizione puntuale delle tecniche di costruzione, altrimenti scarsamente rilevabili, soprattutto nella loro composizione interna.

Nel caso in esame, castelli, cinte murarie e borghi fortificati sono stati analizzati per areali geografici coincidenti con i territori degli storici Giudicati, e nello specifico con quelli di Cagliari e Arborea, in corrispondenza del settore meridionale dell'isola (fig. 1). La formazione, l'evoluzione e la scomparsa di tali realtà giuridiche, tra l'XI e il XV secolo, nell'ambito delle complesse e articolate dinamiche politiche e commerciali dell'areale mediterraneo, si traduce, di fatto, nella composizione di un sistema difensivo dai caratteri spiccatamente autoctoni. Esso è stato continuamente aggiornato anche con l'inserimento di elementi architettonici e con l'uso di tecniche e linguaggi propri delle varie culture susseguitesesi nei secoli, pisane e genovesi prima, e aragonesi-catalane poi. Il sistema sardo, dunque, è caratterizzato da una generale eterogeneità di forme e tipi, che rispecchia in modo emblematico le vicende politiche e militari intercorse nel contesto di riferimento.

Il percorso metodologico, basato su un approccio di tipo transdisciplinare⁹, è stato inizialmente definito sulla scorta di analoghe ricerche condotte in ambito nazionale¹⁰ e conseguentemente

9. Il concetto di transdisciplinarietà, come è noto, è relativamente recente: è definito per la prima volta nel 1970 dallo psicologo svizzero Jean Piaget, durante un seminario internazionale. Tale definizione si evolve grazie al contributo del fisico teorico Basarab Nicolescu che, nel 1985, introduce il concetto di "oltre le discipline" (MARZOCCA 2014). Nel 1998 l'UNESCO afferma che «Transdisciplinarity is the "intellectual space" where the nature of the manifold links among isolated issues can be explored and unveiled, the space where issues are rethought, alternatives reconsidered, and interrelations revealed» (UNESCO, Division of Philosophy and Ethics, 1998). Per quanto concerne lo studio delle architetture storiche si propone l'interessante punto di vista di Gian Giacomo Ortu: «La ricostruzione e ri-creazione del contesto storico di un'opera – in riferimento al tempo storico d'origine e al tempo storico di durata – è operazione sempre complessa, che comporta la collaborazione di studiosi forniti di altre e diverse competenze – di carattere archeologico, storico, antropologico, economico, semiologico, estetico, etc. – atte nel loro insieme a ricomporre e ricreare appunto i contesti di vita di un passato più o meno distante dal presente» (ORTU 2010). Per quanto attiene specificatamente l'ambito del restauro si veda FIORINO 2017.

10. Tra i più importanti e noti si ricordano MANNONI 1976; MANNONI 1984; DELLA TORRE 1996; DELLA TORRE, MANNONI, PRACCHI 1996; FIORANI 1996a; FIORANI 1996b; FIENGO, GUERRIERO 1999; D'APRILE 2001; MANFREDI 2003; FIORANI 2005; FIORANI, ESPOSITO 2005; GUERRIERO 2005; DE MEO 2006; CHIOVELLI 2007; BOATO, DECREI 2008; D'APRILE 2008; PRACCHI 2008; FIENGO 2009; FIENGO, GUERRIERO 2009; VARAGNOLI 2009a; VARAGNOLI 2009b; VASSALLO 2009; VINARDI 2009; MONTELLI 2011; MENGALI 2015.



Figura 1. La Sardegna suddivisa in due areali di studio, delimitati seguendo i limiti degli antichi Giudicati. L'areale a sud, oggetto della presente ricerca, è definito secondo i confini degli antichi Giudicati di Cagliari e Arborea. Sono rappresentati gli episodi architettonici facenti parte del primo elenco di casi studio redatto sulla scorta di quanto riportato nei principali riferimenti bibliografici: CARTA-RASPI 1933, CASULA 1980, FOIS 1992 e RASSU 2007. I 46 siti della mappa sono stati oggetto di sopralluoghi atti a verificarne la consistenza e l'esatta dislocazione di ciascuno di essi. Giudicato di Cagliari: i borghi fortificati di Bon Ayre (1), Castel di Castro (2), Santa Igia (3) e castello di San Michele (4) a Cagliari, Santisconata (5) a Domus de Maria, i castelli di Tului (6) a Giba, di Salvaterra (7) e annesso borgo di Villa di Chiesa (8) a Iglesias, castelli di Medusa (9) a Lotzorai, di Baratuli (10) a Monastir; Cuccuru 'e Casteddu (11) a Pula, castelli di Palmas (12) a San Giovanni Suergiu, di Sanluri (13), Castro a Sant'Antioco (14), Rocca Su Casteddu (15) a Segariu, castello (16) e borgo (17) di Acquafredda a Siliqua, Orguglioso (18) a Silius, di Gioiosaguardia (19) a Villamassargia, di Gibas (20), di Malvicino (21) e di Quirra (22) a Villaputzu, Siviller (23) a Villasor. Giudicato di Arborea: castelli di Barumele (24) ad Ales, di Arcuentu (25) ad Arbus, di Mar'e Pontis (26) a Cabras, Casteddu Etzu (27) a Fordongianus, Donjon (28) a Ghilarza, torre aragonese (29) a Guspini, castelli Aymerich (30) a Laconi, di Marmilla (31) a Las Plassas, di Serla (32) a Norbello, di Gulana (33) a Olzai, dei Giudici (34), torri di Portixedda (35) e di Mariano (36) e mura del borgo (37) a Oristano, castelli di Medusa (38) a Samugheo, di Monreale (39) e annesso borgo (40) a Sardara, torre medievale (41) a Senis, castelli di Barigadu (42) a Sorradile, di Uras (43), di Murgunulis a Usellus (44), Cuccuru Casteddu a Villamar (45). Giudicato di Torres: castello di Montiferru (46) a Cuglieri. Quest'ultimo, seppur facente parte del Giudicato di Torres, è stato incluso tra i casi studio in funzione di un confronto con il suo areale culturale di riferimento. I pallini neri rappresentano la configurazione del coevo sistema difensivo nell'areale settentrionale (elaborazione V. Pintus).

modulato in relazione alle peculiarità del sistema locale. Con riferimento a quest'ultimo è stata effettuata, preliminarmente, una ricognizione delle fonti archivistiche, bibliografiche e manualistiche, iconografiche e grafiche, volta a comprendere il fenomeno dell'incastellamento autoctono nella sua globalità. Ciò ha consentito di prendere coscienza delle criticità e dei limiti legati alla scarsità di specifiche attestazioni documentarie sulle vicende costruttive dei singoli manufatti. Lacuna, questa, che, seppur frequente nel panorama nazionale per il periodo in esame, per la Sardegna risulta essere ancora più significativa: infatti, le datazioni finora acquisite dalla letteratura, prevalentemente derivanti da studi di tipo archeologico e storico, seppure accurati, nella maggior parte dei casi si riferiscono a *range* molto ampi, anche coincidenti con un intero secolo. Alla luce di tale dato, gli studi mensiocronologici acquisiscono ancora più importanza, pur nella consapevolezza che, non essendovi circoscritte datazioni, né tantomeno, come già evidenziato, sufficienti investigazioni per validi confronti, i risultati conoscitivi sono certamente perfettibili, sulla scorta di una campionatura progressivamente più estesa.

Conseguentemente all'analisi preliminare sul sistema, per l'areale indagato, si sono individuati quarantasei presidi difensivi, oggetto di sopralluoghi che hanno consentito di selezionare ventisei casi studio, scelti in relazione alle condizioni dello stato attuale. Su questi ultimi è stata condotta una prima campagna di rilievi (fotografici e metrici), i cui risultati sono stati fondamentali per la redazione di schematizzazioni stratigrafiche degli elevati¹¹, attraverso le quali si è proceduto, inizialmente, all'individuazione delle strutture della fase di primo impianto e, conseguentemente, alla selezione dei paramenti murari da indagare.

Sulla scorta di tali considerazioni, infatti, si sono individuate le murature per le quali si è poi effettuato il rilievo di campioni: esse sono state scelte in relazione al maggior grado di 'rappresentatività' della fase costruttiva di fondazione e, dunque, al minor livello di 'contaminazione'. In funzione di ciò, si è prestata particolare attenzione alle fasi di trasformazione e di ampliamento e, soprattutto, all'individuazione delle aree oggetto dei più recenti interventi di ricostruzione, restauro e consolidamento. A questo proposito va precisato che, per la scelta dei campioni, è risultata fondamentale la consultazione dell'archivio fotografico della Soprintendenza

11. Nella maggior parte dei casi studio è stata effettuata una stratigrafia schematica degli elevati. Trattandosi, infatti, di palinsesti murari non particolarmente complessi, spesso riconducibili a un'unica fase, si è ritenuto scientificamente lecito non avvalersi delle complesse procedure convenzionali, così come definite dalla letteratura di settore, in quanto i risultati che ne sarebbero derivati avrebbero travalicato gli obiettivi della ricerca stessa. D'altra parte, come afferma anche Gian Pietro Brogiolo, seppure nello studio delle tecniche costruttive le considerazioni stratigrafiche costituiscano i fondamenti di base per l'analisi del costruito con finalità cronologiche, è comunque possibile prescindere dall'analisi stratigrafica in senso stretto qualora le strutture indagate non pongano particolari problemi interpretativi (BROGILO 1996, pp. 11-15).

per i Beni Architettonici, Paesaggistici, Storici, Artistici ed Etnoantropologici di Cagliari e Oristano, nel quale sono conservati i fascicoli relativi a quasi tutti i manufatti indagati. In essi, infatti, sono raccolte le fotografie scattate in occasione dei sopralluoghi condotti dai funzionari per la verifica delle condizioni in cui i siti versavano, attestando lo stato dei luoghi precedente, contestuale e successivo alle campagne di scavo o di restauro realizzate dalla Soprintendenza stessa, talvolta in collaborazione con quella per i Beni Archeologici.

Il confronto tra la documentazione acquisita e lo stato attuale ha consentito di valutare il livello di rimaneggiamento dei manufatti in esame e di orientare una più consapevole selezione dei tratti murari da investigare¹² (figg. 2a-d); i campioni murari analizzati sono più di cento, e per ogni caso studio ne sono stati rilevati almeno due¹³.

Infine, si è provveduto all'individuazione dei punti di prelevamento del materiale lapideo – naturale o artificiale – finalizzato alle indagini diagnostico-conoscitive minero-petrografiche.

La mole di informazioni raccolta è stata sistematizzata e confrontata mediante la predisposizione di schede analitiche e tavole tematiche, a seguito della costruzione di un sistema catalografico che ha tenuto conto delle preesistenti banche dati sviluppate sia a livello locale che nazionale. I dati raccolti sono stati relazionati mediante l'impiego di moderne tecnologie di riproduzione, archiviazione e divulgazione, che hanno consentito una più agevole costruzione ed estrapolazione dei modelli cronotipologici.

Per sviluppare il protocollo operativo è stato fondamentale il supporto di strumenti informatici e digitali, che hanno consentito il superamento di alcune problematiche legate alle peculiarità dei casi studio e alle esigenze di natura transdisciplinare su cui si basa il processo conoscitivo generale. Ad esempio, il rilievo è stato condotto applicando sistematicamente la fotomodellazione¹⁴, che

12. A questo proposito si segnala che gli interventi di consolidamento sulle murature sono stati condotti con modalità ed esiti molto diversi: talvolta hanno previsto la reintegrazione della malta, sia di allettamento che dei giunti verticali, in altri casi la sostituzione degli elementi lapidei particolarmente erosi o la reintegrazione parziale dei tratti murari disconnessi, oppure, ancora, la ricostruzione di interi setti murari. Con specifico riferimento a questi ultimi, essi sono stati effettuati con approcci diversi dal punto di vista quantitativo e formale. Alcuni mostrano intenti di mimesi e mascheramento, altri risultano vagamente imitativi, altri ancora provano a distinguersi dalla componente storica con l'impiego di materiali differenti e con l'esecuzione di apparecchiature e tessiture discordanti o di ricostruzioni in sottosquadro.

13. Nei casi in cui sia emerso un elevato grado di incertezza circa l'individuazione delle fasi cronologiche, si è analizzato un numero maggiore di tratti murari, al fine di giungere, attraverso il loro confronto, alla selezione di campioni effettivamente validi per ciascun momento costruttivo, distinguendo quelli riferibili a successive trasformazioni da quelli della fase di primo impianto.

14. Com'è noto, la fotomodellazione è una tecnologia digitale che permette la modellazione tridimensionale di un oggetto, rilevato con semplici immagini *raster*. Il risultato è un modello 3D, ottenuto attraverso un processo che presenta un



Figure 2a-d. Fonti indirette e architetture a confronto. In alto, da sinistra: a. Las Plassas, castello di Marmilla. Stato dei luoghi al 1994 (Soprintendenza BAAPSAE, Archivio Fotografico, Las Plassas, Castello della Marmilla, Rest. 1994, C-12216. Cinus - luglio 1994); b. Il castello nel 2014 (b) (foto V. Pintus). Sotto: c. Ales, castello di Barumele, torre circolare. Stato dei luoghi al 1986 (Soprintendenza BAAPSAE, Archivio Fotografico, Ales, Castello Barumele, 28644 - Pinna - ottobre 1986); d. Il castello nel 2014 (foto V. Pintus).

consente di creare un modello 3D a partire da un set di immagini fotografiche, scattate secondo specifiche strategie di presa e adeguate caratteristiche qualitative. Ciò ha agevolato il rilievo architettonico dei manufatti, in quanto si è potuto operare anche in condizioni di elevata criticità, legate alla posizione disagiata delle strutture da indagare.

Nello specifico, si è ottenuta una ricostruzione 3D dello stato di fatto, anche in piena autonomia, con un ottimale livello di dettaglio e di precisione¹⁵ (figg. 3a-d). Più raramente è stato possibile procedere al rilievo mediante Laser Scanner 3D, che, come è noto, presenta maggiori problematiche nella effettuazione del rilievo dal punto di vista operativo, oltre che per la necessità di tempistiche maggiori in fase di processamento dei dati acquisiti¹⁶.

Un altro strumento operativo fondamentale è stato il GIS, attraverso il quale è stato possibile ricostruire sia il sistema difensivo, in scala architettonica, sia il panorama delle tecniche costruttive murarie.

