



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento dei Beni Culturali:
archeologia, storia dell'arte, del cinema e della musica**

Corso di Laurea Magistrale in Scienze Archeologiche

**Acquisizione e analisi di impronte di calzature rilevate nel
cantiere del teatro romano di Aquileia**

**(Survey and analysis of human footprints in the construction site of the
Roman theatre of Aquileia)**

Relatore

Prof. Andrea Raffaele Ghiotto

Correlatrice

Dott.ssa Emanuela Faresin

Laureando: Matteo Cuzzolin

Matricola: 1242448

Anno Accademico
2021/2022

Indice

Premessa	5
CAPITOLO 1. IL TEATRO ROMANO DI AQUILEIA.....	9
1.1 Il quartiere degli spettacoli	9
1.2 Lo scavo dell'edificio.	12
1.3 La cavea	14
1.4 Aditus Maximus.....	19
1.5 L'orchestra.....	22
1.6 Lo spazio scenico	24
1.7 Le zone limitrofe del teatro.....	29
1.8 La seconda vita dell'edificio	30
CAPITOLO 2. LE CALZATURE CHIODATE IN ETÀ ROMANA. DATI ARCHEOLOGICI	33
2.1 Storia degli studi.....	34
2.2 Contesti di ritrovamenti di calzature.....	40
2.3 Fonti indirette letterarie e iconografiche (breve cenni).....	44
2.4 Tipologie di calzature chiodate	49
2.4.1 Le <i>carbatinae</i>	49
2.4.2 I <i>perones</i>	51
2.4.3 Le <i>sculponae</i>	53
2.4.4 Le <i>caligae</i>	54
2.4.5 Le <i>solae</i>	55
2.5 I <i>clavi caligarii</i>	57
2.6 Ritrovamenti di chiodi nel territorio orientale della <i>Regio X (Venetia et Histria)</i>	61
2.7 Casi di impronte chiodate in contesti edilizi	67
2.7.1 Impronte su materiali edilizi fittili	67
2.7.2 Impronte sulla malta di strutture murarie	76
CAPITOLO 3. LE IMPRONTE DI CALZATURE IMPRESSE SULLA MALTA DEL SECONDO MURO RADIALE ESTERNO DEL TEATRO ROMANO DI AQUILEIA	79
CAPITOLO 4 ACQUISIZIONE E ANALISI DELLE TRACCE IMPRESSE SULLA MALTA DEL SECONDO MURO RADIALE ESTERNO	89
4.1 L'uso del rilievo tridimensionale nell'archeologia.....	89
4.2 Le tecniche di rilievo impiegate nello studio delle impronte.....	93
4.2.1 Fotogrammetria	93
4.2.2 Rilievo a luce strutturata	98
4.3 Analisi dei modelli 3D.....	105

Appendice. Raggio delle impressioni e distanze tra impressioni adiacenti (da centro a centro)	121
CAPITOLO 5. OSSERVAZIONI CONCLUSIVE	147
5.1 Proposta d'identificazione della tipologia di calzatura	147
5.2 Informazioni sulle operazioni di cantiere: organizzazione del lavoro e tempi di realizzazione del filare di mattoni	152
Bibliografia	159

Premessa

L'antropologo Edward Tylor, nella seconda metà del XIX secolo, pubblicò l'opera che diventerà la più conosciuta tra i suoi lavori, ovvero il libro *Primitive Culture*, uno dei testi fondamentali per la nascita dell'antropologia. Nella prima pagina del primo volume Tylor dà questa definizione per il termine "cultura": "Culture or Civilization, taken in its wide ethnographic sense, is that complex whole which includes knowledge, belief, art, morals, law, custom, and any other capabilities and habits acquired by man as a member of society" ("La cultura, o civiltà, intesa nel suo ampio senso etnografico, è quell'insieme complesso che include la conoscenza, le credenze, l'arte, la morale, il diritto, il costume e qualsiasi altra capacità e abitudine acquisita dall'uomo come membro di una società")¹. Con questa definizione Tylor sottolinea due aspetti. Il primo è la constatazione che la cultura sia un elemento intrinseco della società, non un qualcosa di innato, ma qualcosa che l'uomo apprende dall'esterno durante la sua vita ed è condiviso da una comunità di individui. Il secondo aspetto è l'osservazione che la cultura non comprenda al suo interno solamente le attività intellettuali, ma al contrario abbracci tutte le abitudini e capacità trasmesse socialmente ed acquisite.

Tenendo in considerazione questa linea di pensiero, risulta facilmente intuitivo cogliere l'importanza che il vestiario riveste all'interno del patrimonio culturale di una singola società, sia nel mondo antico che in quello contemporaneo. La piena comprensione dell'importanza fondamentale rivestita da questo ambito negli studi di una società, si riconosce nel seminario, tenuto a Roma nel 1988, intitolato *The Religious, Social, Political, Significance of Roman dress*. Il seminario, diretto da Larissa Bonfante, aveva come scopo quello di incentivare l'integrazione all'interno degli studi del mondo classico, le ricerche di antropologia del vestiario, che in quel periodo stavano incominciando a prendere piede².

Tra gli elementi di abbigliamento che hanno accompagnato l'umanità passo dopo passo nel corso della storia, un ruolo di rilievo è occupato dalle calzature, strumento sostanziale per l'uomo nella maggior parte delle sue azioni. Le scarpe sono da sempre uno strumento primario per conoscere una particolare società, dato che sono oggetto di molte consuetudini o tradizioni. Nel mondo moderno per esempio si può osservare come nella tradizione giapponese sia consueto togliere le scarpe quando si entra in casa. Questa

¹ Tylor 1871, p. 1

² Sebesta e Bonfante 2001, p. 3

tradizione affonda le sue radici nel passato: i pavimenti delle case giapponesi erano coperti solitamente dal *tatami*, che erano pannelli rettangolari in legno, rivestiti da paglia intrecciata e pressata. Il *tatami* era molto delicato, quindi divenne d'uso nel galateo nipponico, spogliarsi delle calzature in una zona adibita della casa, situata all'ingresso, chiamata *genkan*, al fine evitare di sporcare o rovinare il *tatami*.

La civiltà romana non faceva eccezione in questo ambito. Una tradizione molto simile a quella giapponese, appena descritta, era quella di cambiare tipo di scarpa, quando si entrava in casa di un estraneo. Il galateo romano non vedeva di buon occhio calzare in casa, quindi in un ambito privato, i *calcei*, scarpa indossata durante la vita pubblica del foro. In contesto domestico quindi i Romani utilizzavano le *solae*, che a loro volta, non venivano indossate all'esterno della casa, perché ritenuto di cattivo gusto. A testimonianza di questa consuetudine possiamo leggere nell'opera *Epodi* di Orazio³, come, i cittadini più facoltosi, si portassero appresso uno schiavo quando venivano invitati a un banchetto. Questo schiavo aveva il compito di portare con sé le *solae*, che venivano indossate dall'invitato per entrare in casa dell'anfitrione, che aveva organizzato il banchetto.

Le calzature romane quindi erano un vero e proprio segno di distinzione sociale nel mondo romano. Gli stessi *calcei* si dividevano in diversi sottotipi in base alla disponibilità economica di chi li portava: i *calcei patricii* e *senatorii* potevano essere utilizzati solamente dalle classi sociali di più alto rango, come i senatori, mentre coloro che appartenevano alla classe sociale dei cavalieri indossavano i cosiddetti *calcei equestres*. Le scarpe potevano indicare anche il ruolo che aveva nella società romana chi le indossava: le *caligae* si trovavano ai piedi dei soldati romani, *cothurni* e *socci* erano indossati dagli attori di teatro. Non solo all'interno della società romana stessa, ma anche nel confronto con altre popolazioni, le calzature romane furono un elemento di distinzione significativo, come nel caso dell'introduzione da parte dei romani della pratica di chiodare le soles delle scarpe. Inizialmente questa tecnica di produzione venne applicata solamente per le *caligae*, ma in un periodo successivo venne estesa anche a scarpe di uso quotidiano come *solae*, *carbatinae*, *sculponae* o *perones*. Questi esempi permettono di comprendere quanto importante sia lo studio delle calzature per una conoscenza più approfondita della società romana.

³ Orazio *Epodi* 1, 13-15

Lo studio delle calzature antiche si è basato su diversi tipi di fonti: fonte dirette, come i ritrovamenti di reperti in cuoio, interi o frammentati, e fonti indirette come quelle iconografiche e letterarie, senza tralasciare le impronte lasciate su materiali edilizi. Quest'ultimo tipo di evidenza è stato riscontrato nel sito del teatro romano di Aquileia, durante gli scavi condotti a partire dal 2015 dall'Università di Padova⁴. Sulla malta di un muro radiale della *cavea*, sono osservabili numerose impronte con tracce puntiformi, lasciate dalle soles chiodate delle calzature di coloro che stavano lavorando nel cantiere. Lo scopo della presente tesi consiste nel documentare e interpretare queste evidenze e trarne informazioni sulla fase di cantiere dell'edificio, avvalendosi dell'utilizzo di tecniche di rilievo 3D come la fotogrammetria e il rilievo a luce strutturata per l'analisi delle impronte più significative dal punto di vista diagnostico, ovvero quelle che si presentano quasi complete o che rappresentano una parte della suola, come il tacco o la punta, in maniera ben definita.

Lo studio di queste impronte può rivelarsi può dare risposta a diversi interrogativi. In primo luogo l'identificazione del tipo di calzatura che ha lasciato le impressioni sulla malta può fornirci informazioni significative riguardo il vestiario comune di un lavoratore romano; in secondo luogo è possibile fare luce su alcune dinamiche del cantiere del teatro, come il numero di persone adibito alla costruzione del muro e le loro aree di lavoro.

Il lavoro è stato strutturato in cinque capitoli. Nel primo capitolo si espone il contesto di ritrovamento delle impronte nel teatro romano di Aquileia. Il teatro, situato nel cosiddetto "Quartiere degli spettacoli", che si posizionava al di fuori delle mura urbane, era uno dei tre principali luoghi di intrattenimento per i cittadini aquileiesi, insieme all'anfiteatro e al circo. Nel capitolo, dopo una breve introduzione, dove vengono menzionati gli scavi novecenteschi, condotti da Luisa Bertacchi, e gli scavi recenti, condotti dall'Università di Padova, vengono descritte le diverse parti del teatro, indagate con le ultime operazioni di scavo.

Il secondo capitolo si concentra sulle calzature romane. Dopo aver evidenziato la storia degli studi e l'importanza di queste ricerche per una comprensione maggiore della società romana, il capitolo si focalizza sui *clavi caligarii*, evidenziando i contesti di ritrovamento (con un approfondimento sulla parte orientale della *Regio X Venetia et Histria*) e le

⁴ Le indagini, dirette dal prof. A.R. Ghiotto, si svolgono in regime di concessione ministeriale (prot. DG-ABAP n. 7445 del 10/3/2017; n. 14007-P del 17/5/2019) e in accordo con la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio del Friuli Venezia Giulia, nell'ambito di una collaborazione scientifica e finanziaria avviata tra il Dipartimento dei Beni Culturali dell'Università di Padova e la Fondazione Aquileia.

tipologie di calzature, che presentavano una suola chiodata. Il capitolo infine si chiude con una rassegna dei casi di impressioni su materiali edilizi che sono stati documentati.