I due sistemi sono stati analizzati secondo prospettive territoriali sincroniche e diacroniche, capaci di correlare aspetti afferenti a ambiti disciplinari tradizionalmente disgiunti¹⁷ (fig. 4).

alto grado di automatizzazione. Il successo di questa tecnica è da ricercare, non solo nella rapidità e facilità di elaborazione dei dati acquisiti e nella qualità del risultato finale, ma anche nell'economicità degli strumenti impiegati (per un'efficace sintesi sui fondamenti scientifici e i metodi della fotomodellazione si veda DE LUCA 2011). Per il processamento dei dati, invece, si è scelto di usare Agisoft Photoscan, seppure esistono altri software dedicati alla fotomodellazione di tipo *open source* e *freeware*. Sulla fotomodellazione con software *freeware* si veda FILIPPUCCI 2010.

15. In molti casi sarebbe stato impossibile procedere al dimensionamento delle strutture indagate, soprattutto in riferimento alle altezze, così come correlare interni ed esterni, a causa delle condizioni ostiche dei siti e dell'elevato grado di rudereizzazione dei manufatti. Proprio in riferimento a queste problematiche, si sottolinea, inoltre, come tale tecnologia abbia consentito di perfezionare il rilievo inserendo informazioni acquisite in momenti diversi, anche a distanza di molti mesi.

16. Ciò è strettamente connesso alla necessità di dover condurre il rilievo con la collaborazione di altri operatori, oltre che alle caratteristiche degli strumenti di cui si dispone, ingombranti e difficilmente trasportabili e utilizzabili solo in condizioni non particolarmente compromesse. Si deve precisare, però, che i modelli di ultima generazione consentono di superare questi limiti. In generale, il rilievo mediante laser consente eccellenti livelli di accuratezza e di velocità di acquisizione. Il prodotto della scansione è una 'nuvola di punti' ad altissima densità che descrive con estremo dettaglio la superficie dell'oggetto rilevato. Nel dettaglio, il rilievo strumentale è stato condotto con il supporto tecnico e operativo del LabMAST-URRM afferente al DICAAR dell'Università di Cagliari, responsabile scientifico Antonio M. Cazzani, responsabile operativo Valentina Pintus.

17. Il database è stato convertito in WebGIS, mediante risorse *open source*. Tale lavoro è stato curato da chi scrive in collaborazione con Donatella Rita Fiorino, Giuseppina Vacca e Davide Pili (si vedano FIORINO, PILI, PINTUS, VACCA 2017 e FIORINO, PINTUS, VACCA 2017).

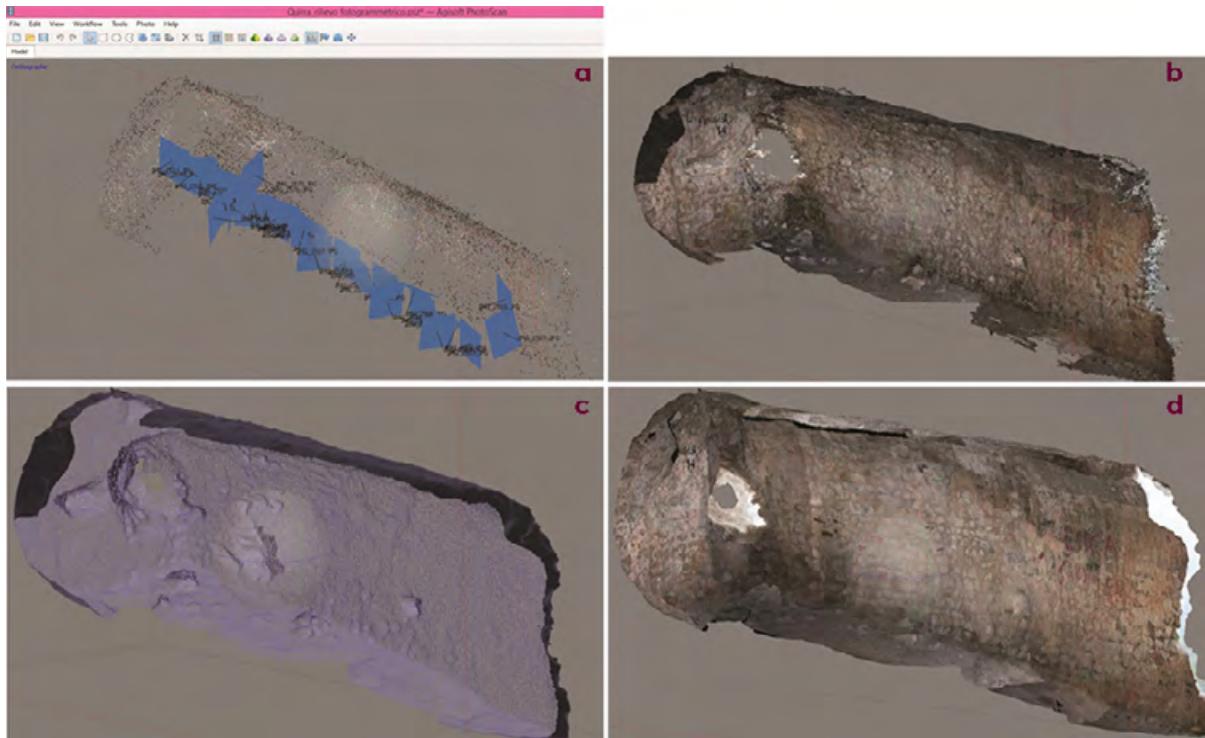


Figura 3. Il processing dei dati per la fotomodellazione: a. caricamento e allineamento delle immagini per la creazione della *sparse cloud*. I rettangoli blu rappresentano le fotografie e la loro posizione relativa nello spazio; b. creazione della *dense cloud*. Il risultato di questa fase non è ancora il modello 3D, ma una nuvola di punti più densa rispetto alla precedente; c. creazione della *mesh*; d. texturizzazione della superficie del modello 3D.



TECNICHE MURARIE TRADIZIONALI

Conoscenza per la conservazione e il miglioramento prestazionale



Copyright © Università degli studi di Cagliari



DICAAR

Progetto Finanziato con i fondi della LEGGE REGIONALE 7 AGOSTO 2007, N. 7: "PROMOZIONE DELLA RICERCA SCIENTIFICA E DELL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA IN SARDEGNA"



UNIONE EUROPEA



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDEGNA RICERCA

Figura 4. Homepage del WebGIS *Tecniche costruttive murarie tradizionali*. *Conoscenza per la conservazione e il miglioramento prestazionale*. La maschera consente l'accesso alle differenti sezioni per l'inserimento di nuovi record e la visualizzazione o la modifica dei dati inseriti relativi al patrimonio censito.

1. Il sistema difensivo medievale in Sardegna tra il XII e il XV secolo

1.1. Aspetti storici

La nascita e l'evoluzione del sistema difensivo medievale sardo sono stati fortemente condizionati dal fenomeno dell'incastellamento, quale attestazione fisica dell'assetto politico e amministrativo¹⁸. Esso si è progressivamente delineato con la compresenza, sul territorio, di diversi poteri: quelli dei giudici di Cagliari, Arborea, Torres e Gallura, delle città marinare di Pisa e Genova – con le potenti famiglie signorili di Donoratico, Massa, Visconti, Malaspina e Doria – e della Corona d'Aragona (figg. 5a-d). La ricerca condotta ha consentito di definire le progressive trasformazioni della configurazione difensiva in relazione alle vicende politiche.

Il sistema giudiciale si è attestato prevalentemente lungo il confine tra il Giudicato di Arborea e quello di Cagliari, il quale si delinea da sud-ovest verso nord-est. Tali presidi sono stati oggetto di continue conquiste e il loro controllo è passato alternativamente sotto l'uno o l'altro Giudicato, seguendo le numerose modifiche dei confini. Il Giudicato di Arborea delimita il proprio territorio anche nel versante settentrionale, in corrispondenza del confine con quello di Torres, di cui, però, già nel tredicesimo secolo, si anetterà parte del territorio a seguito dello smembramento dello stesso. Il Giudicato di Cagliari, invece, risulta totalmente sguarnito a nord-est, in corrispondenza del confine con quello di Gallura: questa zona, infatti, si presenta naturalmente impervia e la frontiera è costituita dal possente massiccio del Gennargentu. Le fortezze giudicali, nate a difesa dei territori e delle frontiere dei quattro regni, hanno un ruolo primariamente strategico-militare¹⁹, e il loro carattere di inaccessibilità risulta fondamentale nei continui tentativi di dominio assoluto dell'intera isola, mai andati a buon fine. Essi sono stati edificati prevalentemente su rilievi isolati, strategici per il controllo del territorio, in prossimità dei confini di ciascun Giudicato. Non è raro, però, riscontrare che alcune di queste strutture difensive sono posizionate in sovrapposizione a precedenti presidi militari romani o bizantini, e in rari casi, anche nuragici. Ciò rimanda anche al valore e al significato simbolico di tali scelte: il nuovo 'dominatore' sostituisce il vecchio, dichiarandolo con forza, concretamente, anche attraverso la sostituzione del vecchio sistema di difesa.

Un fenomeno del tutto simile è ben riconoscibile anche nelle strategie politico-insediative pisane messe in atto, in particolare nel Giudicato di Cagliari, nel tentativo di riorganizzare e modificare

18. Sulla storia della Sardegna nel Medioevo si veda BOSCOLO 1978; CASULA 1982; CASULA 1983; GUIDETTI 1987; CASULA 1994; ANATRA 1997; BRIGAGLIA, MASTINO, ORTU 2002; CASULA 2004; ORTU 2005; ORTU 2009; ORTU 2017.

19. Alcuni di essi hanno svolto anche funzioni residenziali, amministrative e governative.



Figure 5a-d. L'evoluzione del sistema politico-amministrativo sardo in età antica e il suo ruolo strategico nelle politiche commerciali dell'areale mediterraneo: a. la Sardegna suddivisa nei quattro regni giudicali e la ripartizione del Giudicato di Cagliari, a seguito del suo smembramento e della spartizione del territorio tra Visconti, Donoratico-Gherardesca, il giudice d'Arborea e il Comune pisano; b. l'espansione pisana nel Mediterraneo tra il X e il XIII secolo; c. l'espansione genovese tra il XII e il XIII secolo, d. la Corona d'Aragona tra il XII e il XV secolo (elaborazione V. Pintus).

radicalmente lo spazio abitato²⁰. Le continue donazioni dei Giudici a favore delle famiglie pisane e del Comune stesso hanno consentito a costoro di costituire vere e proprie giurisdizioni, indipendenti dal punto di vista amministrativo, con privilegi e concessioni socio-economiche. Alla fine del XIII secolo il potere di Pisa si concentra soprattutto nei Giudicati di Gallura e di Cagliari²¹. Jean-Michel Poisson afferma che alcuni documenti archivistici pisani farebbero riferimento alla presenza di almeno un castello in quasi tutte le curatorie del Giudicato di Cagliari²²: ognuno di essi, edificato *ex novo* o su preesistenze, aveva ruoli economici e istituzionali²³. L'intento di tale processo insediativo sarebbe stato proprio quello di sostituire la preesistente struttura giudiciale. La nuova organizzazione, seppure limitatamente alle aree effettivamente oggetto di incastellamento, determina l'avvio di nuove dinamiche di sviluppo, con la nascita di centri abitati proprio in prossimità dei presidi, edificati preferibilmente, come si è detto, in prossimità di aree strategiche dal punto di vista produttivo e commerciale²⁴.

Alla fine del XIII secolo l'infeudazione del *Regnum Sardiniae et Corsicae* a Giacomo II d'Aragona e la conquista militare che ne segue a opera dell'infante Alfonso, da un lato non consente ai Pisani di portare a termine il processo avviato, dall'altro avvia un ulteriore cambiamento delle dinamiche di controllo e sviluppo del territorio, tanto che, già nel XV secolo, si verifica il declino dei castelli di frontiera.

20. La penetrazione pisana determina i maggiori mutamenti politici ed istituzionali, influenzando sia la storia sarda che quella toscana, in quanto la conquista di poteri e privilegi in Sardegna consentiva di acquisire maggiore prestigio e potere anche in terra pisana. Sulle dinamiche storiche legate ai poteri signorili pisani in Sardegna si vedano: PETRUCCI 1988; MILANESE 1996; MILANESE 1999; CAMPUS 2007; MILANESE 2009; MELONI, SIMBULA, SODDU 2010; MILANESE 2010a; MILANESE 2010b; SIMBULA, SODDU 2012; SIMBULA, SODDU 2013; MILANESE 2015.

21. In quest'ultimo fonda il *Castellum Castri* con il quale afferma prepotentemente la propria contrapposizione, fisica e politica, nei confronti della capitale giudiciale di Santa Igia, la quale poco dopo sarà sopraffatta fino alla completa distruzione. Lo smembramento del Giudicato di Cagliari determina la spartizione del territorio secondo quanto disposto dal Comune di Pisa, tra Visconti, Donoratico-Gherardesca, il giudice d'Arborea e lo stesso Comune pisano. I Donoratico, acquisita la terza parte dell'ex Giudicato come ricompensa per lo sforzo militare offerto, determinante per la sconfitta della potenza giudiciale, la dividono poi in due seste parti quando le nuove alleanze politiche li vedono divisi sui fronti opposti. Dallo smembramento del Giudicato di Cagliari e dalla conseguente suddivisione del suo territorio, scaturisce la trasformazione dell'assetto difensivo: nuovi presidi sono predisposti lungo i nuovi confini.

22. «Ora, constatiamo che da una parte quasi tutte le curatorie comportano, alla fine del Medioevo, un castello nel loro distretto. Ad esempio, questo è il caso, nel Giudicato di Cagliari, di 11 curatorie su 15. Per di più, questo castello è generalmente unico nel territorio della curatoria. Inoltre i registri di censo pisani indicano che sono i castelli a assumere il ruolo di capoluogo di curatoria: il loro nome, in un gran numero di casi, ha sostituito in questo periodo, per indicare il distretto, il nome dell'antico villaggio dove risiedeva il *curator*» (POISSON 1989). Secondo diversi autori, tale affermazione è del tutto opinabile, seppure sia innegabile l'esistenza di una efficace rete di castelli dislocati più o meno uniformemente nell'area soggetta all'influenza pisana.

23. PETRUCCI 1988.

24. *Ibidem*; TANGHERONI 1985.

Nel tumultuoso passaggio tra il frastagliato e multiforme sistema giudicale e pisano e il livellamento determinato dalla dominazione aragonese – che unifica sotto la propria autorità l'intero territorio regionale – si assiste al profondo mutamento dei caratteri territoriali dell'isola. Il nuovo assetto politico, come è ovvio, conduce, infatti, a una radicale trasformazione del sistema difensivo. Il suddetto passaggio si manifesta con la modifica dei confini amministrativi, per la ricostruzione della cui configurazione, però, non ci si può avvalere di alcuna documentazione cartografica, ma solo di rarissimi documenti che descrivono i caratteri geografici e ambientali utili a definirne i lineamenti, ma che oggi non risultano essere del tutto affidabili, essendo cambiate, talvolta anche notevolmente, le condizioni al contorno. La lettura dei caratteri peculiari dei singoli episodi architettonici e la visione d'insieme dell'intero sistema, con particolare attenzione al posizionamento e alle relazioni tra gli stessi, consente di avvalorare o di smentire le ipotesi formulate inerenti alla questione sui confini territoriali. Inizialmente, i manufatti difensivi preesistenti conservano la propria funzione prettamente militare, a discapito dei nascenti insediamenti residenziali e civili e, per breve tempo, sempre nella prima fase della nuova dominazione aragonese, acquisiscono valore anche nell'ambito delle politiche basate sui benefici feudali²⁵. In estrema sintesi, si assiste alla costruzione *ex novo* di nuove strutture difensive oppure alla progressiva trasformazione o al definitivo abbandono dei presidi preesistenti. In particolare, la dismissione e l'abbandono delle preesistenze fortificate sono frequenti nei casi in cui esse siano dislocate in punti particolarmente impervi e difficilmente accessibili: difatti, essendo particolarmente difficili da assediare e conquistare, l'eventualità di dover procedere a un'ulteriore riconquista avrebbe implicato un consistente dispendio di risorse, umane e economiche.

Con la fine dei conflitti tra la Corona d'Aragona e il Giudicato d'Arborea – dal 1410 Marchesato di Oristano –, ultimo baluardo dell'antico sistema dei Giudicati, la maggior parte dei castelli viene in breve tempo dismessa e completamente abbandonata. Ciò emerge da numerosi documenti d'archivio, attestanti il perdurare delle loro attività fino al XVI secolo, e solo in rari casi fino al XVII²⁶. Il governo catalano-aragonese, conquistata definitivamente l'isola, si dedica piuttosto al miglioramento dei presidi interni, strategicamente dislocati in prossimità di villaggi e città, e avvia il processo di fortificazione costiera, che conosce il suo maggiore slancio nella seconda metà del Cinquecento con la costruzione delle torri, che coprono l'intero periplo.

25. ANATRA 1984; TANGHERONI 1985; CASULA 1994.

26. Per la maggior parte, i documenti sono conservati presso l'Archivio di Stato di Cagliari (Antico Archivio Regio) e presso l'Archivo General de la Corona de Aragón a Barcellona (Reial cancelleria).

1.2. Il sistema difensivo

Il sistema difensivo medievale regionale, come detto precedentemente, si presenta estremamente eterogeneo, a dimostrazione dell'importanza del ruolo svolto in riferimento agli avvenimenti storici e alle strategie politiche da cui deriva. Dal punto di vista architettonico, i castelli medievali sardi presentano caratteristiche differenti dalla maggior parte delle costruzioni difensive coeve dislocate nel territorio nazionale, ma anche europeo²⁷. In essi è possibile riconoscere elementi stilistici e formali autoctoni: infatti, nonostante l'appartenenza a un organico sistema territoriale, ogni castello è espressione del contesto storico-territoriale su cui insiste (fig. 6). In altri termini, le fabbriche indagate costituiscono veri e propri palinsesti architettonici sui quali è possibile scorgere gli effetti dello scorrere del tempo. Lo stato attuale di tali edifici è il risultato di due processi distinti: da un lato il naturale decorso della vita – con trasformazioni, demolizioni e ampliamenti – dall'altro le azioni intercorse più recentemente, volte al recupero dei valori identitari e culturali che ancora custodiscono. Nella maggior parte dei casi, come già detto, l'abbandono dei siti è avvenuto tra il XVI e il XVII secolo, per alcuni già durante gli scontri per la conquista aragonese dell'isola (XIV-XV secc.). Ciò ha determinato, talvolta, una migliore conservazione dei caratteri architettonici originali, nonostante i consistenti crolli dovuti al degrado naturale o alla strategica volontà distruttrice del presidio e della sua funzione di controllo. Al contrario, la continuità d'uso ha indotto la trasformazione delle fabbriche con modalità anche molto diverse tra loro, il cui esito è strettamente legato alla sensibilità culturale di chi ne ha detenuto la proprietà nel corso del tempo e, in maniera più determinante, nell'ultimo secolo²⁸.

I siti investigati sono classificabili in tre macro-categorie tipologiche: castelli, sistemi murati, borghi fortificati²⁹.

27. Nel tentativo di ritrovare riferimenti a tipologie e modelli medievali di respiro nazionale, si sono presi in considerazione, tra gli altri, i parametri dell'analisi condotta da Aldo Settia su episodi dislocati nell'Italia settentrionale (SETTIA 1984), da cui emerge una sostanziale differenza col caso sardo, in quanto, alcuni elementi, come il fossato e i merli non sono riscontrabili, se non i rari casi: dato, questo, riconducibile al fatto che la semplicità architettonica del sistema in oggetto fosse connessa al carattere spiccatamente militare dei presidi, non escludendo, però, l'ipotesi che essi fossero presenti, ma che l'avanzato stato di degrado impedisca di documentarne l'esistenza.

28. Le informazioni che seguono presentano brevemente alcuni dei dati che si ritengono utili a caratterizzare il sistema in esame, la cui conoscenza è imprescindibile per l'approfondimento sulle tecniche costruttive. A tal proposito si veda PINTUS 2017.

29. Il termine 'castello' indica un edificio variamente fortificato, talvolta cinto di mura con torri, servito di locali accessori, con funzione di difesa e controllo del territorio e residenza dell'autorità locale, oltre che delle guarnigioni a suo servizio. Per 'sistema murato' si intende un'opera di fortificazione variamente articolata costituita da mura, torri e porte di accesso. Con il termine 'borgo fortificato', infine, si indicano gli insediamenti sviluppatisi all'interno di un sistema murato, non di rado in prossimità di un castello. Si precisa che la necessità di definire i termini usati è legata alla tradizionale difficoltà riscontrabile

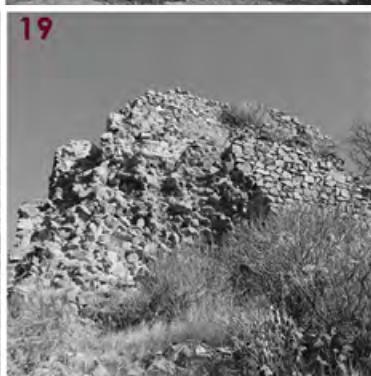
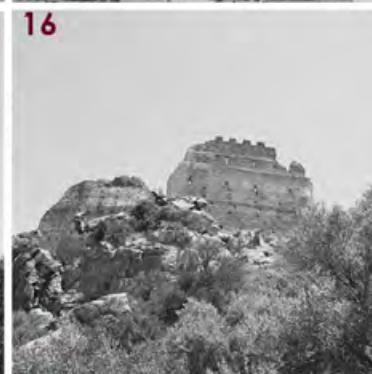
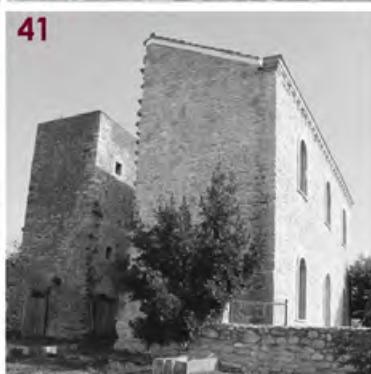
Per quanto attiene specificatamente ai castelli, non vi sono modelli univoci e si sono riscontrate forme e peculiarità talvolta molto diverse tra loro. Nonostante ciò, in relazione alla configurazione planimetrica, alla funzione svolta e alla datazione di impianto, sono state definite quattro differenti tipologie: a. il palazzo residenziale, per il quale prevale l'aspetto abitativo e di rappresentanza; b. la casa-forte, che costituisce una residenza fortificata funzionale allo sviluppo rurale dell'area di pertinenza; c. il *donjon* (con un unico esempio in tutta la Sardegna); d. la fortezza, per la quale prevale l'aspetto difensivo e strategico, seppure sia utilizzato anche con funzione residenziale (figg. 7a-c).

Relativamente ai sistemi murati, di cui attualmente permangono i resti di pochissimi episodi, si è riscontrato che generalmente essi si snodano in prossimità dei castelli, a quote altimetriche inferiori, e costituiscono una sorta di avamposto, la prima vera protezione del sito stesso. Sono caratterizzati da spessori murari notevoli, la cui massa si opponeva alla prepotenza degli attacchi nemici. La difesa passiva così messa in atto era coadiuvata dalle torri, la cui presenza, insieme a quella delle porte di accesso, scandiva lo sviluppo planimetrico della cinta muraria. Le torri, in alcuni casi, sono attualmente le uniche testimonianze architettoniche degli antichi sistemi murati, i quali, considerati un ostacolo allo sviluppo urbano, sono stati in gran parte demoliti nell'Ottocento, a favore della modernizzazione degli insediamenti.

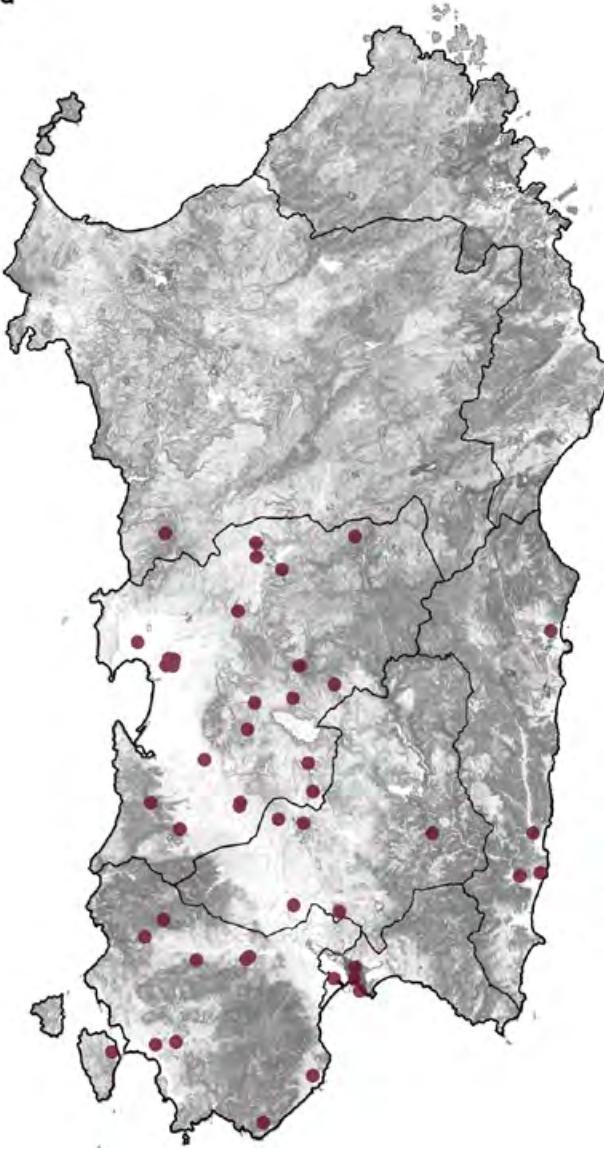
Infine, per quanto concerne i borghi fortificati, nonostante i documenti d'archivio³⁰ ne attestino frequentemente l'esistenza in prossimità dei castelli, a oggi sono pochissimi quelli di cui si ha certezza. È evidente, però, la simbiosi esistente tra il castello e il borgo stesso, in quanto quest'ultimo sopravvive e si sviluppa solo quando il primo non viene dismesso o abbandonato. Nei casi attualmente investigabili, emerge che essi si siano sviluppati tendenzialmente ai piedi dei rilievi su cui si trovano i castelli, talvolta regolarizzando il terreno mediante il sistema del terrazzamento. Essi potevano essere totalmente o solo parzialmente circondati dalle mura di difesa, a seconda delle peculiarità del sito.

nella letteratura castellana, che, non di rado, ha indotto diversi autori a stilare un glossario specifico. Per un breve confronto sul tema si rimanda a SETTIA 2017, pp. 7-12. Si veda anche GIANNATTASIO, GRILLO, PINTUS, PIRISINO 2017.

30. Si rimanda ancora ai documenti conservati presso l'Archivio di Stato di Cagliari e l'Archivio General de la Corona de Aragón a Barcellona.