Il terzo capitolo è dedicato alla presentazione e alla descrizione del caso studio in esame, in cui vengono delineati i principali aspetti del ritrovamento, seguiti da una documentazione fotografica del caso studio.

Il quarto capitolo si focalizza sull'operazione di rilievo e di analisi delle impronte. Nella prima parte viene documentato in breve l'utilizzo dei sistemi di rilievo in diversi ambiti dell'archeologia. La seconda parte ha il fine di spiegare le tecniche di rilievo utilizzate per documentare l'evidenza archeologica in esame: il rilievo fotogrammetrico e il rilievo a luce strutturata. Nella terza parte vengono illustrate le operazioni compiute per la documentazione e l'analisi delle impronte. Per l'analisi delle impronte si è inoltre utilizzato il programma AutoCAD 2022, con cui si è svolto un lavoro di sovrapposizione delle diverse impronte, per identificare una corrispondenza tra di esse.

Nel quinto capitolo, infine, vengono esposti i risultati e i dati ricavati da questo lavoro riguardanti l'identificazione della tipologia di scarpa e alcune osservazioni sulla fase del cantiere della struttura e sulle dinamiche di lavoro.

CAPITOLO 1. IL TEATRO ROMANO DI AQUILEIA

“A lei che sulle scene da molti popoli, da molte città colse gloria d’applausi e fama⁵”. Con queste parole l’attore Eraclide nella prima metà del III secolo d. C., saluta per un’ultima volta la mima Bassilla, dedicandole questa epigrafe al fine di far resistere allo scorrere incessante del tempo il ricordo della bravura della sua collega⁶. Eraclito non poteva però sapere che questo suo ultimo saluto avrebbe conservato oltre il ricordo dell’amica anche il ricordo del teatro stesso, diventando così uno degli indizi rilevanti per l’individuazione del teatro romano di Aquileia.

1.1 Il quartiere degli spettacoli

Risulta difficile parlare del teatro romano di Aquileia senza prima sottolineare l’importanza della sua collocazione nel contesto urbano della colonia. L’edificio infatti si trova situato nella zona della città che è stata chiamata col nome di “Quartiere degli spettacoli”, visto la presenza nella medesima area di altre strutture legate all’ambito ludico (il circo e l’anfiteatro) e ricreativo (grandi terme).

Il cosiddetto “quartiere degli spettacoli” si posizionava nella zona occidentale della città, espandendosi in direzione nord-sud, al di fuori delle mura urbane di epoca repubblicana. Solo più tardi in età tardo-antica, nella prima metà del IV secolo, gli edifici in questione vennero racchiusi all’interno delle mura imperiali, per scongiurare la possibilità che venissero utilizzati da eventuali nemici come forti o basi militari durante le manovre d’assedio⁷.

Il settore scelto presentava però delle problematiche per quanto riguardava la conformazione del terreno, infatti l’area era interessata da frequenti impaludamenti per via della sua natura paludosa, di cui sono arrivati fino ai giorni nostri anche toponimi, come quello di “Marignane”, a confermare le criticità del luogo⁸. Al netto delle avversità causate dal suolo, l’intenzione di edificare nella zona in questione fu una decisione

⁵ Τὴν πολλοῖς δῆμοισι / πάρος, πολλαῖς δε πόλεσσι / δόξαν φωνάεσσάν ἐνι / σκηναῖσι λαβοῦσαν (vac.) / παντοίης ἀρετῆς ἐν μεί/μοις, εἶτα χοροῖσι (virgula) / πολλακίς ἐν θυμέλαις, ἀλ/λ’ οὐχ οὔτω δε θανούση, / τῆ δεκάτῃ μούσῃ το λα/λεῖν σοφὸς Ἡρακλείδης, / μεμάδι Βασίλλῃ στήλην / θέτο βιολόγος φῶς. (virgula) / Ἡ δὴ καὶ νέκυς οὔσα ἴσην / βίου ἔλλαχε τειμήν / μουσικόν εἰς δάπεδον / σῶμ’ ἀναπαυσαμένη. / Ταῦτα / οἱ σύσκηνοί σου λέγουσιν / εὐψύχει, Βασίλλα, οὐδεὶς ἀθά/νατος. (CIG, III, 6750=IG, XIV, 2342)

⁶ Bertacchi 1994, pp. 163-164

⁷ Basso 2004, p. 331

⁸ Basso 2004, p. 330

obbligata da fattori sia naturali sia antropici. La città infatti era lambita dal fiume Natissa nella zona orientale e meridionale, mentre nella parte settentrionale da un canale navigabile. Inoltre l'area settentrionale era caratterizzata dalla presenza da diverse strade, tra cui la via Postumia⁹.

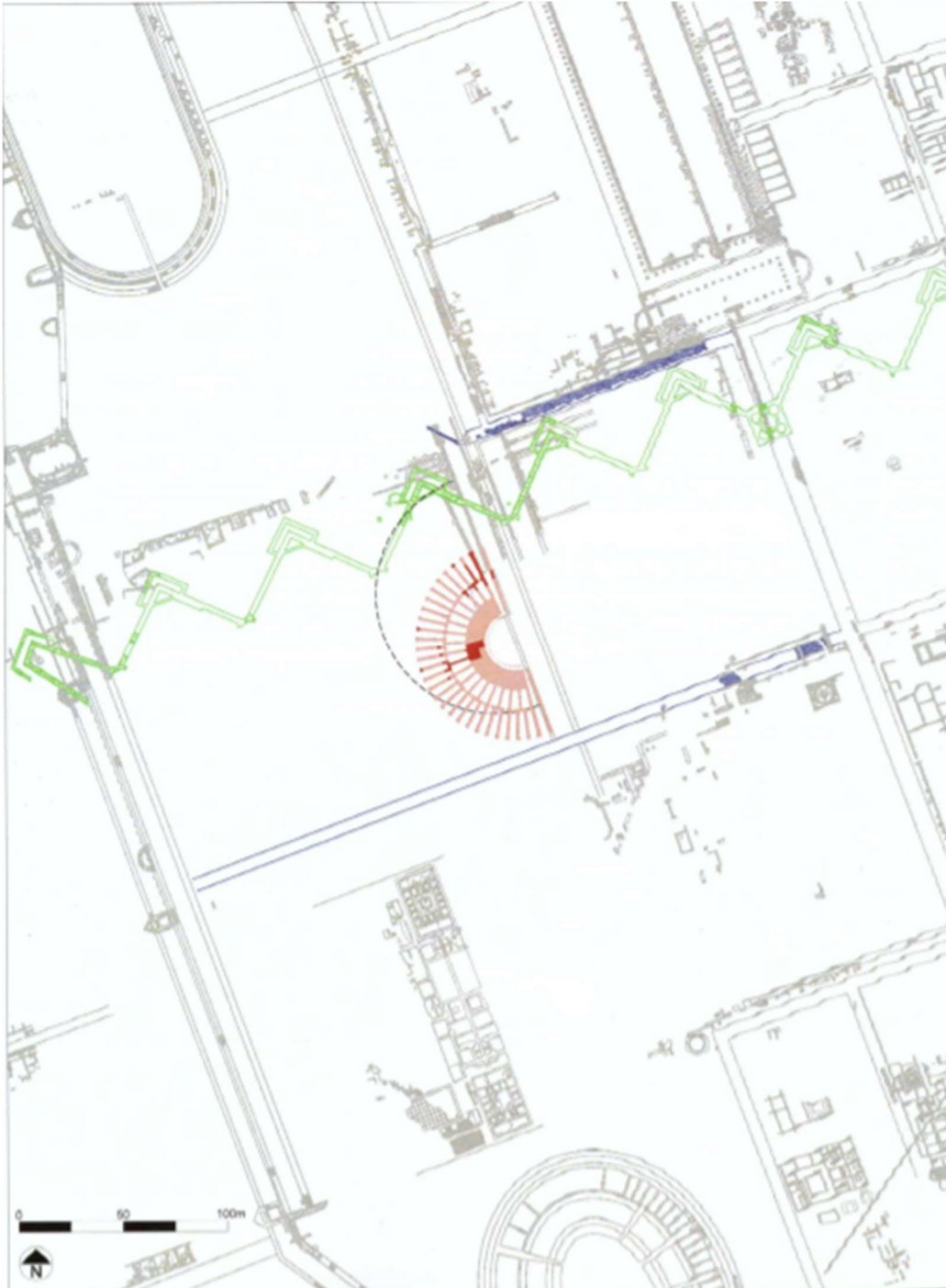


Figura 1 Collocazione della cavea del teatro all'interno del Quartiere degli spettacoli, che viene indicata col colore rosso. La linea tratteggiata nera indica la posizione della cavea ipotizzata da Luisa Bertacchi (Rilievo di Simone Berto; elaborazione di Guido Furlan su base cartografica Bertacchi 2003)

⁹ Basso 2004, pp. 329-330

Ulteriori motivi d'interesse che orientarono la scelta furono molto probabilmente la previsione di un'accessibilità ideale per le strutture di spettacolo, che dovevano accogliere flussi consistenti di persone, data dalle vie di comunicazioni presenti sul luogo, e la difficoltà sia di trovare un'ubicazione adeguata all'interno delle mura repubblicane, sia di evitare espropriazioni coatte che avrebbero portato malcontento tra i cittadini aquileiesi¹⁰.

Grazie alla campagna di scavo condotta dall'Università di Padova dal 2015, è stato possibile individuare in modo preciso l'ubicazione del teatro romano di Aquileia all'interno del "Quartiere degli spettacoli". La struttura, che seguiva l'orientamento tipico della città di Aquileia di circa 22° NW, si posizionava appena al di fuori delle mura repubblicane, le quali potevano essere sfruttate dal teatro come *frons scaena*, secondo un'intuizione avanzata da Luisa Bertacchi, non ancora confermata e da verificare con le campagne di scavo venture. Per quanto concerne il limite settentrionale e meridionale il teatro risulta inscritto tra i prolungamenti ideali a nord del cosiddetto "decumano di Aratria Gallia", mentre a sud di un altro asse viario orientato est-ovest. Più problematico invece risulta riconoscere un limite sul versante occidentale. Per ora le uniche osservazioni possibili da effettuare riguardano l'individuazione di uno spazio aperto, la cui destinazione d'uso potrebbe avere sia di scopo commerciale ma anche di agevolazione della circolazione dei frequentatori del teatro¹¹.

¹⁰ Ghiotto 2018, p. 255

¹¹ Ghiotto 2018, p. 255-257

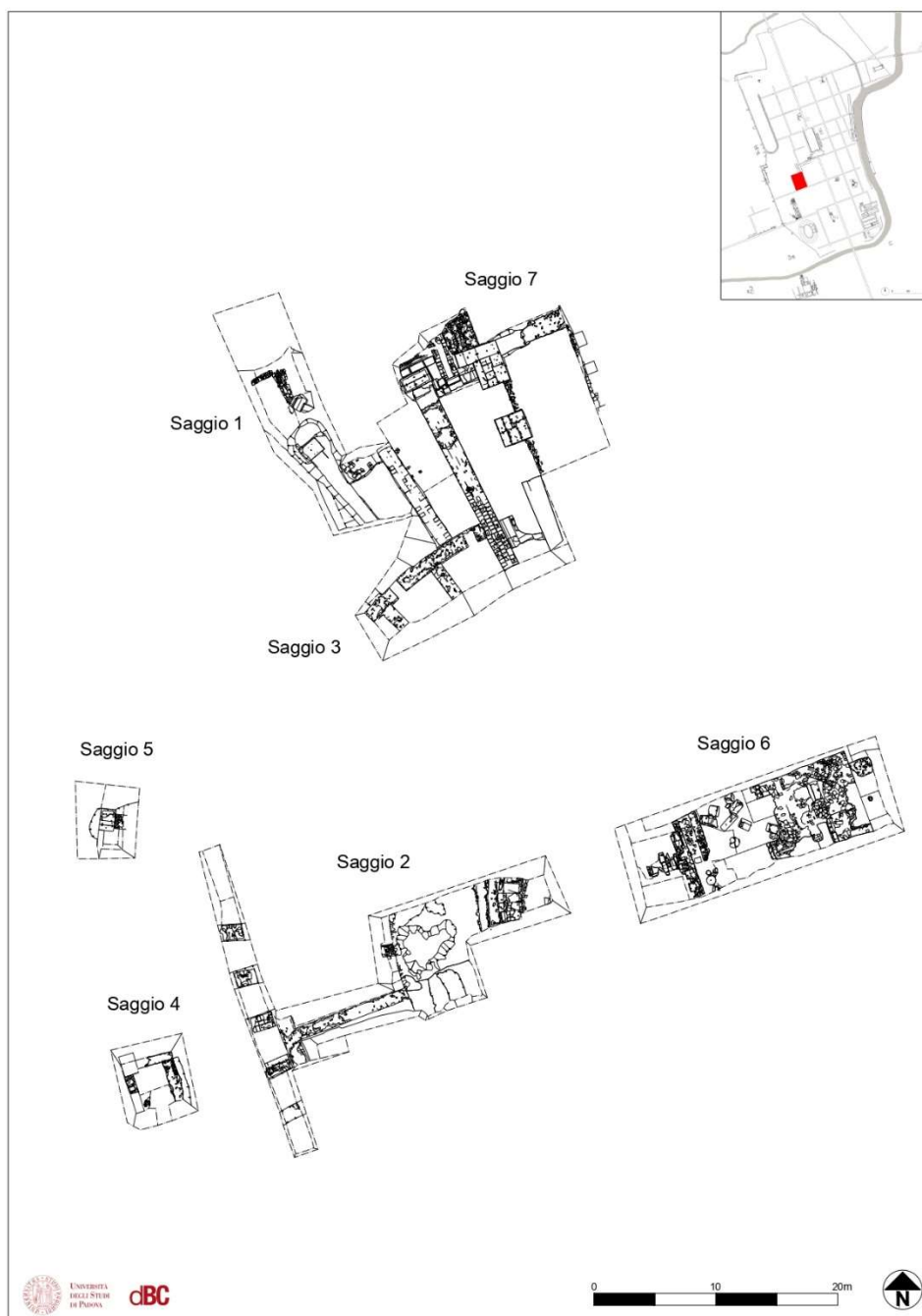


Figura 2 Aquileia, teatro romano: pianta del cantiere archeologico con indicazione dei saggi di scavo. Nel riquadro in alto a destra: posizione del teatro romano di Aquileia all'interno dell'impianto urbano della città (Da Ghiotto et al. 2021, p. 2 fig. 1)

1.2 Lo scavo dell'edificio.

Le prime evidenze del teatro romano di Aquileia furono riportate alla luce in maniera del tutto inaspettata. Infatti sul finire degli anni '60 del '900 vennero effettuati due scavi su ordine della Soprintendenza non originariamente programmati, ma in risposta all'attività

di urbanizzazione che stava per attuarsi nell'area del fondo ex-Comelli, zona già riconosciuta di interesse archeologico¹².

Grazie a queste due operazioni, di quella che oggi chiameremo archeologia preventiva, Luisa Bertacchi avanzò l'idea, confermata in seguito, che in alcuni resti strutturali individuati in quell'occasione, si potessero riconoscere le strutture del teatro. La proposta della Bertacchi riguardo l'esistenza del teatro e della sua collocazione nel fondo ex-Comelli era favorita da indizi di carattere epigrafico e architettonico.

Per quanto riguarda l'ambito epigrafico era stata ritrovata nella chiesa di S. Felice ad Aquileia, usata come materiale di reimpiego, la già citata epigrafe della mima Bassilla.

L'epigrafe ci fornisce dati importanti in quanto ci dà informazioni sul lavoro della compianta, ovvero quello della mima, che veniva svolto all'interno dei teatri e con la frase "A lei che sulle scene da molti popoli, da molte città colse gloria d'applausi e fama", sottolinea l'importanza degli spettacoli teatrali che coinvolgevano Aquileia e che probabilmente la collegavano ad altre città. Un altro indizio di natura epigrafica sono i blocchi iscritti, in parte riutilizzati come materiali di reimpiego, di trachite euganea identificati come sedili di un edificio di spettacolo, su cui erano state incise indicazioni riguardanti il numero dei posti a sedere¹³.



Figura 3 Stele funeraria della mima Bassilla, con iscrizione in greco, risalente alla prima metà del III secolo d.c.

La Bertacchi inoltre collegava il fregio dorico, lungo 12 m, che era stato trovato durante gli scavi del cosiddetto "decumano di Aratria Gallia" nel 1970 con la struttura porticata trovata durante gli scavi del fondo ex-Comelli e interpretata da lei come la *porticus post scaenam* del teatro. A conferma dell'appartenenza del fregio dorico all'ipotetica *porticus post scaenam*, ci sono d'aiuto gli scritti di Vitruvio che ci informano che la *porticus post*

¹² Bertacchi 1994, p. 165

¹³ Bertacchi 1995, pp. 120-122

scaenam dei teatri romani, secondo il canone seguito, presentava decorazione di ordine dorico¹⁴.

Però solo vent'anni più tardi, nel 2015, si ebbe la possibilità di mettere alla prova l'ipotesi avanzata dalla Bertacchi. In quell'anno, grazie a un accordo a più parti, che vedeva la partecipazione della Fondazione Aquileia, della Soprintendenza di Archeologia, Belle Arti e Paesaggio del Friuli Venezia Giulia e il Dipartimento dei Beni Culturali dell'Università degli Studi di Padova, si avviò una campagna di scavi, tutt'ora in corso nell'area del fondo ex-Comelli, con lo scopo di identificare più precisamente i resti del teatro romano e definirne planimetria, architettura e datazione.

Come primo passo si è scelto di ricorrere a indagini preliminari geofisiche, più precisamente si è utilizzata la tecnica della tomografia elettrica di resistività, per poi procedere all'apertura dei saggi di scavo (che si concentrano nella metà settentrionale dell'edificio), avvalendosi del metodo stratigrafico¹⁵. Di pari passo con le operazioni di scavo, si è proceduto anche al rilievo delle strutture e alla ricostruzione tramite il rilievo 3D, con il duplice scopo sia di arricchire la documentazione di scavo con dati di diverso genere, sia di poter proporre in futuro una ricostruzione virtuale del teatro. Anche dal punto di vista della valorizzazione e della comunicazione dei dati di scavo al pubblico si è posta particolare attenzione. Sfruttando le elaborazioni ottenute grazie ai rilievi effettuati, si è aperta l'opportunità di creare contenuti video e fotografici (anche con l'utilizzo di visori VR) che permettono di agevolare il visitatore durante la visita allo scavo¹⁶.

1.3 La cavea

La cavea presentava un diametro di 95 m ed era tripartita in tre diversi settori concentrici, che potrebbero suggerire in alzato la suddivisione canonica dei posti a sedere, partendo dal basso, in *ima*, *media* e *summa cavea*. Le sostruzioni della cavea, come quelle dell'altre parti del teatro, sono state tutte interessate da una forte azione di spoglio avvenuta nel periodo di defunzionalizzazione dell'edificio¹⁷.

¹⁴ Bertacchi 1994, pp. 165-167

¹⁵ Ghiotto *et al.* 2018, pp. 4-6 (R. Deiana)

¹⁶ Ghiotto *et al.* 2020, pp. 39-43 (S. Berto)

¹⁷ Per un approfondimento sulla *cavea*: Ghiotto *et al.* 2018, pp. 6-12 (G. Fioratto, G. Furlan), Ghiotto *et al.* 2020, pp. 28-31 (G. Fioratto)

A tracciare una linea di delimitazione tra il settore della *summa cavea* e della *media cavea* era presente un muro curvilineo, la cui origine si può individuare sul lato interno del primo muro radiale del teatro. Il muro era realizzato con la tecnica in opera cementizia con doppio paramento, spesso 1,3 m ma con la presenza di una rientranza in cui lo spessore del muro diminuisce. Da questa struttura si originavano dalla fronte esterna e interna rispettivamente i muri radiali corrispondenti al settore esterno e mediano della cavea.

Il pattern di disposizione dei muri radiali, equidistanti tra loro, segue un leitmotiv regolare in cui si alternano un muro radiale, che percorre ininterrottamente i due settori più esterni delle sostruzioni, a due muri radiali della *summa cavea* che si interrompono all'altezza del muro curvilineo e un muro radiale della *media cavea* che si colloca in posizione centrale rispetto quest'ultimi due.

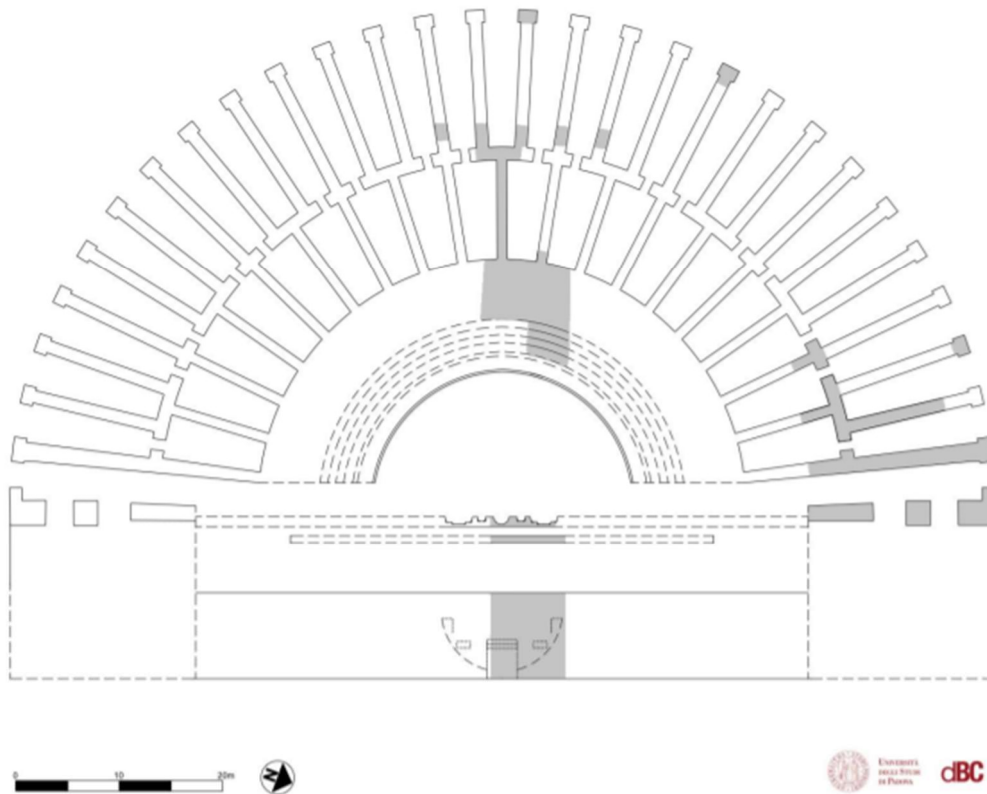


Figura 4 Aquileia, teatro romano: pianta costruttiva preliminare dell'edificio aggiornata alla campagna di scavo 2019 (rilievo ed elaborazione di S. Berto). (Da Ghiotto et al. 2021, p. 3, fig. 2)

Dei muri radiali esterni appartenenti alla *summa cavea* ne sono stati indagati nove, incluso il primo muro radiale, che era stato già stato portato alla luce durante i primi scavi effettuati nel secolo scorso. Questo muro percorre senza soluzione di continuità entrambi i settori esterni della *cavea*. Rispetto agli altri muri radiali indagati si sviluppa in lunghezza per 16 m (rispetto ai 12 m circa degli altri), e possiede anche una larghezza

maggiore, tra 1,45 e 1,65 m, in confronto agli alti muri che invece presentano una larghezza comune di 1,2 m.