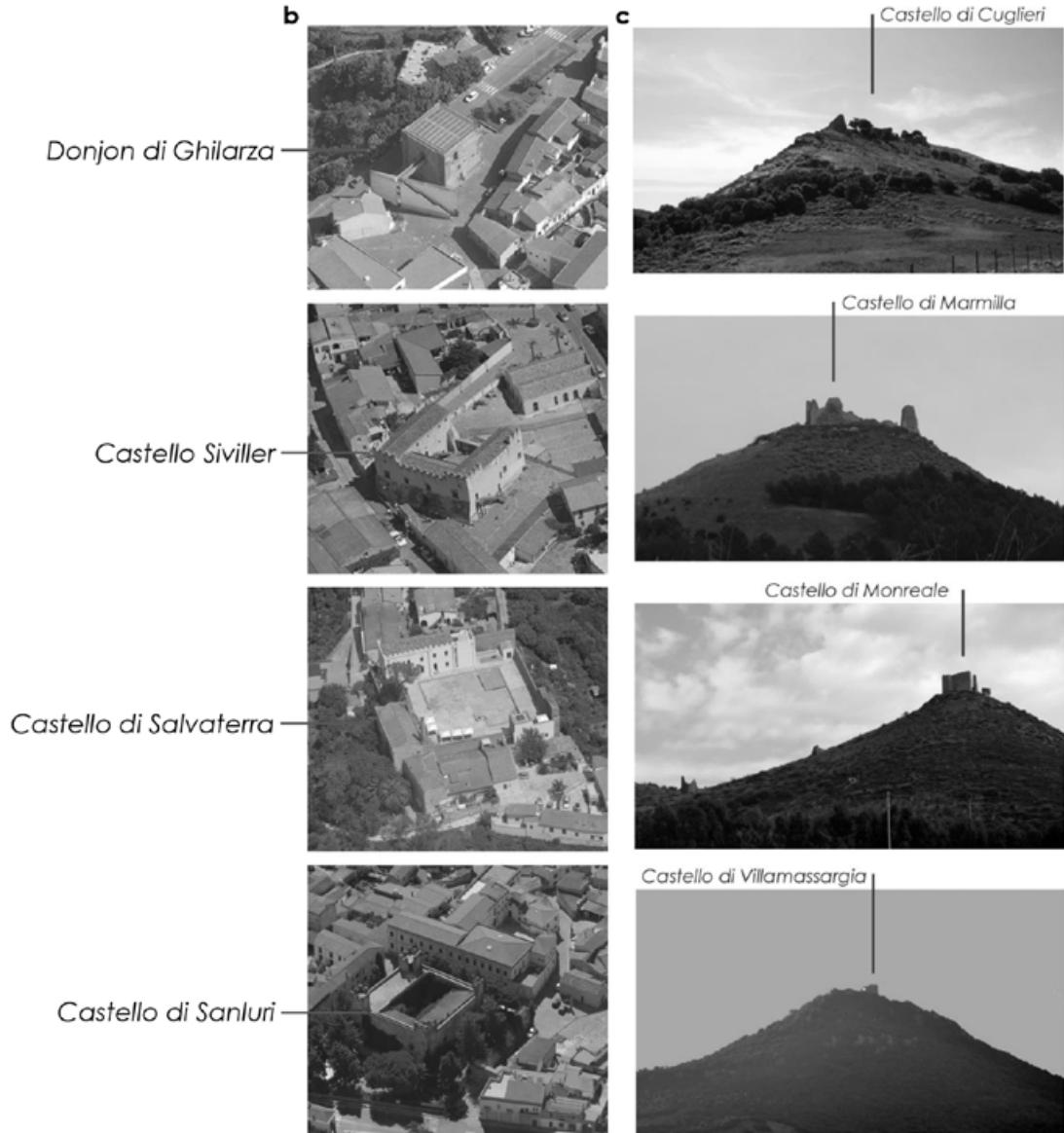


a



Nella pagina precedente, figura 6. La successione di immagini mostra l'eterogeneità del patrimonio architettonico indagato dal punto di vista tipologico, formale, dimensionale, materico e paesaggistico. La numerazione fa riferimento a quella riportata nella figura 1 (foto V. Pintus, 2013-16).

In questa pagina e nella successiva, figure 7a-c. Carta della Sardegna con le curve di livello (10 m) e il posizionamento dei castelli (a). Viste satellitari di alcuni casi studio inseriti in contesto urbano (b) e immagini di alcuni casi studio dislocati sulla sommità di rilievi rocciosi (c) (elaborazione e foto V. Pintus, 2014-17).



2. Tecniche costruttive murarie

Come già ampiamente dichiarato, le tecniche costruttive murarie sono state investigate con l'obiettivo di definirne invarianti mensorie da ricondurre a specifici panorami cronologici e geografici³¹. La definizione dei cronotipi, pertanto, non può prescindere dalla disamina degli aspetti correlati all'ambito territoriale e, nello specifico, alle peculiarità materiche investigate in relazione all'areale di riferimento, di cui, a seguire, si fornisce una breve sintesi.

2.1. Materie e materiali

La condizione di insularità ha fortemente influito sulle scelte dei materiali costruttivi³² orientate all'impiego di materie prime autoctone e pertanto facilmente riconoscibili; solo nel caso di cantieri eccezionali si fa ricorso all'importazione di materiali da Liguria, Sicilia e Campania, o dal sud della Francia e dalla Spagna³³.

La definizione delle caratteristiche orografiche e litologiche dell'area di studio, dunque, si è rivelata fondamentale per comprendere i processi che hanno influito sulla distribuzione territoriale dei beni indagati e sulla scelta dei materiali costruttivi impiegati³⁴. La lunga e articolata storia geologica si rivela proprio nella varietà delle rocce affioranti³⁵: queste hanno influenzato e indirizzato lo sviluppo di specifiche attività produttive che si sono progressivamente evolute nel corso dei secoli. In Sardegna, i litotipi diffusamente impiegati per l'architettura sono anche quelli più disponibili: graniti, rocce vulcaniche e carbonatiche, da considerarsi, dunque, come vera e propria 'impronta digitale' del territorio che si riflette nei cromatismi e nelle texture dei manufatti edilizi. A tal proposito, anche l'architettura difensiva, indipendentemente da dimensioni e volumetrie, non è estranea al paesaggio

31. Per un breve resoconto sulla metrologia medievale sarda si veda SCARPELLINI 2009, p. 278.

32. DELLA MARMORA 1927.

33. FRULIO 2003.

34. GIANNATTASIO, FIORINO, GRILLO 2015; GIANNATTASIO, GRILLO, PINTUS 2015; GIANNATTASIO, GRILLO, MURRU 2016; GIANNATTASIO, FIORINO, GRILLO, PINTUS 2017.

35. Dal punto di vista geologico, la Sardegna è costituita da due componenti principali: un basamento paleozoico, fortemente caratterizzante, e una copertura vulcanica e sedimentaria. Il basamento, che si manifesta con deformazioni, metamorfismo e magmatismo intrusivo ed effusivo, affiora in un'ampia fascia orientale che attraversa l'isola da nord a sud e nel settore sud-occidentale. In quest'ultimo è costituita da metarenarie, dolomie, metacalcari e filladi; in quello centrale e sud-orientale, alla successione metasedimentaria si aggiungono metavulcaniti. Si ritrovano rocce metamorfiche, magmatiche e sedimentarie distribuite in egual misura nell'intera isola (GRILLO 2009). Per una trattazione più ampia si rimanda a CARMIGNANI 2001. Le carte geologiche della Sardegna sono consultabili nel sito dell'ordine Geologi della Sardegna (<http://www.geologi.sardegna.it/documenti/cartografia-geologica/>: ultimo accesso dicembre 2017).

naturale circostante, ma, al contrario, vi si integra armoniosamente. Per il riconoscimento dei lapidei naturali ci si è potuti affidare, generalmente, all'esame macroscopico dei campioni, supportato dalla consultazione critica della carta geologica e delle informazioni sulle cave storiche. Tale verifica, generalmente, è stata condotta *in situ*, confrontando direttamente il materiale impiegato nella costruzione e gli affioramenti naturali più prossimi.

Secondo quanto emerso dall'analisi dei litotipi prevalentemente impiegati come materiale da costruzione, si può affermare che le architetture difensive in oggetto, realizzate con materiali reperibili *in loco*, costituiscono un'estrusione delle componenti geologiche naturali: i castelli realizzati sui rilievi rocciosi rivelano l'impiego dei litotipi cavati direttamente *in situ*. Nello specifico, infatti, l'affioramento roccioso era preliminarmente spianato, con il doppio fine di creare idonei terrazzamenti atti a accogliere e facilitare la costruzione architettonica, nonché di sfruttare il materiale di risulta che, lavorato in forme congrue, era usato per la realizzazione degli alzati murari³⁶ (figg. 8a-b). La configurazione planimetrica del presidio si adattava alla morfologia del terreno, generalmente predisponendo la costruzione direttamente sull'affioramento roccioso, più raramente realizzando un basamento³⁷. Costituiscono un'ovvia eccezione i casi dislocati in corrispondenza dei Campidani di Cagliari e Oristano, nei quali la carenza di materiali lapidei naturali adatti all'edilizia determina la necessità di approvvigionamento dalle cave presenti in zone limitrofe.

Lo studio dei lapidei artificiali – intendendo sia le malte di allettamento che gli intonaci – è stato condotto mediante un processo conoscitivo diagnostico, basato su analisi strumentali di tipo minero-petrografiche. È necessario precisare che i lapidei artificiali sono stati diffusamente oggetto di indiscriminati interventi di demolizione, di sostituzione o di reintegrazione, talvolta non documentati. Tale atteggiamento è sintomo del fatto che gli intonaci e le malte sono ancora considerati totalmente 'sacrificabili', soprattutto in funzione del consolidamento strutturale. Ciò anche perché essi sono gli elementi maggiormente – e non di rado esclusivamente – suscettibili all'azione degli agenti atmosferici, in virtù delle caratteristiche tecniche dei materiali con cui sono realizzati. Le malte, infatti, sono interessate da importanti fenomeni di disgregazione che portano alla scarnificazione totale dei giunti, oppure, nel caso degli intonaci, alla messa in vista della muratura sottostante, talvolta con l'innesco di processi di deterioramento dei lapidei stessi³⁸ (fig. 9). In considerazione di quanto detto, la campionatura

36. Ciò è vero anche per il sistema difensivo costiero cinque-seicentesco; si veda GIANNATTASIO, GRILLO, MURRU 2017.

37. Nei siti nei quali si sono verificati consistenti crolli si potrebbero rivelare, in future campagne di scavo, realtà differenti da quelle attualmente visibili.

38. Gli interventi di restauro hanno interessato prevalentemente le murature e sono consistiti nella sostituzione degli elementi lapidei particolarmente degradati, nella ricostruzione di tratti murari crollati o nel ripristino delle malte di

sistematica e rappresentativa delle malte storiche è risultata particolarmente difficoltosa a causa dell'elevata probabilità di prelevare materiale riconducibile a interventi recenti, e quindi non coerente con le fasi costruttive storiche oggetto di indagine. Il campionamento materico, effettuato su sette casi studio rappresentativi del contesto storico-culturale investigato, ha condotto al prelievo di diciotto campioni di malta e tredici di intonaco, distinguendo gli eventuali strati realizzati in sovrapposizione. Sui campioni è stata eseguita una caratterizzazione minero-petrografica in microscopia ottica a luce trasmessa e diffrazione a raggi X³⁹.

L'indagine ha evidenziato che, anche per i lapidei artificiali, i materiali prevalentemente impiegati sono quelli reperibili in prossimità del sito. Altresì, malte e intonaci, così come i lapidei naturali, rappresentano anch'essi le caratteristiche litologiche del luogo dove sono stati costruiti i castelli in oggetto. In generale, si riscontra un'elevata eterogeneità della natura petrografica degli aggregati degli impasti, fortemente influenzata dagli affioramenti rocciosi dell'area. Le analisi condotte⁴⁰ però hanno invece dimostrato una sostanziale omogeneità nella realizzazione degli impasti per gli intonaci e per le malte di allettamento delle murature. Nei campioni di intonaco si rileva, talvolta, la presenza di frammenti laterizi, seppure ciò non sia direttamente riconducibile a un preciso intento di idraulicizzazione dello stesso.

Se la composizione delle malte riflette le caratteristiche litologiche del sito, la bontà del loro confezionamento è frutto della competenza delle maestranze. Le analisi eseguite mettono in evidenza impasti non particolarmente accurati, con poche eccezioni: essi sono caratterizzati da aggregati mal distribuiti e poco classati, leganti eterogenei, fratture e vuoti, oltre all'utilizzo delle stesse miscele indifferentemente per malte di allettamento e intonaci⁴¹ (fig. 10).

L'analisi minero-petrografica consente di associare il deterioramento dei lapidei artificiali, non tanto alle caratteristiche petrografiche e alla composizione delle miscele, quanto, anche in questo caso, alla perizia con cui sono state confezionate. Ciò spiegherebbe l'assenza diffusa degli intonaci,

allettamento, mentre gli intonaci sono stati ripristinati solo su manufatti dislocati in prossimità dei centri urbani, qualora essi fossero facilmente rifunzionalizzabili.

39. Il microscopio ottico usato è uno Zeiss (Axioplan). Il diffrattometro a raggi X è un Rigaku, Ultima IV, in ottica parallela, con radiazione Cu-Kalfa, 30kV e30 mA, e pattern 5°-50°.

40. Le analisi sono state eseguite con la supervisione di Silvana Maria Grillo, in qualità di tutor accademico e di responsabile scientifico dell'unità di Caratterizzazione Minero-Petrografica dei Materiali da Costruzione, facente parte del LabMAST dell'Università degli Studi di Cagliari.

41. Una situazione del tutto simile emerge anche in altri contesti cronologici in differenti tipologie architettoniche, quali, ad esempio, le torri costiere spagnole (XVI-XVII sec.) e le chiese campestri (XII-XIV sec.). A tal proposito si vedano FIORINO, GRILLO, PILIA 2015; GIANNATTASIO, GRILLO, MURRU 2017.

conseguente all'evolversi di fenomeni di disgregazione in estesi distacchi, e la consunzione delle malte, con instabilità delle murature.

Dal punto di vista della datazione, gli impasti campionati coprono l'intero intervallo investigato (XII-XV secolo) ma, sulla scorta dei dati finora acquisiti, non sono emersi caratteri indiscutibilmente associabili agli aspetti cronologici, confermando, come già detto, la stretta correlazione con le peculiarità geo-litologiche dell'area.

2.2. Cronotipi murari

La classificazione finale dei cronotipi murari è stata condotta attraverso i risultati derivanti dalla ricognizione delle notizie storiche, dall'analisi stratigrafica, supportata dal riconoscimento delle peculiarità formali, tecniche e materiche, fino ad arrivare alla catalogazione dei tipi e alla conseguente elaborazione critica di classi tipologiche⁴². Quest'ultima è stata effettuata mediante la disamina, per ciascuna apparecchiatura muraria, di una serie di parametri, quali: a. le modalità di assemblaggio; b. la stereotomia degli elementi lapidei; c. i materiali adoperati.

Per quanto attiene all'assemblaggio delle apparecchiature murarie, si sono riscontrate tre differenti varianti, caratterizzate da livelli di regolarità variabili, a partire dall'apparecchiatura a filari, con un elevato grado di omogeneità dimensionale, per poi passare all'apparecchiatura a corsi sub-orizzontali, fino ad arrivare a quella a 'cantieri'⁴³. A guidare la disposizione degli elementi è, in maniera ricorrente, l'altezza dei componenti dei cantonali che determina l'andamento dei corsi sub-orizzontali o dei 'cantieri' stessi. Nello specifico, per questa modalità di apparecchiatura sono state definite due varianti in relazione alla disposizione degli elementi: 'orizzontale' o 'a spina di pesce'. In generale, la sezione muraria, talvolta investigabile a seguito di crolli di ampi tratti, è prevalentemente 'a sacco', con doppio paramento e nucleo interno.