Figura 5 Aquileia, teatro romano. Visione da sud dei tre blocchi che formano il pilastro al termine del primo muro radiale esterno. (Da Ghiotto et al. 2018, p. 7, fig. 8)



Figura 6 Aquileia, Teatro Romano. In primo piano il primo muro radiale, individuato già negli scavi novecenteschi, visto da est. Sul fondo il muro curvilineo, che divide i settori della media e summa cavea, da cui si originano i primi due muri radiali interni. (Da Ghiotto et al. 2018, p. 8, fig. 11)

Il primo muro radiale era stato costruito in opera cementizia e doppio paramento costituito da elementi lapidei uniti da malta di calce, mentre per i restanti muri radiali si erano adoperati scapoli lapidei legati da malta di calce e come rivestimento delle due pareti ci si era avvalsi di malta di calce, che le ricopriva per uno spessore di pochi cm. Il ritrovamento di alcuni sesquipedali *in situ* e all'interno di fosse di spoglio e i segni lasciati dagli alloggiamenti di questi sulla malta fresca, tradiscono la esistenza di un livello di filari di mattoni che facevano parte della composizione del muro. I segni lasciati dall'alloggiamento dei mattoni sulla malta fresca, si riconoscono anche nella sulla malta del secondo muro radiale esterno. Insieme a questo tipo di tracce, unicamente nel secondo muro radiale, sono individuate sulla malta impressioni puntiformi ravvicinate, che sono l'oggetto di studio di questa tesi e verranno analizzate e discusse nei prossimi capitoli.

Caratteristica comune di tutti i muri radiali della *summa cavea* era la presenza nel limite esterno di un pilastro a cui muri si appoggiavano, la cui funzione era duplice: sorreggere le arcate del primo ordine e segnalare l'ingresso del teatro. I pilastri erano formati da blocchi in calcare di Aurisina. Ne sono stati rinvenuti quattro, di cui tre misuravano 1,8 x 1,2 m, mentre il quarto, che a cui si appoggiava il primo muro radiale esterno, era di dimensioni maggiori e misurava 2,4 x 1,2 m. Questo era formato da tre blocchi diversi che in antichità dovevano essere tenuti saldamente insieme da grappe metalliche, che non

sono state rinvenute forse per via di un'azione di spoglio, ma di cui rimangono gli incavi a segnalarne la presenza nei blocchi. Il pilastro aveva come fondazione altri due blocchi posizionati uno sopra l'altro, entrambi più larghi del pilastro al punto da dare forma a un profilo a gradini. Mentre si conosce l'altezza del blocco più prossimo al pilastro (0,4 cm), per il blocco sottostante invece non si è potuta ricavare in quanto sono state riscontrate problematiche con la risalita dell'acqua di falda e non si è potuto scavare più a fondo. La caratteristica più interessante delle fondazioni risulta essere il fatto di essere state costruite fuori terra oppure collocate all'interno di un taglio più grande delle dimensioni dei blocchi. A confermare ciò sono stati rinvenuti tre strati sovrapposti, contigui ai pilastri, costituiti da frammenti lapidei di piccole e medie dimensioni, che potrebbero essere identificati come gli scarti di lavorazione dei blocchi. Data la natura del loro contenuto gli strati potrebbe risalire alla fase di cantiere e quindi l'analisi dei frammenti al loro interno, potrebbe farci comprendere la datazione dell'operazioni di edificazione del teatro¹⁸.

La disposizione dei muri, descritta precedentemente, consentiva di sfruttare dei vani sostruttivi tra i radiali della *summa cavea*, che avevano una forma trapezoidale e seguivano l'andamento dei muri, e di conseguenza andavano a ridursi di spessore dalla parte più esterna verso quella più interna. Nel settore più esterno i vani si sviluppavano per 12 m in lunghezza e la larghezza variava da un massimo di 3,8 m a un minimo di 2,5 m e molto probabilmente erano accessibili al pubblico e potevano svolgere diverse funzioni, tra cui anche quelle di passaggio. Per collegare i vani del settore esterno con quelli del settore mediano erano state ricavate delle aperture nel muro curvilineo di circa 0,9 m. Quest'ultimi ambienti avevano dimensioni minori, erano lunghi circa 9,6 m con una larghezza massima di 4,35 m e una minima di 2,85 m, ma a differenza dei vani esterni molto probabilmente questi non erano accessibili ai visitatori visto che la difficoltà per accedervi e il riempimento di pietre di medie e grandi dimensioni, ghiaia sciolta e molto compatta.

Il lato interno degli ambienti della *media cavea* era delimitato da una struttura piena, larga 9,5 m, che, a differenza dei due settori esterni dove troviamo i muri radiali, costituiva la sostruzione dell'*ima cavea*, la zona maggiormente prossima all'orchestra. Anche questa struttura ha subito forti attività di spoglio, ma si è comunque avuta la possibilità di ricavare delle informazioni utili. La struttura fu edificata con gettate sovrapposte di malte

¹⁸ Ghiotto *et al.* 2021, pp. 6-7 (G. Fioratto)

di calce insieme a materiale lapideo di piccole dimensioni. L'andamento della struttura, rivolta verso il settore mediano delle sostruzioni delle gradinate, seguiva l'andamento del muro curvilineo e non presenta segni di paramenti. Grazie a un carotaggio inoltre si è venuti a conoscenza che la struttura piena si collocava su una platea di fondazione con uno spessore di 3,6 m, che testimonia le dimensioni maestose che il teatro doveva presentare. La platea era composta da materiali lapidei legati con malta di calce e nella sezione più inferiore si concentrava una miscela di cocchiopesto che aggiungeva alla funzione di stabilità della platea, anche una funzione di resistenza idraulica, chiaro segnale di problematiche di risalita di acqua di falda nel suolo scelto per la costruzione dell'edificio.

Nella parte più vicina all'orchestra sono stati conservati una serie di gradini, larghi circa 80-85 cm e con un'altezza che varia dai 20 ai 35 cm, dove erano posti i sedili delle prime 4 file dell'*ima cavea*, di cui non è rimasta traccia.



Figura 7 Aquileia, teatro romano. I primi quattro gradini individuati alla base della parte centrale dell'*ima cavea*, visti da nord-est. (Da Ghiotto et al. 2020, p. 31, fig. 7)

Questi gradini, in epoca romana, erano rivestiti da blocchi in calcare, molto

probabilmente di Aurisina, alcuni dei quali sono stati rinvenuti durante le operazioni di scavo. Tra i blocchi rinvenuti, quello con il grado di conservazione migliore, misurava 35 e 30 cm rispettivamente in larghezza e altezza, estendendosi in lunghezza per minimo 0,80 m, dato che non conosciamo la misura complessiva perché si sviluppava oltre il limite del saggio. Inoltre il blocco era stato lavorato in modo che potesse seguire la conformazione della cavea e dell'orchestra, quindi con lato rivolto verso la cavea convesso mentre quello rivolto verso l'orchestra concavo. Un ultimo particolare riguarda l'incavo che era stato scavato nella faccia superiore del blocco. La cavità aveva forma rettangolare e si è ipotizzato potesse ospitare la base di una balaustra, ma purtroppo non è possibile confermare l'ipotesi a causa dell'esiguità dei dati disponibili¹⁹.

¹⁹ Ghiotto et al. 2021, pp. 10-12 (G. Furlan)

1.4 Aditus Maximus

L'*aditus maximus* nel teatro romano era l'accesso, collegato all'orchestra, più importante dell'edificio e si trovava tra la cavea e la scaena, posizionato su entrambi i lati dell'edificio. Le operazioni di scavo si sono occupate di indagare l'*aditus maximus* che si trovava nella parte settentrionale dell'edificio, più specificamente nella parte che percorre i prolungamenti ideali della *summa e media cavea*, per una lunghezza totale di circa 17,8 m, mentre l'ultimo tratto sarà ad appannaggio delle campagne di scavo successive.



Figura 8 Aquileia, teatro romano. Struttura composta da sei blocchi in calcare di Aurisina, che delimitava a est l'*aditus maximus*. (Da Ghiotto et al. 2021, p. 6, fig. 4)

Il lato occidentale dell'ingresso era definito dal primo muro radiale, che ne definiva il limite lungo i due settori più esterni della cavea, e dal pilastro a cui il muro radiale si appoggiava, di cui ho parlato nel precedente paragrafo, il cui lato che dava sull'*aditus* risultava allineato con la parete muraria. Il lato orientale invece era strutturato in maniera diversa. Partendo da nord

troviamo una struttura, composta da 9 blocchi parallelepipedi in calcare di Aurisina, tenuti assieme, in maniera simile a come descritto per il pilastro precedente, da grappe metalliche, che con l'attività di spoglio sono andate perdute, ma di cui ne riusciamo a capire l'esistenza grazie alla presenza degli incavi in cui erano disposte. A differenza del precedente pilastro, quest'ultimo invece presentava una conformazione a "L", rivolta verso ovest, che riduceva l'ampiezza dell'accesso dell'*aditus* e si poggiava su una fondazione più larga. Procedendo verso l'orchestra a distanza di 2,7 m si posizionava un'altra struttura, sempre composta in blocchi di calcare di Aurisina, questa volta ne sono stati usati sei, di forma quadrangolare. Contrariamente a prima però qui le grappe metalliche che tenevano uniti i blocchi, sono state fortunatamente ritrovate *in situ*, e inoltre sulla facciata superficiale dei blocchi sono stati notati sia fori di forma quadrangolare, in cui si potevano alloggiare dei perni metallici, sia fori rettangolari al centro, che consentivano di inserire l'olivella durante le azioni di messa in opera del blocco. Continuando sempre in direzione sud, distante 3,2 m dalla struttura quadrangolare troviamo una struttura muraria già nota grazie agli scavi del secolo scorso. Il muro, di cui

non conosciamo l'effettiva lunghezza perché si sviluppa oltre il limite di scavo, è stato indagato per una lunghezza di 6 m e possiede uno spessore di 1,2 m. Era composto da elementi lapidei di medie dimensioni con malta a fungere da legante e nella parte finale, rivolta verso l'entrata dell'*aditus*, si posizionava un blocco in posizione verticale²⁰.

Le due pareti dell'*aditus* presentano una particolarità dovuta al loro orientamento che non è uguale fra loro. La parete occidentale infatti, che come dicevo in precedenza è costituita dal primo muro radiale, segue un orientamento di 26° NW, a differenza delle tre strutture, che definiscono la parete orientale, che invece condividono lo stesso orientamento di 22° NW. Questa disegualianza provoca perciò un restringimento progressivo del corridoio dell'ingresso (nel suo punto di massima larghezza misura 3,8 m a un minimo di 2,8 m, con la possibilità ragionevole che si restringa ulteriormente con l'avvicinarsi all'orchestra), facendolo rientrare nella categoria degli *aditus* "a mura convergenti".

L'*aditus maximus* molto probabilmente possedeva una pavimentazione lastricata per tutta l'interezza del suo corridoio. A testimonianza sono state rinvenute in due punti, uno nei pressi dell'ingresso mentre l'altro più vicino all'orchestra, le lastre, di varie misure, in calcare che ne componevano la pavimentazione. Altre tre lastre, sempre in calcare, sono state riportate alla luce appena al di fuori dell'entrata dell'*aditus*, più precisamente disposte lungo il lato nord del pilastro su cui si appoggiava il primo muro radiale. Un simile ritrovamento di lastre in calcare è stato riscontrato nei pressi del pilastro portato alla luce nella zona occidentale della cavea. Questi ritrovamenti ci suggeriscono che lastre potevano far parte di un marciapiede che costeggiava la cavea, probabilmente per tutto il suo perimetro²¹.

Altra osservazione importante riguardo le lastre pavimentali scoperte nella zona dell'*aditus* è che, nei tre punti di ritrovamento, le lastre si trovano ad altezze diverse. Le lastre trovate all'esterno si trovano a un'altezza di 0,44 m s. l. m., quelle presso l'entrata a 0,59 m s. l. m., infine quelle più vicine all'orchestra sono collocate a 0,24 m s. l. m. Il dislivello tra il marciapiede e l'entrata dell'*aditus* ci permette di capire che molto probabilmente era presente un gradino sulla soglia, mentre per quanto riguarda il confronto tra l'altezza del piano pavimentale dei due punti all'interno del corridoio d'ingresso si può intuire che questo fosse inclinato in direzione nord-sud. Altro confronto utile è quello con l'altezza che è stata registrata per il più antico piano rinvenuto nella

²⁰ Per un approfondimento sull'*aditus maximus*: Ghiotto *et al.* 2021, pp. 6-10 (G. Fioratto)

²¹ Ghiotto *et al.* 2020, p. 32 (G. Fioratto)

zona dell'orchestra, situato a 0,1 m s. l. m., che ci testimonia un dislivello pari a mezzo metro tra l'inizio e la fine dell'*aditus*.

Un'ultima considerazione a riguardo dell'ingresso del teatro riguarda tre diversi sistemi di deflusso idrici. Il primo è stato ipotizzato a seguire dell'osservazione di una fossa concava che era stata ricavata sulla superficie delle lastre che si allineavano lungo la parete primo muro radiale. Questo sistema si avvaleva della pendenza del corridoio per far scorrere l'acqua e molto probabilmente la scaricava nella zona dell'orchestra. A differenza del precedente le altre due infrastrutture idriche erano di natura ipogea. La prima si collocava al di sotto delle lastre centrali della pavimentazione dell'ingresso, seguendo la direzione dell'*aditus*. Aveva la funzione di canale di scolo e presentava



Figura 9 Aquileia, teatro romano. Immagine zenitale delle strutture murarie che delimitavano l'entrata dell'aditus maximus settentrionale e dei condotti ipogei. (Da Ghiotto et al. 2021, p. 8, fig. 6)

dimensioni molto grandi: era profonda all'incirca 1,2 m e lateralmente era contenuta da due filari di mattoni (42 x 30 x 7,5 cm). Verso nord molto probabilmente il canale sfociava in un altro canale, già individuato negli scavi dello scorso secolo, che era collegato con la cloaca del cosiddetto "decumano di Aratria Gallia", mentre a sud,

come nel caso precedente, doveva anch'esso essere in comunicazione con l'euripo presente nella zona dell'orchestra. A scopo di manutenzione, non appena il canale usciva dal teatro, erano posti, interrompendo la continuità dei filari di laterizi, due blocchi di pietra, collocati uno di fronte l'altro, sulle cui facciate rivolte verso il canale era presente una scanalatura, che permetteva l'inserimento di una probabile grata. La seconda infrastruttura ipogea, che arrivava da ovest, si immetteva nella precedente nella zona al di fuori del teatro. Il canale, le cui dimensioni erano più contenute rispetto a quello appena descritto, doveva essere ricoperto dalle lastre pavimentali che in antichità dovevano costituire l'ipotetico marciapiede di cui si è detto prima, ed era costituito da una volta a botte formata da laterizi collocati di taglio. Un confronto interessante proviene anche in questo caso dalla zona occidentale del teatro. Un canale simile è stato trovato in questa

zona di scavo e con ogni probabilità questi due tratti scoperti potrebbero far parte di un unico canale che percorreva per tutta la sua circonferenza il perimetro esterno della cavea.

1.5 L'orchestra

Una volta superato il corridoio dell'*aditus maximus* lo spettatore si ritrovava nella zona del teatro chiamata orchestra, la cui forma semicircolare esibiva un diametro di 29,55 m (misura che si ottiene prendendo come punto di riferimento l'ultimo gradino dell'*ima cavea*), dimensioni che trovano confronti ottimi con le orchestre degli altri teatri edificati nella *Regio X* e di alcune province occidentali, tra cui quella della *Gallia Narbonensis*. Questo confronto inoltre ci potrebbe fornire un indizio importante sulla datazione



Figura 10 Aquileia, teatro romano. Visione da ovest: in primo piano parte dell'orchestra e della frons pulpiti, alle spalle l'area del palcoscenico e infine alle spalle il frontescena in corso di scavo. (Da Ghiotto et al. 2021, p. 13, fig. 10)

del teatro, visto che i teatri che riflettono dimensioni simili a quelle riscontrate ad Aquileia sono generalmente databili all'età augustea o giulio-claudia²².

Il piano pavimentale dell'orchestra si trovava all'altezza di 0,1 m s. l. m e molto probabilmente doveva essere ricoperto da lastre di marmo bianco, due delle quali sono state trovate nella zona della *frons pulpiti*. Purtroppo lo stato di conservazione, con cui sono arrivate ai giorni nostri, non ci dà la possibilità di fare particolari osservazioni se non che possedevano uno spessore di 10-12 cm.

Al contrario, conosciamo in maniera molto più dettagliata la composizione preparatoria su cui erano alloggiate le lastre. Nel complesso la preparazione pavimentale si sviluppava per 0.40 cm ed era costituita da strati di diversa realizzazione. Partendo dal livello più basso riconosciamo uno strato di laterizi frammentati e collocati di piatto su cui si adagiava una miscela di argilla mescolata con ghiaia di dimensioni inferiori al centimetro.

²² Per un approfondimento sull'orchestra: Ghiotto et al. 2021, pp. 10-15 (G. Furlan)

Lo strato appena descritto misurava 0,7 cm d'altezza e al di sopra di esso vennero sistemati di taglio frammenti di calcare, dell'altezza di circa 20 cm, non smussati, tra i quali si venivano a formare degli spazi vuoti, che svolgevano una funzione isolante per lo strato soprastante. Il livello successivo era composto da due gettate diverse di cementizio, che era composto da frammenti sia lapidei sia da frammenti di laterizi di dimensioni al di sotto del centimetro. La prima gettata si sviluppava in altezza per 15 cm e mostrava una colorazione grigiastra, la seconda invece, su cui erano allocate le lastre pavimentali, era meno alta, 5 cm, ed era costituita da finitura di cementizio dalla sfumatura giallastra. La preparazione pavimentale tradisce un'attenzione particolare al fine di garantire stabilità e solidità alla pavimentazione, ma anche un impegno a contrastare le problematiche, le stesse che doveva affrontare la platea di fondazione della struttura piena che costituiva l'*ima cavea*, dovute alla scelta del terreno su cui era costruito il teatro, interessato appunto dalla risalita dell'acqua di falda.

Le operazioni di scavo si sono inoltre concentrate sulla zona dell'orchestra limitrofa all'*ima cavea*. In prossimità del primo gradino dal basso sono state trovate le lastre pavimentali di calcare, su cui si appoggiavano i blocchi di calcare, cui si è fatto riferimento nel paragrafo riguardante la *cavea*, assicurate ad essi tramite l'utilizzo di perni. Le lastre, di forma trapezoidale, nel lato rivolto verso la *cavea* misuravano 75-85 cm di larghezza, mentre nel lato opposto la larghezza si attestava sui 65-75 cm ed erano lunghe 1,9 m. Una delle funzioni a cui adempivano le lastre era quella di copertura dell'euripo, canale di deflusso idrico presente nell'orchestra, collegato, come descritto nel precedente paragrafo, al canale di scolo che procedeva verso l'*aditus maximus*.

Sulla superficie delle lastre sono stati segnalati vari tipi di incassi che ci suggeriscono dati significativi. Un primo dato sarebbe la prova della possibile esistenza di un parapetto, il *balteus*, che divideva il settore dell'*ima cavea* da quello dell'orchestra; sul lato minore, che si affacciava sull'orchestra, sono presenti tracce di incassi quadrangolari sui quali per l'appunto poteva essere innestato il parapetto. In posizione parallela agli incassi del probabile *balteus*, distanziati a circa 90 cm di distanza ciascuno, sono stati ricavate sulla superficie delle lastre altre cavità di forme quadrangolari. Si è ipotizzato che anche queste potessero essere collegate alla struttura del *balteus*, con la funzione di sostenere le lastre litiche di cui era composto il parapetto. Infine di più difficile interpretazione sono i restanti incassi visibili. Un confronto disponibile è con il teatro di Trieste, dove si è

ipotizzato che servissero per l'alloggiamento di sedili mobili riservati a persone di rango importante e conosciuti coi nomi latini di *subsellia* o *bisellia*²³.

Il piano dell'orchestra durante la vita del teatro dovette sicuramente affrontare operazioni di restauro o rifacimento, ma a causa dello stato di conservazione, di questi lavori rimangono poco tracce ed è difficile stabilire una datazione. Si possono riconoscere alcuni interventi, come ad esempio la sostituzione delle lastre originarie di marmo che componevano il piano pavimentale dell'orchestra, con lastre di marmo di reimpiego. Un altro intervento, che potrebbe essere interpretato come un innalzamento della quota del piano pavimentale o la traccia di una messa in opera di una struttura parallela al pulpito, è il posizionamento di alcuni blocchi parallelepipedi di calcare, che erano stati collocati in prossimità del muro del pulpito, con il lato lungo parallelo ad esso.