42. Per quanto concerne la definizione delle peculiarità formali delle murature, si è fatto riferimento a termini e definizioni proposti in FIORANI 2004b, pp. 176-209. Per la caratterizzazione morfologica e volumetrica dei lapidei si vedano: PARENTI 1988; FIORANI 2004a; FIORANI, ESPOSITO 2005. In questa fase si è ritenuto lecito escludere dall'analisi i laterizi, in quanto raramente presenti nelle murature indagate. Essi sono impiegati prevalentemente come elemento di reintegrazione di lapidei degradati, in frammenti, allettati in abbondante malta, oppure per la realizzazione di elementi funzionali all'approvvigionamento e alla canalizzazione delle acque piovane.

43. Essa è caratterizzata dalla realizzazione di allineamenti orizzontali a distanza pressoché costante, talvolta sottolineati da una concentrazione, nella parte sommitale del 'cantiere' di pietrame minuto, disposto su un doppio letto di malta, con lo scopo di regolarizzare il piano di posa del modulo successivo, conferendo una maggiore stabilità alla struttura muraria. Alcuni autori definiscono la tecnica 'a cantieri' anche come il risultato delle giornate di lavoro effettuate dalle maestranze.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

QUATERNARIO - TERZIARIO

- Alluvioni, sedimenti marini
- Vulcaniti alcaline
Basalti, fonoliti e trachiti
- Vulcaniti calico-alcaline
Andesiti, sodaciti e rioliti
- Arenarie, marne e calcari

MESOZOICO

- Calcari, arenarie e argille

PALEOZOICO

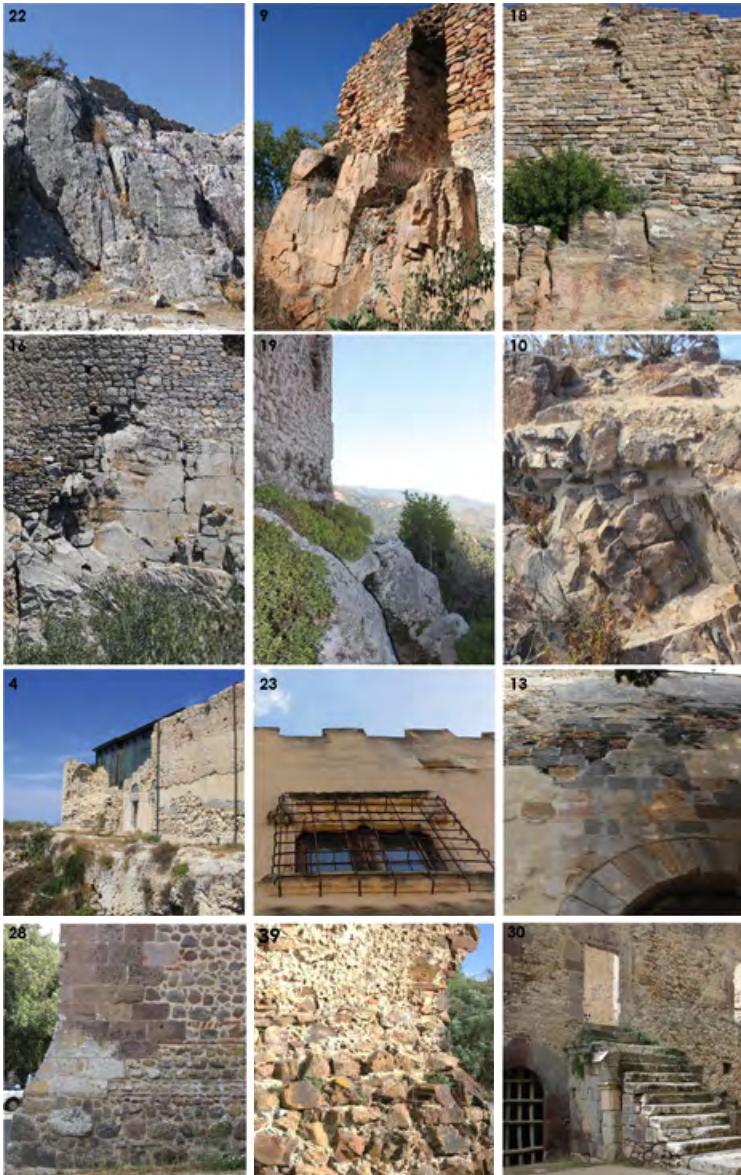
- Graniti
- Metamorfiti

MATERIALI COSTRUTTIVI

- Ar Arenarie
- Ba Basalto
- Ca Calcare
- Cl Calcarenile
- Gr Granito
- Sc Scisto
- TrA Trachiti AUCT

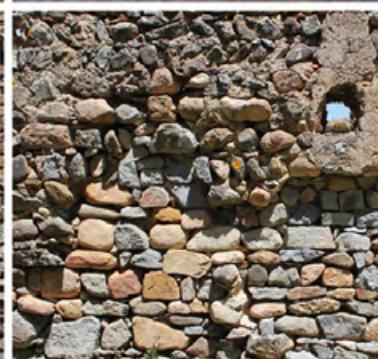


0 5 30 km



In questa pagina e nella precedente, figure 8a-b. Carta litologica semplificata della Sardegna, con l'indicazione dei materiali costruttivi prevalenti per i casi studio (a) e immagini esemplificative (b) (elaborazione e foto V. Pintus, 2013-16).

Nella pagina successiva, figura 9. Alcuni interventi di restauro realizzati sugli episodi indagati: castello di Monreale a Sardara (mura del mastio); Donjon di Ghilarza; torre medievale a Senis; castello di Barumele ad Ales; castello Aymerich a Laconi; castello di Sanluri; castello di Monreale a Sardara (muro interno); castello della Medusa a Samugheo; mura del borgo di Villa di chiesa e castello di Salvaterra a Iglesias; castello di Sanluri (torre); castello di Acquafredda a Siliqua (mura del mastio); castello di Montiferru (Cuglieri); castello di San Michele (Cagliari); castello di Orguglioso (Silius); mura del borgo di Acquafredda a Siliqua (foto V. Pintus, 2013-16).

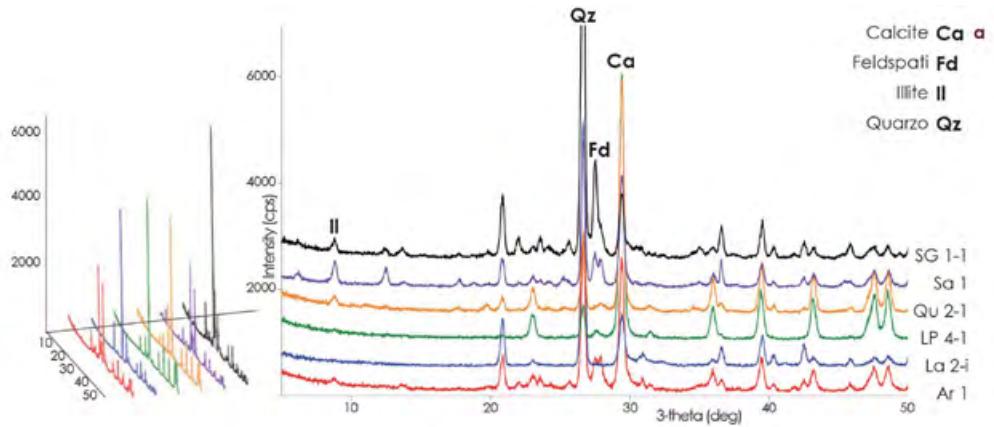


Relativamente agli aspetti morfologici e dimensionali dei singoli elementi, si è riscontrata la presenza di 'conci', 'blocchi', 'bozze' e 'scaglie'. Nello specifico, la sagomatura del lapideo in 'concio' presenta il maggior livello di lavorazione: la forma è assimilabile con buona approssimazione a un parallelepipedo; le facce rettangolari sono ben spianate e definite da spigoli vivi, e talora il profilo interno è realizzato a trapezio. Il 'blocco' è caratterizzato da un minore livello di lavorazione rispetto al precedente, e presenta la faccia principale configurata a rettangolo e gli spigoli generalmente tondeggianti; il profilo interno può essere rettangolare o rastremato. La 'bozza', invece, come il nome stesso suggerisce, è lavorato sommariamente, spesso solo in corrispondenza della faccia principale, la quale risulta approssimativamente spianata; il profilo interno è rettangolare o leggermente rastremato. Non di rado si ritrovano anche 'ciottoli', frammenti lapidei impiegati senza sottoporli ad alcuna lavorazione, oppure 'scaglie', derivanti dagli scarti di lavorazione, o ancora 'scapoli', ottenuti mediante la rottura di altri elementi.

Infine, con riferimento agli aspetti materici, fermo restando quanto già evidenziato nel paragrafo precedente, ovvero una pressoché costante correlazione tra la disponibilità *in situ* del materiale e il suo utilizzo, appare interessante evidenziare come in alcuni casi nello stesso manufatto sia possibile riscontrare l'impiego di un medesimo litotipo in forme e dimensioni molto diverse tra loro, con differenti livelli di accuratezza nella lavorazione, ad attestare che talvolta non sono le caratteristiche tecniche del materiale a determinare la forma, ma possono essere le scelte progettuali e le ragioni dell'economia del cantiere a dettare le regole⁴⁴ (fig. 11).

In termini cronotipologici, si può affermare quanto segue (figg. 12a-b). I lapidei (calcare e calcareniti, basalto e trachiti *auct*) lavorati in conci quadrati e disposti a filari (tipo murario 1.1) sono impiegati quasi esclusivamente in corrispondenza di basamenti e cantonali, o per la realizzazione di architetture particolarmente rappresentative e importanti. In alcuni episodi, la lavorazione a bugnato della faccia a vista è ancora ben riconoscibile. Gli elementi lapidei sono apparecchiati a filari orizzontali, con malta di allettamento in quantità esigue, prestando attenzione allo sfalsamento dei giunti verticali. Le altezze dei filari variano da un minimo di 14 cm a un massimo di 41 cm, mentre la media è pari a 29 cm e la moda a 27 cm. Nel *range* temporale indagato si riscontra una sostanziale continuità, sebbene tale tecnica sia da mettere in correlazione all'influenza delle maestranze pisane molto attive, nel tredicesimo secolo, nell'areale di riferimento. Più numerose sono le murature in cui i lapidei (arenarie, basalti, calcari, graniti e trachiti *auct*) si presentano in forma di blocchi, apparecchiati a filari orizzontali o a corsi sub-orizzontali, talora con l'inserimento di 'zeppe', in forma di 'scaglie' o di 'scapoli', annegati in abbondante malta.

44. Tale aspetto è stato già rilevato da CORONEO 1993, pp. 108-111.



- 1 Ar 1 | Castello di Arcuentu (Arbus)
- 2 La 2-i Castello Aymerich (Laconi)
- 3 LP 4-1 | Castello di Marmilla (Las Plassas)
- 4 QU 2-1 | Castello di Quirra (Villaputzu)
- 5 Sa 1 | Castello di Medusa (Samugheo)
- 6 SG 1-1 | Castello di Palmas (San Giovanni Suergiu)

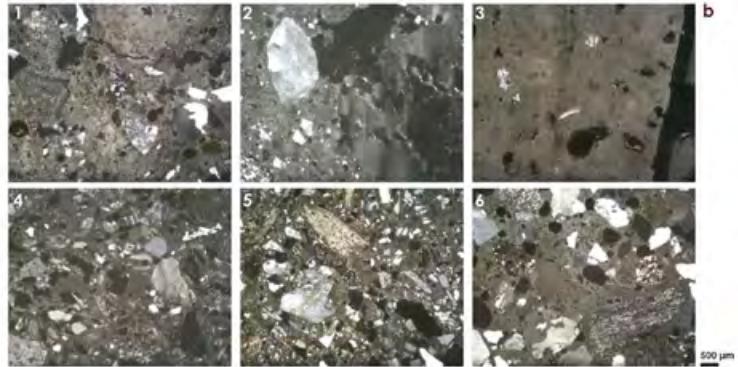


Figura 10. Alcuni campioni di malta analizzati, messi a confronto tramite analisi diffrattometrica (a) e analisi in microscopia ottica (b) (elaborazione V. Pintus). La comparazione ha consentito di affermare che: gli aggregati riflettono le caratteristiche litologiche del contesto; la fase legante è di natura prevalentemente calcica, l'aggiunta di coccopesto è limitata agli intonaci delle cisterne e il legante presenta una struttura prevalentemente micritica, subordinatamente microspartita; frequentemente si riscontra la presenza di grumi di impasto, oltre che di fratture da ritiro e piccoli vuoti; il rapporto aggregato/legante è estremamente variabile, risultando spesso non omogeneo anche all'interno dello stesso impasto; i medesimi impasti sono utilizzati sia per le malte di allettamento che per gli intonaci.

Le altezze dei filari realizzati con impiego prevalente di blocchi (tipo murario 1.2) si attestano su valori inferiori rispetto alla tipologia realizzata con conci (minimo 9 cm; massimo 22 cm; media 19 cm e moda 22 cm). Inoltre, i campioni presentano una sostanziale omogeneità delle altezze in oggetto. La tipologia muraria in questione è diffusamente presente in manufatti ascrivibili al dodicesimo e subordinatamente al tredicesimo secolo, di impianto giudicale e frequentazione pisana. È il caso, questo, dei castelli dislocati in posizioni strategiche per il controllo militare del territorio e delle risorse produttive locali. In special modo, si riscontra in corrispondenza del mastio principale o di parti nevralgiche dello stesso.

I blocchi lapidei sono impiegati anche per la realizzazione di murature a corsi sub-orizzontali (tipo murario 2.1). Essi presentano dimensioni sensibilmente inferiori e sono apparecchiati con un minore livello di regolarità e accuratezza, come attesta anche la maggior quantità di malta impiegata per la loro posa in opera rispetto al tipo murario 1.2. Le altezze dei corsi sub-orizzontali variano secondo i seguenti valori: minimo 10 cm; massimo 32 cm; media 19 cm e moda 15 cm. Questi risultano pressoché omogenei se si considerano i singoli campioni, con scarti minimi tra i valori estremi e la media. La tipologia muraria in parola è impiegata tra il dodicesimo secolo e gli inizi del tredicesimo secolo, su episodi di impianto prevalentemente giudicale, maggiormente diffusi nella parte settentrionale dell'areale considerato, in corrispondenza dei territori appartenenti all'antico Giudicato di Arborea, talora sorti su preesistenze.