1.6 Lo spazio scenico

L'orchestra nel suo lato orientale era delimitata dalla *frons pulpiti*, della quale però si è conservata, della struttura originale, solo la porzione inferiore della base. La porzione sopravvissuta era lo zoccolo, a modanatura



Figura 11 La *frons pulpiti* dopo le fasi di ristrutturazione. (Da Ghiotto et al. 2021, p. 20. Fig. 15)

liscia, che si appoggiava al di sopra delle lastre in marmo di cui si è parlato precedentemente nel paragrafo riguardante l'orchestra. Lo zoccolo è stato indagato per circa un metro della sua lunghezza e il suo orientamento, di 22° NW, era perfettamente in linea con le strutture che delimitavano sul lato orientale l'*aditus maximus*²⁴. Purtroppo la parte restante della *frons pulpiti* originale è stato oggetto di una successiva operazione edilizia, che la ha portata ad essere quasi del tutto cancellata. La nuova *frons pulpiti* venne costruita con filari di mattoni disposti regolarmente, tenuti insieme sda malta ed è si è conservata per un'altezza di 0,70 m. Nel nuovo muro inoltre erano ricavate delle nicchie di forma, partendo da nord, rispettivamente semicircolare, rettangolare e infine un'altra

²³ Ghiotto et al. 2021, p. 12 (G. Furlan)

²⁴ Ghiotto et al. 2021, p. 15 (G. Furlan)

rettangolare ma più ampia, che presentava sul suo lato interno un'ulteriore nicchia di dimensioni più contenute sempre di forma rettangolare. Di questa fase inoltre sono rimaste conservate tracce di intonaco con cui doveva essere decorato il fronte occidentale del muro, che hanno permesso di poter inquadrare la fase di restauro in periodo maggiormente preciso. L'intonaco presentava specchiature a imitazioni del marmo e in alcuni punti si riescono a riconoscere un motivo giallo, tre bande nere su sfondo bianco e un tema a onde verdi, che dal punto di vista stilistico sono inquadrabili tra la metà del II d. C. e l'età severiana, periodo in cui anche altre zone del teatro, che vedremo in seguito, subirono operazioni di restauro. Su questo nuovo muro non sono stati trovati evidenze che potrebbero segnalarci la presenza di scale che portavano al *pulpitum*, ma si è potuta ipotizzare la presenza probabile di una o più sculture. Interventi più tardi vennero effettuati su quest'ultima nicchia, che venne rimodellata in una nicchia sub-rettangolare di dimensioni più contenute rispetto la precedente, e venne nuovamente intonacata, ma le decorazioni giunte fino a noi sono troppo scarse per tentare di inquadrarle cronologicamente²⁵.

Notizie maggiori sono state ottenute grazie allo scavo per quanto riguarda la zona sottostante il palcoscenico, ovvero l'iposcenio, con una profondità notevole, al cui interno si accumularono numerosi blocchi ed elementi architettonici derivati dallo smantellamento dell'edificio. Alcune incertezze riguardano anche la fossa per l'*auleum*, un telo che aveva una funzione simile a quella del sipario attuale, posizionata in modo parallelo al muro del palcoscenico²⁶. Da collegare alla fossa dell'*auleum* è probabilmente una struttura muraria che si posiziona a poco meno di un metro dalla *frons pulpiti* ed è parallela ad essa. Questa struttura, che esibiva uno spessore di 0,65 m e si è conservata a una quota di 0,9 m s. l. m., era realizzata con materiali di reimpiego, legati insieme da malta di calce. Se da una parte, per via del suo orientamento e della sua collocazione si è

²⁵ Ghiotto et al. 2021, p. 20 (G. Furlan)

²⁶ Ghiotto et al. 2021, pp. 15-16 (G. Furlan)



Figura 12 Aquileia, teatro romano. I resti della struttura con incasso che si posizionava nella parte orientale dell'iposcenio, addossandosi al frontescena. (Da Ghiotto et al. 2021, p.16, fig. 13)

probabilmente doveva costituire il piano del *pulpitum*, la zona dove gli attori si esibivano²⁸.

Dalla zona dell'iposcenio inoltre proviene un abbondante numero di elementi architettonici, che in una fase tarda, andarono a ricoprire questa area. L'iposcenio infatti venne riempito dalle macerie provocate dall'azione di demolizione e di spoglio che trasformarono il teatro in una cavea di materiale a cielo aperto, da cui era facile attingere. Le azioni di spoglio furono effettuate varie volte e arrivarono a riempire l'iposcenio di macerie fino al livello di quota di 1,8 m s. l. m. circa. Gli elementi lapidei rinvenuti nella zona portavano sulle loro superfici i segni di usura causati dall'azione degli agenti atmosferici, indicando che il livello di macerie dovette per un certo periodo essere il piano di calpestio della zona, per poi solo successivamente essere ricoperta dal suolo. Questi elementi architettonici, tra cui frammenti di colonna e capitelli, che non appartenevano in origine alla zona di giacitura, sono i testimoni di un'opera di restauro compiuta all'aspetto

ipotizzato che potesse essere il muro orientale della fossa dell'*auleum* realizzato nello stesso periodo di rifacimento della *frons pulpiti*, la tecnica realizzativa, insieme ai materiali impiegati, inducono invece a spostarne la datazione ulteriormente avanti²⁷.

Altro dato importante, ottenuto dagli scavi, è stato il rinvenimento di una struttura in blocchi di calcare che doveva costituire la linea di demarcazione nella parte orientale dell'iposcenio. La struttura si appoggiava al lato occidentale della fondazione del *scaenae frons*. Sulla facciata superficiale dei blocchi era presente un incasso rettangolare, di cui lo scopo si è ipotizzato essere funzionale alla messa in opera del tavolato ligneo, che

²⁷ Ghiotto et al. 2021, p. 20 (G. Furlan)

²⁸ Ghiotto et al. 2021, pp. 15-16 (G. Furlan)

del frontescena, visto che dal punto di vista stilistico sono inquadrabili in una fase che va dalla metà del II secolo d. C. alla età severiana, contemporanei molto probabilmente ai restauri effettuati sulla *frons pulpiti*²⁹.

Per quanto concerne la zona del palcoscenico purtroppo le informazioni sono minori. Il piano non si è conservato fino ai giorni nostri, ma per la totale assenza di pavimento in muratura, si è supposto che fosse realizzato in legno. Un primo indizio utile ce lo fornisce l'incavo rinvenuto nei blocchi che formano la struttura posta sul lato orientale dell'iposcenio, che si colloca a circa 0,78 m s. l. m. circa. Altri dati di confronto sono la quota del piano dell'orchestra e delle strutture che dovevano comporre la *scaenae frons*, che insieme alla quota fornitaci dall'incavo, ci permettono di valutare che il piano di calpestio si trovasse ad almeno 0,8 m s. l. m. e non dovesse superare 1,5 m s. l. m. con ogni probabilità. Il palcoscenico si estendeva in direzione est-ovest per 6,8 m, contando come due limiti la *frons pulpiti* sul lato occidentale, mentre per il lato orientale si è preso come riferimento il lato che si affacciava sulla *scaenae frons* della struttura con l'incavo. Sullo sviluppo nord-sud del palcoscenico non è ancora possibile fare una stima certa riguardo le dimensioni. Utilizzando il canone vitruviano, che ci informa che il giusto rapporto tra diametro orchestra e ampiezza del palcoscenico è 1:2, si potrebbe presumere che nel caso del teatro di Aquileia, l'estensione nord-sud corrispondesse a circa 60 m³⁰.

Subito a est della struttura con incavo rinvenuta nella zona dell'iposcenio, si collocava un'altra struttura piena che è stata interpretata come la fondazione della *scaenae frons*. Come in altri settori del teatro, anche questa struttura ha subito diverse attività di spoglio ma ha comunque permesso l'estrapolazione di una discreta quantità di dati. Infatti come la *frons pulpiti*, anche la zona del fronte scena ha registrato interventi di ristrutturazione, che sarebbero databili in base alle prime considerazioni tra la metà del II secolo d. C. e la prima metà del III secolo d. C. circa. Per quanto osservato fino a d'ora (le fondazioni dell'edificio non hanno lasciato i segni di restauri sostanziali), la planimetria però del fronte scena non registrò cambiamenti drastici³¹.

La profondità effettiva della fondazione non è stata ancora del tutto stabilita, ma per ora si può supporre che potesse trovarsi a una quota di profondità minore anche del piano dell'orchestra. Era stata realizzata con frammenti lapidei di calcare, che nella zona

²⁹ Ghiotto et al. 2021, p. 22 (G. Furlan)

³⁰ Ghiotto et al. 2021, p. 16 (G. Furlan)

³¹ Ghiotto et al. 2021, pp. 16-18 (G. Furlan)

centrale sono stati trovati posizionati di piatto, come se fossero delle lastre, legati da malta. A completare il quadro dei materiali troviamo inoltre alcuni elementi in laterizio e uno litico di dimensioni maggiori³².

Una possibile individuazione della *valva regia*, porta centrale della *scaenae frons* dalla quale uscivano gli attori della rappresentazione teatrale, è stata permessa dall'osservazione delle tracce lasciate sulla superficie della fondazione.



Infatti si è riscontrato come nella parte centrale della struttura sia presente un innalzamento del livello di quota che va a delineare

Figura 13 Aquileia, teatro romano. Vista zenitale della fondazione del frontescena, i cui limiti sono segnalati dalle linee tratteggiate rosse. Le linee tratteggiate azzurre indicano la ipotetica valva regia, il nicchione e il plinto rettangolare. Con la linea gialla è indicata la canaletta che scorre lungo l'asse della struttura. (Da Ghiotto et al. 2021, p. 17, fig. 14)

una zona di forma quadrangolare, delimitata sul lato rivolto verso il palcoscenico, da un grande elemento litico, che ricorda l'aspetto di una soglia, e a nord di quest'ultimo abbiamo un'impronta nell'opera cementizia che tradisce la presenza di un altro blocco uguale. La larghezza della zona di forma quadrangolare individuata da queste due tracce risulta di 2,9 m. Infine un'ulteriore traccia semicircolare, col diametro orientato in modo parallelo con il *pulpitum*, è stata individuata a nord dei blocchi, comprendendo uno dei due blocchi all'interno della sua concavità, rivolta verso il palcoscenico. L'insieme di queste tracce ha permesso di ipotizzare, in maniera del tutto preliminare, che in questa zona dovesse essere posta alla *valva regia*, che si sistemava all'interno di una nicchia segnalata dalla presenza della traccia di forma semicircolare³³.

Altro elemento di particolare interesse è in primo luogo, un'evidenza di forma rettangolare, collocata nella zona delimitata dalla nicchia, in cocciopesto, disposta in maniera parallela al fronte scena, con i lati di circa 0,6 x 1,35 m. In base al confronto con

³² Ghiotto et al. 2021, pp. 16-18 (G. Furlan)

³³ Per un approfondimento della *scaenae frons*: Ghiotto et al. 2021, pp. 17-18 (G. Furlan)

altri teatri, questo potrebbe essere interpretato come la fondazione su cui si innestavano una coppia di colonne.

Un'altra interessante evidenza si posizionava invece poco più a sud della traccia semicircolare, in direzione est-ovest. La base era costituita da mattoni posti trasversalmente e posti di piatto; su di essi, a distanza di 15 cm, a fungere da spallette laterali troviamo due filari paralleli di laterizi frammentati legati da malta, mentre la copertura era realizzata con una gettata di malta composta in gran parte di ghiaia. Se inizialmente si era ipotizzato essere un canale di scolo dell'acqua, successivamente, dopo aver notato la larghezza estremamente contenuta del canale, si è pensato potesse avere la funzione di ospitare al suo interno un tubo d'adduzione da collegare a probabili fontane presente nell'edificio teatrale, di cui abbiamo un riscontro ottimale con il teatro di Trieste.

1.7 Le zone limitrofe del teatro

Le operazioni di scavo non si sono concentrate solo ad indagare l'edificio teatrale, ma hanno anche messo in luce le zone contigue a questo.

Il settore nell'area retrostante al frontescena è stato indagato per cercare di appurare la presenza di ambienti quali il *postscaenium* o la *porticus post scaenam*. Nonostante ci si trovi in una fase di studio ancora iniziale e non sia ancora possibile riconoscere nelle evidenze rinvenute la destinazione d'uso delle stesse, è stato possibile fare alcune considerazioni. In questa area gli scavi hanno messo in luce un livello più basso realizzato con vari riporti di limi e argilla su cui si adagiava uno strato successivo composto di ghiaia e sabbia, il cui spessore si attesta sui dieci cm, su cui viene steso un ulteriore livello di malta. Al di sopra di questo strato si posizionava uno strato, con uno spessore di 25 cm, composto da sabbia, calce e frammenti di calcare a spigolo vivo, di dimensioni intorno ai 10 cm, posizionati orizzontalmente, che si è ipotizzato che siano scarti provenienti dalle altre operazioni del cantiere. Su questo strato, in una fase successiva, sono state scavate quattro buche, profonde circa 70-80 cm. Probabilmente queste buche vennero utilizzate per alloggiare al loro interno elementi verticali, che è possibile interpretare come travi a sezione quadrangolare, come suggerito dalla conformazione della buca e dal ritrovamento di quattro zeppe in pietra trovate sul fondo. Le travi dovevano avere la funzione di sostegno di ponteggi per le operazioni di cantiere che si stavano svolgendo nell'area del frontescena. Successivamente, dopo che le operazioni di cantiere furono terminate, le buche vennero riempite con lo stesso materiale che era stato asportato per produrle, e sopra lo strato avvenne la messa in opera della finitura per il piano in scaglie, di cui però,

a causa delle attività di spoglio, ai giorni nostri è sopravvissuta solo una minima parte. Da riferire forse a una successiva operazione di restauro è la struttura di 1,7 x 1,35 m, realizzata in opera cementizia all'interno del livello scapoli di calcare, rinvenuta contigua alla fondazione del frontescena. Per quanto riguarda l'alzato infine, è realistico pensare che, visto la mancanza di fondazioni profonde, il settore non era occupato da ambienti che si sviluppavano in maniera considerevole in alzato³⁴.

Sul lato opposto dell'edificio a occidente della cavea è stata messa in luce un'area molto vasta che circonda l'edificio, larga almeno 9,5 m, dove non c'era traccia di edificazione. La sequenza stratigrafica era composta da una serie di piani realizzati con pietre e laterizi. Sulla superficie di uno dei piani, che sono molto probabilmente da attribuire a una fase più tarda rispetto a quella dell'impianto teatrale, sono stati ritrovati solchi molto probabilmente causati dal transito di carri, il che ci fa supporre che questa zona fosse adibita a luogo di passaggio e transito. Probabilmente questa non era l'unica funzione a cui rispondeva, infatti oltre alle tracce lineari lasciate dalle ruote dei carri, sono state rinvenute sui piani di calpestio buche di palo e grossi chiodi inseriti che tradivano la presenza di strutture realizzate con materiali deperibili, dando così all'area una funzione anche di mercato³⁵.



Figura 14 Aquileia, teatro romano. Visione da sud ovest, dell'area di pertinenza, posizionata all'esterno del teatro. Sono visibili i solchi lasciati dal passaggio dei carri. (Da Ghiotto et al. 2018, p. 10, fig. 13)

1.8 La seconda vita dell'edificio

Il teatro di Aquileia, una volta terminata la sua funzione di edificio di spettacolo, conobbe una seconda vita. Il settore del frontescena, rimosso il rivestimento della struttura, presenta alcune buche di modeste dimensioni, che indicano la presenza di costruzioni in materiali deperibili.

³⁴ Ghiotto et al. 2021, pp. 18-19 (Furlan)

³⁵ Ghiotto et al. 2018, p. 10 (Furlan)

Un'altra area utile per comprendere questo fenomeno di defunzionalizzazione è stato il settore dell'orchestra. Nella zona di scavo infatti è stato rinvenuto uno strato dal colore fortemente scuro, che testimonia l'utilizzo dell'orchestra come discarica. All'interno di questo strato, oltre i resti di natura organica come ossa animali, resti botanici e carbone, e frammenti di ceramica o scarti di cantiere, è stata riportata alla luce un'AE2 di Graziano, moneta che ci permette di avere un'indicazione cronologica più puntuale, essendo stata coniata tra il 378 e il 383 d. C. In una fase successiva l'area venne nuovamente dotata di un piano di calpestio, che però a differenza dei precedenti, oltre a trovarsi a un livello più alto, non aveva una preparazione pavimentale e le lastre, anche in quest'occasione come nella precedente fase di sostituzione, non godettero di particolare cura durante la messa in opera³⁶.

Inoltre la presenza di livelli con strati abbondanti di carbone, *hammerscale* e scorie, ci permette di ipotizzare che nei vani sostruttivi, che si dislocavano tra i muri radiali esterni della cavea, potessero avvenire processi di lavorazione del ferro³⁷.

³⁶ Ghiotto et al. 2021, p. 21 (Furlan)

³⁷ Ghiotto et al. 2018, p. 12 (Furlan)

CAPITOLO 2. LE CALZATURE CHIODATE IN ETÀ ROMANA. DATI ARCHEOLOGICI

Lo studio dell'abbigliamento e della moda della società romana antica è una risorsa di inestimabile valore, grazie alla quale è possibile ottenere un'eccezionale quantità di informazioni preziose sulla vita quotidiana della popolazione. In questo senso, il mondo variegato delle calzature romane non fa eccezione, servendoci su un piatto d'argento conoscenze sulla cultura di coloro che le indossavano, spaziando tra vari rami tra cui quello del rango sociale, delle tradizioni, della tecnologia e persino dell'ambiente in cui risiedevano.

In antichità, infatti, non solo erano presenti dei veri e propri *dress code* per ogni classe sociale, ma erano anche seguiti in maniera pedissequa e chi non li rispettava veniva guardato in malo modo; nelle sue *Philippicae*, Cicerone rimprovera Antonio di vestirsi in modo inadeguato con *gallicae*, una delle numerose tipologie di sandali romani, e una semplice tunica al di fuori dell'ambiente domestico³⁸. Le calzature potevano diventare un sottile strumento politico di natura populista, come nel caso di Germanico che, stando a Tacito³⁹, per ingraziarsi la popolazione adottò molte consuetudini apprezzate da esso, tra cui quella di camminare per le strade con i sandali⁴⁰.

Alcune scarpe inoltre erano riservate a certe categorie di lavoratori, come si può osservare con i *cothurni* e i *socci*, indossati rispettivamente da coloro che calcavano la scena nelle tragedie e nelle commedie. Dati importanti si possono ricavare anche sul grado di conoscenza e competenza tecnologica raggiunto dalla civiltà romana nel campo della calzoleria; sappiamo infatti che i romani elaborarono un modo più efficace per conciare le pelli animali tramite l'utilizzo di tannini vegetali⁴¹.

Sempre in ambito tecnologico, troviamo la principale innovazione che la cultura romana portò nel mondo della produzione di calzature, ovvero l'aggiunta di chiodi (*clavi caligarii*, come vengono chiamati nei testi latini) sulla superficie esterna della suola delle scarpe. Nel mondo antico questo tipo di tecnica divenne un segno di distinzione tra la

³⁸ Aulo Gellio nelle sue *Noctes Atticae* (13-22) riporta che il primo a riferirsi a quel tipo di *solae* col termine *gallicae* è Cicerone nelle sue *Philippicae*, quando parla delle abitudini di Antonio

³⁹ Tacito, *Annales* II, 59

⁴⁰ Sette 2000, p.70

⁴¹ Volken 2014, p.88

popolazione romana e la popolazione indigena nei luoghi in cui erano più forti le resistenze all'impulso della romanizzazione, permettendoci di capire il grado di influenza e fascinazione raggiunto dai romani nelle zone di conquista. Esempio calzante è il territorio giudaico, dove possiamo apprendere dalla *Mishnah*, opera nodale della cultura ebraica, di come la suola chiodata fosse uno dei fattori di differenziazione tra la popolazione ebraica e quella romana⁴², notando quindi una certa resilienza nei confronti delle tradizioni dei conquistatori.

2.1 Storia degli studi

L'anno zero, per quanto riguarda lo studio delle calzature antiche, è riconosciuto nell'anno 1667, durante il quale, ad Amsterdam, venne pubblicata *De Calceo Antiquo et De Caliga Veterum* (Figura 15), opera scritta a quattro mani da Benoît Baudouin e Giulio Negrone, sintomo di un iniziale interesse di tipo accademico per questo tipo di studi. Altra testimonianza di attrazione per questo tipo di studi è testimoniata dalla lettera⁴³ scritta da G. Stovin nella metà del XVIII secolo (Figura 16), nella quale lo stesso Stovin racconta il ritrovamento di una scarpa di cuoio e si interroga su quale sia la sua datazione⁴⁴.

L'epoca di pubblicazione dell'opera di Baudouin e Nigrone e della lettera di Stovin è un periodo

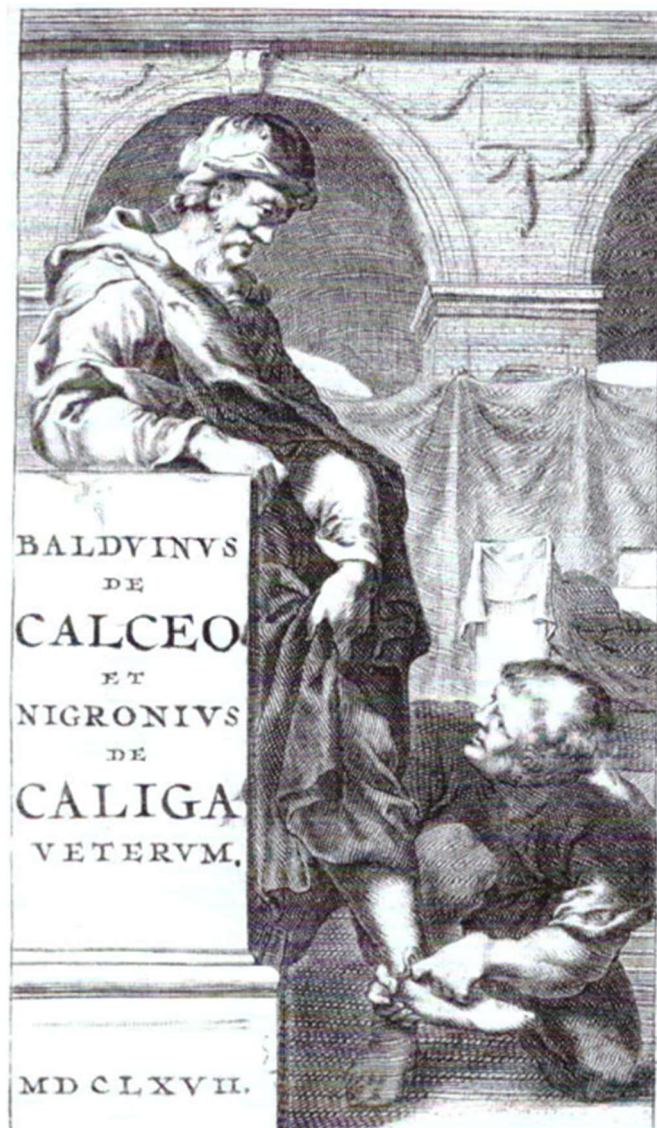


Figura 15 Frontespizio dell'opera *De calceo antiquo et De Caliga Veterum*, scritto da Baudouin e Negrone, pubblicato nel 1667. (Da Volken 2014, p. 12 Fig. 11)

⁴² Mishnah, Shabbath, 6, 2

⁴³ Stovin 1746, pp. 571-575

⁴⁴ Per approfondire la storia degli studi delle calzature: Volken 2014, pp. 1-27

Philos. Trans. N.º 484. TAB. I.