Una variante di tale tipologia è costituita dalle murature apparecchiate a corsi sub-orizzontali con l'impiego di lapidei in forma di blocchi (basalto; calcare, calcareniti, scisto, trachite *auct*) e con l'aggiunta di frammenti lapidei, generalmente dello stesso litotipo (tipo murario 2.2). Questi sono diffusamente presenti nella muratura, in forma di zeppe o scaglie, e risultano generalmente disposte 'a catenelle' inserite tra i corsi sub-orizzontali principali. L'altezza media di questi ultimi è pari a 15 cm e, in generale, si riscontra una sostanziale omogeneità dimensionale per ogni variante. È rilevabile prevalentemente su fabbriche datate al tredicesimo secolo, con impianto giudicale, ma di successiva frequentazione pisana, e subordinatamente anche più tarde, relativamente al quattordicesimo e al quindicesimo secolo, in relazione alle prime fasi di conquista aragonese dell'isola.

L'ultimo tipo murario, generalmente 'monomaterico', è realizzato con l'impiego di bozze e frammenti litici apparecchiati 'a cantieri'. La forma degli elementi lapidei è influenzata dalle caratteristiche del litotipo impiegato, in particolare dal grado di lavorabilità da cui dipende la regolarità della forma finale. L'apparecchiatura è guidata dall'altezza dei conci impiegati per la configurazione dei cantonali, questi ultimi realizzati con litotipi differenti rispetto a quello impiegato nello specchio murario.

Le murature realizzate ‘a cantieri’ orizzontali in ‘bozze’, ‘scaglie’ e ‘scapoli’ (tipo murario 3.1) presentano valori dimensionali variabili in riferimento alla distanza tra i piani di allineamento, con valori compresi tra 39 e 64 cm. È riscontrabile in architetture ascrivibili al dodicesimo secolo e al tredicesimo secolo, riconducibili alla presenza pisana in Sardegna. Le cinque sottovarianti sono state individuate secondo *range* dimensionali circoscritti, con scarti inferiori a 5 cm. Queste mostrano una coerenza dal punto vista cronologico: l’altezza del cantiere tende a aumentare nel corso del tempo, probabilmente anche a causa della costante e progressiva instabilità politica e della necessità di perfezionare e potenziare in breve tempo le architetture difensive. Dal punto di vista cronologico, si riscontra, oltre alla differenza dimensionale, anche un sensibile peggioramento nell’apparecchiatura dei ‘cantieri’ stessi, con un maggiore impiego di malta e tessiture murarie scarsamente curate nella posa degli elementi lapidei.

Le murature ‘a cantieri’ con bozze e scaglie disposte ‘a spina di pesce’ (tipo murario 3.2) sono impiegate generalmente per la realizzazione per la parte sommitale delle murature. L’altezza del cantiere nei singoli campioni è significativamente costante. La tipologia in parola è impiegata in corrispondenza dei paramenti murari interni, mentre risulta assente nei paramenti esterni, soprattutto di torri e mura. I manufatti caratterizzati da tale tecnica sono ascrivibili al dodicesimo o al tredicesimo secolo.

Conclusioni

Coerentemente con gli esiti di ricerche condotte in altri contesti geografici, l’indagine sul sistema fortificato in oggetto si è rivelata particolarmente utile ai fini di una classificazione cronotipologica delle tecniche costruttive murarie tradizionali. Le strutture difensive, infatti, hanno costituito un ‘modello’, in termini formali e tecnico-costruttivi, per l’esecuzione di quanto successivamente edificato in loro prossimità.

Per quanto riguarda lo studio delle tecniche murarie dell’areale di studio, la dismissione, nella maggior parte dei casi studio avvenuta già da qualche secolo, ha garantito la conservazione dell’autenticità di forma e materia e il generale stato di degrado ha consentito analisi più approfondite, soprattutto per le estese e diffuse lacune degli intonaci, la cui presenza avrebbe reso impossibile la campionatura sistematica delle sottostanti compagini murarie. L’interpolazione delle informazioni acquisite con la ricognizione delle fonti indirette e i dati risultanti dall’analisi delle murature e dei materiali costruttivi (lapidei, malte e intonaci) ha consentito di definire efficaci *benchmarks* cronologici, con valenza territoriale, la cui conoscenza, oltre a dare un contributo alla storia della costruzione,



Figura 11. Ghilarza, Donjon. La fabbrica è realizzata prevalentemente con un unico litotipo, il basalto, impiegato in forme diverse: lavorato (conci squadrati), semilavorato (bozze) e non lavorato (grossi trovanti impiegati nel basamento) (foto V. Pintus 2015).

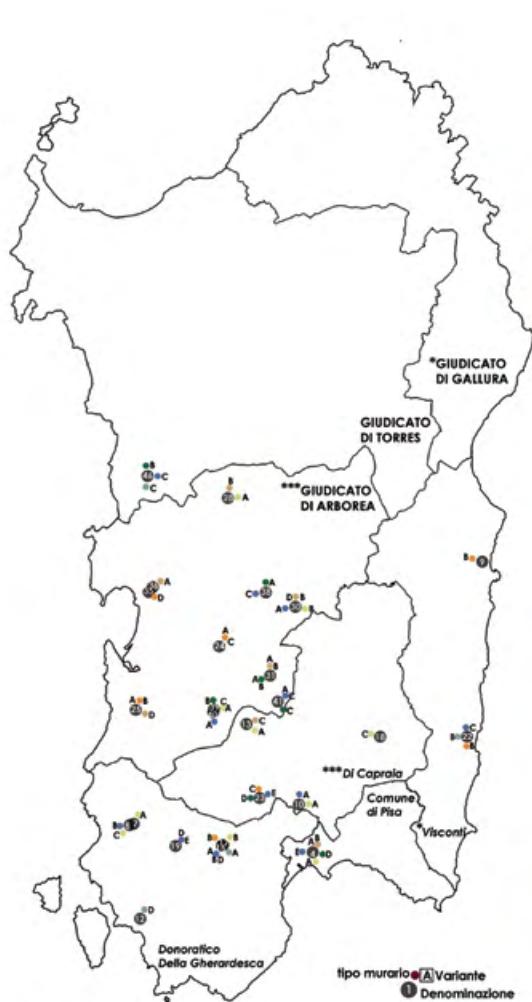


Figure 12a-b. La distribuzione dei tipi murari individuati nell'areale, con l'indicazione, per ogni caso studio, delle varianti (a). Quadro sinottico delle sei tipologie murarie classificate in base all'apparecchiatura muraria e alla forma prevalente del materiale lapideo (b) (elaborazione V. Pintus).

costituisce un utile strumento per agevolare la collocazione cronologica di altre fabbriche altrimenti di difficile datazione.

Già dai primi sopralluoghi, però, proprio l'avanzato stato di degrado degli episodi indagati, se da un lato ha facilitato la campionatura delle tecniche murarie, dall'altro ha manifestato non solo l'urgenza di arrestare il degrado in atto, ma anche la necessità di documentare e classificare tutti quei caratteri che consentono di qualificarli come appartenenti a un sistema culturalmente ben definito. Inoltre, l'attuale livello di ruderizzazione, legato spesso alla perdita di importanti porzioni delle fabbriche, soprattutto in corrispondenza di bucaure e parti sommitali, potrebbe mostrare, già ora, una realtà anche molto diversa da quella originaria.

Da tali considerazioni è maturata la volontà di condurre anche uno studio volto alla definizione dei caratteri, ancora leggibili, che possono essere considerati emblematici del sistema, e attraverso confronti e schematizzazioni, risalire a una tipizzazione delle architetture difensive medievali sarde. Come si evince dall'analisi condotta, il sistema locale è costituito generalmente da manufatti caratterizzati da un'estrema semplicità e linearità di forme e volumi. La vocazione prettamente militare dei presidi, soprattutto per quelli di origine giudicale, è ben evidente. Alcuni di essi risultano essere stati, però, successivamente modificati, con l'aggiunta di elementi riconducibili alla presenza pisana nell'isola, particolarmente influente nell'areale indagato. Ciò è emerso soprattutto in riferimento alle tecniche costruttive murarie impiegate, con l'utilizzo di conci ben squadrate e talvolta lavorati a bugnato.

La cultura aragonese, arrivata in Sardegna agli inizi del quattordicesimo secolo, nell'ambito della conquista militare della stessa a opera dell'Infante Alfonso, è ben rappresentata dagli episodi architettonici riconducibili a tale fase. Anche in essi si riscontra una sostanziale semplicità, legata al carattere militare, ma arricchita con l'inserimento di elementi finemente decorati, tipici della cultura aragonese e riscontrati anche in fabbriche residenziali dislocate nello stesso ambito geografico.

Nonostante le difficoltà riscontrate, è ancora ben riconoscibile un organico progetto fortificatorio che al contempo rispecchia la frammentarietà del quadro storico-politico e i progressivi cambiamenti che sono intercorsi nel corso del tempo. Oltre alle modifiche sui singoli episodi architettonici, emerge chiaramente la trasformazione dell'assetto difensivo su scala territoriale. Ciò è particolarmente evidente nel caso dell'areale cagliaritano, nel quale allo smembramento del Giudicato è corrisposta la configurazione di nuovi confini territoriali segnati dal potenziamento di presidi preesistenti o dalla costruzione di nuove fortificazioni strategicamente riposizionate.

Il confronto in atto tra i risultati relativi all'areale in oggetto e quelli riferiti alla parte settentrionale, mostra che, seppure con modi e tempi diversi, si sono sviluppati gli stessi fenomeni storico-politici,

pertanto, è presumibile che anche le vicende costruttive abbiano seguito un percorso simile, soprattutto in relazione alla strutturazione del territorio in riferimento all'incastellamento o alla diffusione di tecniche costruttive coerenti con quelle impiegate per l'edificazione dei presidi di difesa. La ricerca di ambito regionale di cui questo studio fa parte supera, quindi, i limiti territoriali dell'areale investigato, arrivando a ricostruire un quadro completo del sistema difensivo in termini architettonici, costruttivi e tecnici⁴⁵.

Altri risultati interessanti potranno essere acquisiti dal confronto con sistemi difensivi coevi sviluppati in contesti oltremare e in particolare nell'areale pisano, in riferimento alle zone di influenza della famiglia dei Donoratico della Gherardesca, ma anche nella penisola iberica, in riferimento ai territori in cui si è affermata la Corona d'Aragona.

45. Per le considerazioni di respiro regionale si rimanda a GIANNATTASIO *et al.* (in corso di stampa).

Bibliografia

- ABATANGELO *et al.* 2000 - P.L. ABATANGELO *et al.* (a cura di), *Alétes: miscellanea per i settant'anni di Roberto Caprara*, La Tecnografica, Massafra 2000.
- ANATRA 1984 - B. ANATRA, *Dall'unificazione aragonese ai Savoia*, in DAY, ANATRA, SCARAFFIA 1984, pp. 189-663.
- ANATRA 1997 - B. ANATRA, *Istituzioni e società in Sardegna e nella Corona d'Aragona (secc. XIV-XVII)*, AM&D, Cagliari 1997.
- ANGIOLILLO, GIUMAN, PASOLINI 2007 - S. ANGIOLILLO, M. GIUMAN, A. PASOLINI (a cura di), *Ricerche e confronti 2006. Giornate di studio di archeologia e storia dell'arte*, Edizioni AV, Cagliari 2007.
- ATZENI, SANNA 2009 - C. ATZENI, U. SANNA (a cura di), *Il manuale tematico della pietra. 2*, DEI, Roma 2009.
- BAGNOLO, FIORINO, GRILLO, SCHIRRU 2017 - V. BAGNOLO, D.R. FIORINO, S.M. GRILLO, M. SCHIRRU, *Integrated sciences for heritage reuse: interdisciplinary studies on the piarist college of San Giuseppe in Cagliari (Italy)*, in «International Journal of Heritage Architecture», 2017, 1, pp. 517-537.
- BILLECI, GIZZI 2010 - B. BILLECI, S. GIZZI (a cura di), *Cesare Brandi e la Sardegna: archeologia e paesaggio*, Atti del Convegno di Studi (Castelsardo, 10 settembre 2007), Gangemi, Roma 2010.
- BILLECI, GIZZI, SCUDINO 2007 - B. BILLECI, S. GIZZI, D. SCUDINO (a cura di), *Il rudere tra conservazione e reintegrazione*, Gangemi, Roma 2007.
- BILLECI, SCUDINO, ZINI 2015 - B. BILLECI, D. SCUDINO, G. ZINI (a cura di), *2000-2010: restauri nel nord Sardegna: temi e cantieri di restauro architettonico nell'attività della Soprintendenza BeAP di Sassari e Nuoro*, Carlo Delfino, Sassari 2015.
- BOATO, DECRÌ 2008 - A. BOATO, A. DECRÌ, *Lo studio delle tecniche costruttive tradizionali in Liguria*, in PRACCHI 2008, pp. 41-43.
- BOSCOLO 1978 - A. BOSCOLO, *Aspetti della società e dell'economia in Sardegna nel Medioevo*, EDES, Cagliari 1978.
- BRIGAGLIA, MASTINO, ORTU 2002 - M. BRIGAGLIA, A. MASTINO, G.G. ORTU (a cura di), *Storia della Sardegna. 2: Dal Tardo Impero Romano al 1350*, Laterza, Roma-Bari 2002.
- CAMPUS 2007 - F.G.R. CAMPUS, *Popolamento, incastellamento poteri signorili in Sardegna nel Medioevo: il caso dell'Anglona*, in MATTONE, SODDU 2007, pp. 125-175.
- CADINU 2001 - M. CADINU, *Urbanistica medievale in Sardegna*, Bonsignori Editore, Roma 2001.
- CARBONARA 2004 - G. CARBONARA (a cura di), *Atlante del Restauro*, v. I, UTET, Torino 2004.
- CARMIGNANI 2001 - L. CARMIGNANI (a cura di), *Geologia della Sardegna. Note illustrative della Carta Geologica della Sardegna a scala 1:200.000*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma 2001.
- CASULA 1982 - F.C. CASULA, *Profilo storico della Sardegna catalano-aragonese*, Edizioni della Torre, Cagliari 1982.
- CASULA 1983 - F.C. CASULA, *L'assetto politico e territoriale della Sardegna medioevale*, in *La Sardegna nel mondo mediterraneo*, Atti del II Convegno Internazionale di studi geografico-storici (Sassari, 2-4 ottobre 1981), Gallizzi, Sassari 1983, pp. 20-36.
- CASULA 1994 - F.C. CASULA, *Breve storia di Sardegna*, Carlo Delfino, Sassari 1994.
- CASULA 2004 - F.C. CASULA, *Storia di Sardegna*, Carlo Delfino, Sassari 2004.
- CUBONI, SANNA 2009 - F. CUBONI, A. SANNA (a cura di), *Architetture in pietra della Barbagie, dell'Ogliastra, del Nuorese e delle Baronie*, DEI, Roma 2009.
- CHIRRA 2002 - S. CHIRRA, *Roccas I. Castelli in Sardegna*, S'Alvure, Oristano 2002.
- CHIRRA 2003 - S. CHIRRA, *Roccas II. Aspetti del sistema di fortificazione in Sardegna*, S'Alvure, Oristano 2003.
- CHIOVELLI 2007 - R. CHIOVELLI, *Tecniche costruttive murarie medievali. La Tuscia*, L'Erma di Bretschneider, Roma 2007.

- CODELLO, MASIERO 1990 - R. CODELLO, R. MASIERO (a cura di), *Materia signata-haeceitas tra conservazione e restauro*, Franco Angeli, Milano 1990.
- CORONEO 1993 - CORONEO R., *Architettura romanica dalla metà del Mille al primo '300*, Ilisso, Nuoro 1993.
- CORONEO 2002 - R. CORONEO, *L'arte della Sardegna giudicale*, in BRIGAGLIA, MASTINO, ORTU 2002, pp. 100-118.
- DAY, ANATRA, SCARAFFIA 1984 - J. DAY, B. ANATRA, L. SCARAFFIA (a cura di), *La Sardegna medioevale e moderna. Storia d'Italia*, UTET, Torino 1984 (Storia d'Italia, 10).
- DAY 1973 - J. DAY, *Villaggi abbandonati in Sardegna dal trecento al settecento: inventario*, Éditions Du Centre National De La Recherche Scientifique, Paris 1973.
- DAY 1981 - J. DAY, *Castelli, città fortificate e organizzazione del territorio in Sardegna dal secolo XII al XIV*, in A. SETTIA, R. COMBA (a cura di), *Castelli Storia e Archeologia*, Atti del Convegno (Cuneo, 6-8 dicembre 1981), Turingraph, Torino 1981, pp. 115-121.
- DE MEO 2006 - M. DE MEO, *Tecniche costruttive murarie medievali. La Sabina*, L'Erma di Bretschneider, Roma 2006.
- DEIANA 2003 - A.P. DEIANA, *Roccas III. Il castello di Gioiosa Guardia. Fonti e testimonianze archeologiche*, S'Alvure, Oristano 2003.
- DELLA MARMORA 1927 - A. DELLA MARMORA, *Viaggio in Sardegna. v. 3*, Edizioni della Fondazione Il Nuraghe, Cagliari 1927.
- DELLA TORRE 1996 - S. DELLA TORRE, *La storia delle tecniche murarie e il dibattito sui rapporti tra storia e tutela dell'architettura*, in «Archeologia dell'architettura», 1996, 1, pp. 151-154.
- DELLA TORRE 2009 - S. DELLA TORRE, *Gli studi sulle tecniche costruttive*, in VARAGNOLI 2009a, pp. 7-14.
- DELLA TORRE, MANNONI, PRACCHI 1996 - S. DELLA TORRE, T. MANNONI, V. PRACCHI (a cura di), *Magistri d'Europa. Eventi, relazioni, strutture della migrazione di artisti e costruttori dai laghi lombardi*, Atti del Convegno di Studi (Como, 23-26 ottobre 1996), Nodo Libri, Como 1997.
- DELLA TORRE (a cura di), *Progetto e cantiere: orizzonti operativi*, Quasar, Roma 2017.
- D'APRILE 2001 - M. D'APRILE, *Murature angioino-aragonesi in Terra di Lavoro*, Arte Tipografica, Napoli 2001.
- D'APRILE 2008 - M. D'APRILE, *Lo studio delle tecniche costruttive tradizionali nella produzione scientifica dell'ultimo trentennio in Campania*, in PRACCHI 2008, pp. 45-48.
- FIENGO 2009 - G. FIENGO, *Atlante delle Tecniche Costruttive Tradizionali di Napoli e Terra di Lavoro*, in VARAGNOLI 2009a, pp. 27-34.
- FIENGO, GUERRIERO 1999 - G. FIENGO, L. GUERRIERO (a cura di), *Murature tradizionali napoletane. Cronologia dei paramenti tra il XVI ed il XIX secolo*, Arte Tipografica, Napoli 1999.
- FIENGO, GUERRIERO 2009 - G. FIENGO, L. GUERRIERO (a cura di), *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali. Lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca. L'indagine documentaria*, Arte Tipografica, Napoli 2009.
- FIORANI 1996a - D. FIORANI, *Le tecniche costruttive murarie medievali del Basso Lazio. Metodo e percorsi di una ricerca*, in DELLA TORRE 1996, pp. 97-111.
- FIORANI 1996b - D. FIORANI, *Tecniche costruttive murarie medievali. Il Lazio meridionale*, L'Erma di Bretschneider, Roma 1996.
- FIORANI 2004a - D. FIORANI, *Materiale Lapideo*, in CARBONARA 2004, pp. 25-49.
- FIORANI 2004b - D. FIORANI, *Strutture in elevato*, in CARBONARA 2004, pp. 176-209.
- FIORANI 2005 - D. FIORANI, *Murature medievali in Italia, spunti di riflessione da una ricerca*, in FIORANI, ESPOSITO 2005, pp. 31-45.
- FIORANI, ESPOSITO 2005 - D. FIORANI, D. ESPOSITO, *Tecniche costruttive dell'edilizia storica. Conoscere per conservare*, Viella, Roma 2005.
- FIORILLO, PEDUTO 2003 - R. FIORILLO, P. PEDUTO (a cura di), *III Congresso Nazionale di Archeologia Medievale* (Atti di convegno, Salerno, 2-5 ottobre 2003), All'Insegna del Giglio, Firenze 2003.

- FIORINO 2017 - D.R. FIORINO, *Il Restauro incontra altre discipline: dalla conservazione dell'architettura un modello per la tutela del paesaggio*, in DELLA TORRE 2017, pp. 668-678.
- FIORINO, GIANNATTASIO, GRILLO 2015 - D.R. FIORINO, C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *Fortificazioni e cronologie. Protocolli conoscitivi per la conservazione*, in FIORINO, PINTUS 2015, pp. 128-172.
- FIORINO, GRILLO, PILIA 2016 - D.R. FIORINO, M.S. GRILLO, E. PILIA, *Historic mortars as record in the knowledge of ruins*, in PAPAYIANNI, STEFANIDOU, PACHTA 2016, pp. 249-256.
- FIORINO, PILI, PINTUS, VACCA 2017 - D. R. FIORINO, D. PILI, V. PINTUS, G. VACCA, *A webgis for the knowledge and conservation of the historical wall structures of the 13th-18th centuries*, in «The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», 2017, XLII-5/W1, pp. 551-556.
- FIORINO, PINTUS 2015 - D.R. FIORINO, M. PINTUS (a cura di), *Verso un Atlante dei sistemi difensivi della Sardegna*, Giannini ed., Napoli 2015.
- FLEURY *et al.* 2016 - F. FLEURY *et al.* (a cura di), *Les temps de la construction. Processus, acteurs, matèriaux*, Picard, Paris 2016.
- FOIS 2012 - F. FOIS, *Castelli della Sardegna Medioevale*, Arkadia, Cagliari 2012.
- FRANCOVICH, PARENTI 1998 - R. FRANCOVICH, R. PARENTI (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti*, All'insegna del Giglio, Firenze 1998.
- FRULIO 2000 - G. FRULIO, *Applicazione e risultati della lettura metrologica su alcuni edifici basso-medievali della Sardegna*, in ABATANGELO *et al.* 2000, pp. 248-256.
- FRULIO 2001 - FRULIO 2001, *Tecniche costruttive medievali: Alghero: segni della cultura materiale*, in «Almanacco gallurese», (IX) 2001, pp. 60-61.
- FRULIO 2002 - G. FRULIO 2002, *Tecniche costruttive della Sardegna medioevale: il monumento come fonte per la conoscenza, in La Civiltà giudicale in Sardegna nei secoli XI-XIII: fonti e documenti scritti*, Atti del Convegno nazionale (Sassari, Aula Magna dell'Università, 16-17 marzo 2001, Usini, chiesa di Santa Croce, 18 marzo 2001), Associazione "Condaghe S. Pietro in Silki", Sassari 2002, pp. 485-496.
- FRULIO 2003 - G. FRULIO, *L'utilizzo delle cave di pietra da calce e da gesso in Sardegna nell'età post-medievale*, in «Archeologia Postmedievale», 2003, 7, pp. 55-78.
- FRULIO 2007 - G. FRULIO, *Maestranze e cantiere edilizio nella Sardegna medievale: marche lapidarie di cottimo e di posizione*, in ANGIOLILLO, GIUMAN, PASOLINI 2007, pp. 381-390.
- GIANNATTASIO 2008 - C. GIANNATTASIO, *Lo stato dell'arte sullo studio delle tecniche costruttive in Sardegna*, in PRACCHI 2008, pp. 53-58.
- GIANNATTASIO *et al.* (in corso di stampa) - C. GIANNATTASIO, M.S. GRILLO, V. PINTUS, M.S. PIRISINO, *Protocolli conoscitivi per la conservazione dei paesaggi militari medievali della Sardegna. Castelli del XIII secolo nei Giudicati di Cagliari e di Gallura / Protocols of knowledge for the conservation of Sardinian medieval military landscapes. Castles of 13th century in Cagliari and Gallura Kingdoms*, in G. DAMIANI, D.R. FIORINO (a cura di), *Military Landscapes. A Future for Military Heritage*, Skira, Milano (in corso di stampa).
- GIANNATTASIO, FIORINO, GRILLO 2015 - C. GIANNATTASIO, D.R. FIORINO, M.S. GRILLO, *Fortificazioni e cronologie. Protocolli conoscitivi per la conservazione*, in FIORINO, PINTUS 2015, pp. 128-172.
- GIANNATTASIO, GRILLO, MURRU 2017 - C. GIANNATTASIO, M.S. GRILLO, S. MURRU, *Il sistema di torri costiere della Sardegna. Forma, Materie, Tecniche Murarie*, L'Erma di Bretschneider, Roma 2017.
- GIANNATTASIO, GRILLO, PINTUS 2015 - C. GIANNATTASIO, M.S. GRILLO, V. PINTUS, *Fortificazioni e cronologie. Lo studio delle apparecchiature murarie del Castello Siviller di Villasor per la definizione di crono-tipologie quattrocentesche*, in «Facta. A Journal of Roman Material Culture Studies», 2015, 9, pp. 29-56.

- GIANNATTASIO, GRILLO, PINTUS 2016 - C. GIANNATTASIO, M.S. GRILLO, V. PINTUS, *Time and Material. Interdisciplinary Study for Dating St. Francesco Convent in Cagliari (XIII-XXI Century)*, in Athens, ATINER'S Conference Paper Series (Atti di Convegno - July 6th-9th, 2015, Athens, Greece), ARC2015-1848, Athens 2016, pp. 3-14.
- GIANNATTASIO, FIORINO, GRILLO, PINTUS 2017 - C. GIANNATTASIO, D.R. FIORINO, M.S. GRILLO, V. PINTUS, *Investigation Protocols for Dating Defence Architecture*, in «International Journal of Heritage Architecture. Studies, Repairs and Maintenance», (I) 2017, 2, pp. 203-215.
- GIANNATTASIO, PINTUS 2013 - C. GIANNATTASIO, V. PINTUS, *Il complesso claustrale di San Francesco a Stampace in Cagliari. Archeologia dell'architettura per il progetto di restauro*, in «Arkos - Scienza e Restauro», 2013, 3-4, pp. 51-72.
- GIANNATTASIO, PINTUS 2015 - C. GIANNATTASIO, V. PINTUS, *Sistemi fortificati nel Sud Sardegna. Tipi architettonici e cronotipi murari (XII-XV secolo)*, in «Palladio. Rivista di Storia dell'architettura e restauro», 2015, 55, pp. 45-64.
- GRIECO 2004 - V. GRIECO, *Roccas IV. I catalani e il castelliere sardo*, S'Alvure, Oristano 2004.
- GRILLO 2009 - M.S. GRILLO, *Notizie geologiche, petrografiche e storiche*, in ATZENI, SANNA 2009, pp. 1-23.
- GUERRIERO 2005 - L. GUERRIERO, *Esperienze di mensiocronologia degli elementi costruttivi tradizionali campani*, in FIORANI, ESPOSITO 2005, pp. 175-190.
- GUIDETTI 1987 - M. GUIDETTI (a cura di), *Storia dei sardi e della Sardegna*, Jaca Book, Milano 1987.
- KHANOUSI, RUGGERI, VISMARA 2002 - M. KHANOUSI, P. RUGGERI, C. VISMARA (a cura di), *L'Africa Romana. Lo spazio del Mediterraneo occidentale: geografia storica ed economia*, Atti del XIV Convegno di Studi (Sassari, 7-10 dicembre 2000), Carocci, Roma 2002.
- LUONGO, PAPERINI 2014 - A. LUONGO, M. PAPERINI (a cura di), *Medioevo in Formazione. Tra ricerca e divulgazione*, Atti del Convegno (Somma Lombardo, 10-13 ottobre 2013), Debate, Livorno 2014 (Confronti, 4).
- MANFREDI 2003 - A. MANFREDI, *Tecniche costruttive medievali nel territorio di Pomarance (PI): murature, sezioni e forma dei concii nelle architetture dell'XI-XIV secolo*, in Atti del Congresso nazionale di archeologia medievale (Salerno, 2-5 ottobre 2003), All'insegna del Giglio, Firenze 2003, pp. 559-566.
- MANNONI 1976 - T. MANNONI, *L'analisi delle tecniche murarie medievali in Liguria*, in Atti del Colloquio Internazionale di Archeologia Medievale del Mediterraneo, (Palermo-Erice 20-22 settembre 1974), Istituto di Storia Medievale, Università degli Studi di Palermo, Palermo 1976, pp. 291-300.
- MANNONI 1984 - T. MANNONI, *Metodi di datazione dell'edilizia storica*, in «Archeologia medievale», XI (1984), pp. 396-403.
- MANNONI 1990 - T. MANNONI, *La conservazione del sopravvissuto*, in CODELLO, MASIERO 1990, pp. 289-293.
- MARZOCCA 2014 - F. MARZOCCA, *Il nuovo approccio scientifico verso la Transdisciplinarietà*, Mythos, Roma 2014.
- MATTONE, SODDU 2007 - A. MATTONE, A. SODDU (a cura di), *Castelsardo. Novecento anni di storia*, Carocci, Roma 2007.
- MELONI, SIMBULA 1996 - G. MELONI, P.F. SIMBULA (a cura di), *Da Olbia ad Olbia, 2500 anni di storia di una città mediterranea*, Atti del Convegno Internazionale di Studi (Olbia, 12-14 Maggio 1994), 2 voll., Chiarella, Sassari 1996.
- MELONI, SIMBULA, SODDU 2010 - G. MELONI, P.F. SIMBULA, A. SODDU (a cura di), *Identità cittadine ed élites politiche e economiche in Sardegna tra XIII e XV secolo*, EDES, Sassari 2010.
- MENGALI 2015 - M.A.L. MENGALI, *L'architettura fortificata medievale della Toscana*, L'Erma di Bretschneider, Roma 2015.
- MILANESE 1996 - M. MILANESE, *Recherches récentes d'archéologie médiévale en Corse, Patrimoine d'une île*, in «Archeologia medievale: cultura materiale, insediamenti, territorio», 1996, 23, pp. 786-789.
- MILANESE 1999 - M. MILANESE, *Alghero. Le trasformazioni di uno spazio urbano tra XVI e XX secolo. Il progetto di ricerca e le campagne di scavo 1997/1998: relazione preliminare*, in «Archeologia postmedievale: società, ambiente, produzione», 1999, 3, pp. 35-86.
- MILANESE 2002 - M. MILANESE, *L'attività di ricerca in Sardegna e in Tunisia delle Cattedre di Metodologia della Ricerca Archeologica e di Archeologia Medievale delle Università di Pisa e di Sassari*, in KHANOUSI, RUGGERI, VISMARA 2002, pp. 2429-2474.

- MILANESE 2009 - M. MILANESE, *Archeologia delle piazzeforti spagnole della Sardegna nord-occidentale* (Alghero, Bosa e Castelsardo), in «Archeologia Postmedievale», 2009, 13, pp. 141-170.
- MILANESE 2010a - M. MILANESE, *Castelsardo: archeologia di una fortezza dai Doria agli Spagnoli*, Carlo Delfino, Sassari 2010.
- MILANESE 2010b - M. MILANESE, *Paesaggi rurali e luoghi del potere nella Sardegna medievale*, in «Archeologia Medievale», 2010, 37, pp. 247-258.
- MILANESE 2015 - M. MILANESE, *Incastellamento e archeologia della Signoria in Sardegna*, in FIORINO, PINTUS 2015, pp. 117-128.
- MONTELLI 2011 - E. MONTELLI, *Tecniche costruttive murarie medievali. Mattoni e laterizi in Roma e nel Lazio fra X e XV sec.*, L'Erma di Bretschneider, Roma 2011.
- MOSSA 1994 - V. MOSSA, *Vicende dell'architettura in Sardegna*, Carlo Delfino, Sassari 1994.
- MURRU 2016 - S. MURRU, *Le torri costiere della Sardegna nel Mediterraneo. Cronotipologie delle strutture murarie*, Tesi di dottorato di ricerca in Tecnologie per la conservazione dei beni architettonici e ambientali, XXVII ciclo, tutors: C. Giannattasio, S.M. Grillo, Università degli Studi di Cagliari, 2016.
- NAITZA 1992 - S. Naitza, *Architettura dal tardo '600 al classicismo purista*, Illisso, Nuoro 1992.
- ORTU 2005 - G.G. ORTU, *La Sardegna dei giudici*, il Maestrale, Nuoro 2005.
- ORTU 2009 - G.G. ORTU, *Le aree storiche della Sardegna: costruzioni territoriali e civili*, in ORTU, SANNA 2009, pp. 1-82.
- ORTU 2010 - G.G. ORTU, *Il principe, il filosofo, l'architetto. Contesti storici e simbolici delle architetture europee in età moderna*, CUEC, Cagliari 2010.
- ORTU 2017 - G.G. ORTU, *La Sardegna tra Arborea e Aragona*, il Maestrale, Nuoro 2017.
- ORTU, SANNA 2009 - G.G. ORTU, A. SANNA (a cura di), *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. La geografia dell'abitare (0-1)*, DEI, Roma 2009.
- PAPAYIANNI, STEFANIDOU, PACHTA 2016 - I. PAPAYIANNI, M. STEFANIDOU, V. PACHTA (a cura di), *Historic Mortars Conference*, Proceedings of the 4th HMC2016 (Santorini, 10-12 ottobre 2016), Thessaloniki 2016.
- PARENTI 1988 - R. PARENTI *Sulla possibilità di datazione e di classificazione delle murature*, in FRANCOVICH, PARENTI 1988, pp. 280-304.
- PETRUCCI 1988 - S. PETRUCCI, *Cagliari nel Trecento. Politica, istituzioni, economia e società. Dalla conquista aragonese alla guerra tra Arborea ed Aragona (1323-1365)*, Tesi di dottorato europeo in Antropologia, Storia Medioevale, Filologia e Letterature del Mediterraneo Occidentale in Relazione alla Sardegna (Università degli Studi di Sassari, Facoltà di Lettere e Filosofia - ciclo XX), tutors: P. F. Simbula, G. Meloni, 1988.
- PILONI 1974 - L. PILONI, *Carte geografiche della Sardegna*, Editrice Sarda Fossataro, Cagliari 1974.
- PINTUS 2017 - V. PINTUS, *Architettura fortificata del Sud Sardegna. Cronotipologia delle strutture murarie (XII-XV secolo)*, Tesi di dottorato di ricerca in Tecnologie per la conservazione dei beni architettonici e ambientali, XXVIII ciclo, coordinatore: A.M. Colavitti, tutors scientifici: C. Giannattasio, S.M. Grillo, Università degli Studi di Cagliari, 2017.
- PIRISINO 2017a - M.S. PIRISINO, *Architettura fortificata del Nord Sardegna. Cronotipologie murarie (XII-XV secolo)/Fortified Architecture in Northern Sardinia. Masonry chronotypologies (12th-15th centuries)*, Tesi di dottorato di ricerca in Ingegneria Civile e Architettura, XXIX ciclo, coordinatore: R. Deidda, tutors scientifici: C. Giannattasio, S.M. Grillo, A. Hartmann Virnich, Università degli Studi di Cagliari, 2017.
- PIRISINO 2017b - M.S. PIRISINO, *Percorsi di conoscenza per il patrimonio fortificato della Sardegna settentrionale (XII-XV secolo). Architettura, materiali e tecniche murarie*, in «ArcHistoR», IV (2017), 7, pp. 154-189.
- POISSON 1976 - J.M. POISSON, *Bondo Gerbo de Bullis. Les rapports économiques entre Pise et la Sardaigne à la fin du XIII^{ème} siècle, vus à travers l'activité d'un homme d'affaires pisan*, «Mélanges de l'École Française de Rome, Moyen Age», LXXXVIII (1976), 2, pp. 501-533.
- POISSON 1983 - J.M. POISSON, *Habitat et fortifications en Sardaigne médiévale*, in *Castrum 1. Habitats fortifiés et organisation*

- de l'espace en Méditerranée médiévale, Actes de la Table ronde de Lyon (Lyon 4 et 5 mai 1982), GIS Maison de l'Orient et Presses Universitaires de Lyon, Lyon 1983, pp. 113-118.
- POISSON 1988 - J.M. POISSON, *Menaces extérieures et défense des zones côtières de la Sardaigne pendant le haut Moyen Age*, in A. BAZZANA (a cura di), *Castrum 3. Guerre, fortification et habitat en Méditerranée médiévale*, Actes du colloque de Madrid (Madrid, 24-27 novembre 1985), Ecole Française de Rome, Roma 1988, pp. 49-58.
- POISSON 1989 - J.M. POISSON, *Castelli medievali di Sardegna. Dati storici e dati archeologici*, in «Archeologia Medievale» 1989, 16, pp. 191-204.
- POISSON 1990 - J.M. POISSON, *L'érection de châteaux dans la Sardaigne pisane (XIIIe s.) et ses conséquences sur la réorganisation du réseau des habitats*, in *Château-Gaillard* (colloque de Najac), publication du CRAM, Caen 1988, pp. 351-366.
- POISSON 1992 - J.M. POISSON, *Châteaux, frontières et naissance des judicats en Sardaigne*, in *Castrum 4. Frontière et peuplement dans le monde méditerranéen au Moyen Age*, (Collection de l'Ecole française de Rome 105) Madrid-Rome 1992, pp. 309-319.
- POISSON 1995 - J.M. POISSON, *Formes urbaines de la colonisation pisane en Sardaigne*, in M. BALARD, A. DUCELIER (a cura di), *Coloniser au Moyen âge*, Armand Colin, Paris 1995, pp. 39-49.
- PRACCHI 2008 - V. PRACCHI (a cura di), *Lo studio delle tecniche costruttive storiche: stato dell'arte e prospettive di ricerca*, NODO Libri, Como 2008.
- PUTZU 2015 - M.G. PUTZU, *Tecniche costruttive murarie medievali. La Sardegna*, L'Erma di Bretschneider, Roma 2015.
- RASSU 2007 - M. RASSU, *Rocche turrite, Guida ai castelli medievali della Sardegna*, Grafica del Parteolla, Dolianova 2007.
- RASSU 2008 - M. RASSU, *L'impronta di un regno. Centri abitati e organizzazione territoriale nel giudicato d'Arborea*, Ghilarza 2008.
- RASSU, SERRA 2008 - M. RASSU, A. SERRA, *Il castello di San Michele*, APM, Iglesias 2008.
- SALVI, GARBI 2010 - D. SALVI, I. GARBI, *Il castello di Acquafredda. Note di storia e archeologia*, Soprintendenza archeologica per le province di Cagliari e Oristano, Cagliari 2010.
- SCANO 1907 [1979] - D. SCANO, *Storia dell'arte in Sardegna dal XI al XIV secolo*, Cagliari 1907, rist. an. Arnoldo Forni Editore, Sala Bolognese 1979.
- SCANO 1908 - D. SCANO, *Le pietre da taglio negli edifici monumentali della Sardegna*, Tipografia G. Montorsi, Cagliari 1908.
- SCARPELLINI 2009 - P. SCARPELLINI, *Informazioni tecniche dall'indagine documentaria*, IN ORTU, SANNA 2009, pp. 271-334.
- SEGNI PULVIRENTI, SARI 1994 - F. SEGNI PULVIRENTI, A. SARI, *Architettura tardogotica e d'influsso rinascimentale*, Ilisso, Nuoro 1994.
- SETTIA 1984 - A.A. SETTIA, *Proteggere e dominare. Fortificazioni e popolamento nell'Italia medievale*, Viella, Roma 1999.
- SETTIA 2017 - A.A. SETTIA, *Castelli medievali*, Il Mulino, Bologna 2017.
- SIMBULA, SODDU 2012 - P.F. SIMBULA, A. SODDU (a cura di), *Identità cittadine e aggregazioni sociali in Italia, secoli XI-XV*, CERM, Trieste 2012.
- SIMBULA, SODDU 2013 - P.F. SIMBULA, A. SODDU (a cura di), *La Sardegna nel Mediterraneo tardomedievale*, CERM, Trieste 2013.
- SODDU 2013 - A. SODDU, *Incastellamento in Sardegna. L'esempio di Monte Leone*, Quaderni di *Castra Sardiniae 1*, Ae Aonia Edizioni, Lulu Press, Raleigh 2013.
- SODDU 2015 - A. SODDU, *Castelli signorili nella Sardegna medievale (XIII-XIV sec.)*, in FIORINO, PINTUS 2015, pp. 265- 271.
- TANGHERONI 1985 - M. TANGHERONI, *La città dell'argento. Iglesias dalle origini alla fine del Medioevo*, Liguori, Napoli 1985.
- TORRACA 1976 - G. TORRACA, *Treatment of Stone in Monuments a Review of principles and processes*, in *The Conservation of Stone - I*, Atti del congresso internazionale (Bologna, 19-21 giugno 1975), Centro per la conservazione delle sculture all'aperto, Bologna 1976, pp. 297-315.

- TORRACA 1982 - G. TORRACA, *The scientist's Role in Historic Preservation with particular reference to Stone Conservation*, in *Conservation of Historic Stone Buildings and Monuments*, Report of the Committee on Conservation of Historic Stone Buildings and Monuments, National Academy Press, Washington 1982, pp. 13-21.
- TRECCANI 1996 - G.P. TRECCANI, *Archeologia stratigrafica e conservazione del costruito: alcuni obiettivi condivisi*, in «Archeologia dell'Architettura», 1996, 1, 139-150.
- URGU 2015 - A. URGU, *Le chiese rurali del nord-ovest della Sardegna. Il contributo dell'archeologia dell'architettura nello studio dei villaggi medievali scomparsi*, in LUONGO, PAPERINI 2015, pp. 78-87.
- URGU 2016 - A. URGU, *La mensiochronologie des éléments en pierre: la création d'un atlas mensio-chrono-typologique pour l'étude des églises médiévales dans le contexte sarde*, in FLEURY et al. 2016, pp. 1119-1131.
- VARAGNOLI 2009a - C. VARAGNOLI (a cura di), *Muri parlanti*, Alinea, Città di Castello 2009.
- VARAGNOLI 2009b - C. VARAGNOLI, *Lo stato dell'arte in Abruzzo*, in FIENGO, GUERRIERO 2009, pp. 54-62.
- VASSALLO 2009 - E. VASSALLO, *Lo stato dell'arte in Veneto*, in FIENGO, GUERRIERO 2009, pp. 49-51.
- VINARDI 2009 - M.G. VINARDI, *Lo stato dell'arte in Piemonte*, in FIENGO, GUERRIERO 2009, pp. 27-44.