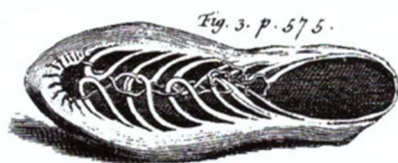
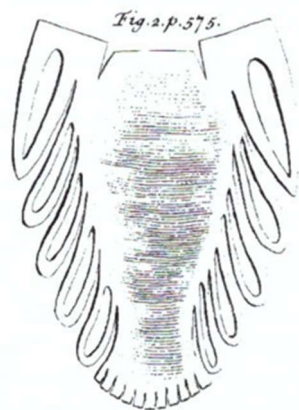


Figura 16 Il disegno della scarpa rinvenuta da G. Stovin nel 1746. (Da Volken 2014, p. 1 Fig. 1)

in cui l'idea di archeologia, intesa come ai giorni nostri, non era ancora sviluppata ed era ancorata a concetti quali antiquariato e collezionismo. L'archeologia, così intesa, era un'attività praticata da persone di alto rango sociale, il cui scopo era quello di accumulare reperti antichi da sistemare nelle loro collezioni al fine di esibirli. Non bisogna dunque stupirsi che i manufatti di cuoio, come le calzature, difficilmente trovassero posto all'interno di queste cosiddette *Wunderkammer*, per via delle problematiche riguardanti la conservazione del materiale organico. Il cuoio infatti una volta riportato alla luce, impregnato di acqua, che ne aveva permesso la conservazione, incominciava ad asciugarsi raggrinzendosi e infine dissolvendosi in pezzi. Solo alcuni collezionisti più avveduti, per salvaguardare l'oggetto da collezione, ricorsero ai metodi più disparati e amatoriali per salvare il manufatto. Un caso emblematico è il collezionista

londinese Charles Roach Smith⁴⁵ che conservò in una sostanza oleosa non meglio specificata gli oggetti in cuoio ritrovati, i quali sono ancora oggi visibili al British Museum di Londra (Figura 17).

Più fortunati erano i collezionisti che avevano a che fare con calzature in cuoio ritrovate invece in ambienti paludosi e nelle torbe, che non richiedevano questi trattamenti speciali per essere conservate dato che i contesti di ritrovamento



Figura 17 Scarpa romana donata da Charles Roach Smith al British Museum. (Presa da www.britishmuseum.org)

⁴⁵ Smith 1864, p. 66

preservavano i reperti sepolti al loro interno. L'interesse crescente per questo tipo di manufatti, suscitato dai numerosi ritrovamenti, sfociò in scavi amatoriali e disorganizzati

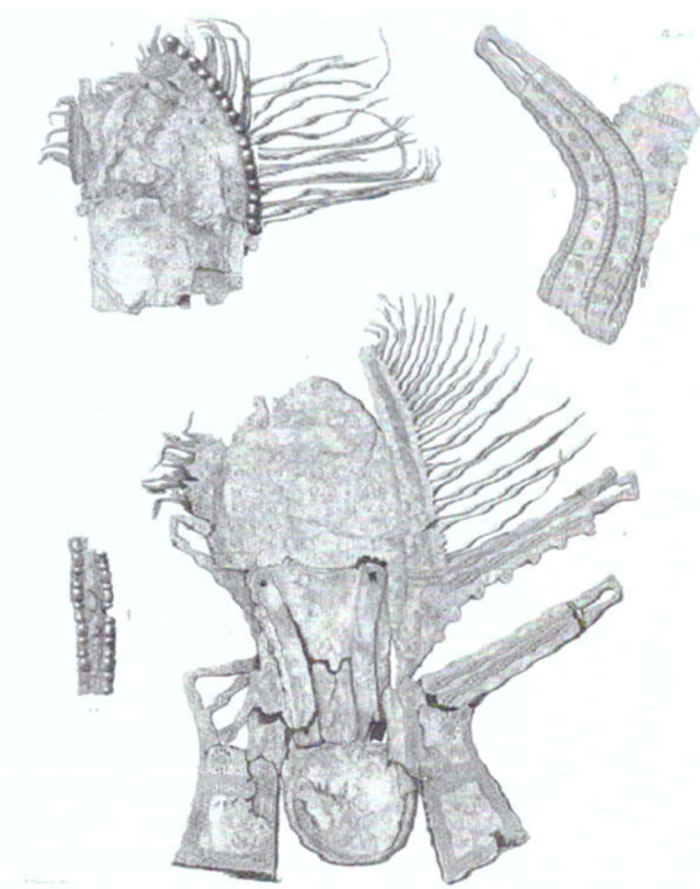


Figura 18 Acquatinta di una scarpa ritrovata a Thorsberg, incisa da M. Peterson, dalla guida del Museo Nazionale Danese, Copenaghen. (Da Volken 2014, p. 13 Fig. 13)

e, in certi casi, anche in azioni di razzia dei contesti di torba senza nessun approccio metodologico di scavo.

Bisogna aspettare la metà del XIX secolo per osservare un approccio più scientifico allo studio delle calzature antiche. Tra il 1863 e il 1869 vengono pubblicati i dati delle campagne di scavo effettuate in Danimarca nei siti dell'età del ferro di Thorsberg, Nydam, Kraeghul e Vimose. Tra i numerosi reperti ritrovati in quelle campagne di scavo,

si possono ammirare nella guida alla collezione dell'attuale Museo Nazionale Danese, le tavole illustrate di alta qualità che esibiscono le scarpe rinvenute durante gli scavi (Figura 18). In Germania due scarpe di epoca Merovingia, rinvenute nelle tombe del sito di Oberflacht, e altre calzature di epoche precedenti, ritrovate nei contesti di torba, sono menzionate nel trattato del 1880 di Lindenschmidt. Nonostante quindi un netto miglioramento riguardante i processi di scavo e di recupero dei materiali, i processi di documentazione e divulgazione presentavano ancora delle problematiche. Infatti nonostante gli scavi riportassero alla luce un numero esorbitante di oggetti in cuoio, nelle pubblicazioni successive allo scavo questi apparivano raramente e in modo molto limitato. Un esempio è il caso del sito della fortificazione di Saalburg, in Germania. Nonostante l'alto numero di ritrovamenti infatti, solo quattro calzature complete godettero di una litografia, e solamente una manciata delle rimanenti fu fotografata e inserita nelle pubblicazioni. Nei casi più sfortunati, le pubblicazioni dei dati di scavo

ritardarono di ben 40 anni, come nel caso dei ritrovamenti effettuati a Mainz, in Germania. Inoltre, a causa del prestigio di cui godevano i siti romani nelle prime fasi dell'archeologia, i ricercatori nord-europei preferirono concentrarsi sullo studio delle calzature e degli altri materiali in cuoio del mondo romano, nonostante i siti avessero conservato scarpe di diversi periodi. Un'eccezione a questa piega romanocentrica è possibile osservarla negli studi, svolti nella prima metà del XX secolo, nei paesi Scandinavi, che, non avendo a disposizione siti romani, si concentrarono sui materiali recuperati dai contesti medievali. Un altro paese che si distinse dagli altri, per via della eterogeneità dei suoi studi, che si occupavano di materiali in cuoio del periodo romano, medievale e moderno, fu la Svizzera. Del 1940 è la pubblicazione di un articolo, scritto da Gansser Burckhardt, in cui sono documentati oltre 1400 frammenti di cuoio provenienti da diverse epoche⁴⁶. Due anni più tardi invece troviamo una storia delle calzature archeologiche, pubblicata da Forrer, l'allora direttore del Bally Shoe Museum⁴⁷.

Il periodo compreso tra l'inizio della seconda guerra mondiale e gli anni '60 del XX secolo segna un periodo di interruzione per quanto riguarda lo studio e la pubblicazione di opere riguardanti le calzature antiche. Nonostante questo periodo di stop, assistiamo a una grande quantità di ritrovamenti di materiale in cuoio, per via della ricostruzione e del rinnovamento in atto nelle città europee. Nella città inglese di Coventry, vittima di un pesante bombardamento tedesco, durante le operazioni di ricostruzioni del dopoguerra, vennero alla luce, tra le varie evidenze archeologiche, un centinaio di calzature e frammenti in cuoio, che vennero conservati e immagazzinati per essere studiati e pubblicati più tardi, ovvero quarant'anni dopo. Sempre in questo periodo, dalla Francia, nella cripta di Saint Denis fu ritrovato il più grande e completo assemblaggio di cuoio del periodo Merovingio mai scoperto, ma i materiali in cuoio non ressero il paragone con i preziosi manufatti in metallo e rimasero inediti per molti anni.

Tra il 1972 e il 1977, assistiamo a un rinnovato interesse per lo studio delle calzature, periodo nel quale vengono pubblicati oltre una settantina di *paper*, grazie al gran numero di rinvenimenti effettuati nelle campagne di scavo degli anni '60. Questi studi però trovarono diversi ostacoli da affrontare. Un primo problema era costituito dalla limitatezza di materiale pubblicato nei decenni precedenti, che impediva la produzione di studi comparativi idonei. Problema più grave invece era la mancanza di un sistema

⁴⁶ Gansser-Burckhardt 1940

⁴⁷ Forrer 1942

metodologico di analisi e di terminologia che fosse condiviso da tutti i ricercatori. In ultima istanza anche le rappresentazioni grafiche non seguivano regole accettate universalmente. Queste gravi divergenze resero dunque i risultati delle ricerche difficili da comprendere e analizzare su grande scala.

Con l'espansione della letteratura riguardante le calzature antiche, per quasi ogni pubblicazione una nuova metodologia di documentazione veniva proposta, contribuendo ad aumentare le difficoltà espresse. L'obiettivo dell'ultimo quarto di secolo per i ricercatori fu quindi di trovare una soluzione a questa diaspora metodologica. Tre studiosi olandesi, Goubitz, Van Driel Murray e Groenman-van Waateringe⁴⁸, lavorando su reperti provenienti da tutta Europa, diedero un contributo fondamentale allo sviluppo di un metodo scientifico di catalogazione, nomenclatura e documentazione che potesse essere condiviso da tutti. Per prima cosa, nel disegno dei componenti delle scarpe, introdussero l'utilizzo di notazioni per le cuciture. Queste notazioni si univano a una rappresentazione accurata dei segni che erano visibili sulla scarpa con un serie di simboli schematici che fornivano informazioni sulla tecnica di cucitura adoperata per la fabbricazione della calzatura. Nell'ambito della catalogazione fu introdotto l'impiego di "trade name" per classificare uno stile, sostituendo la consuetudine di attribuire numeri o lettere dell'alfabeto, metodo con il quale venivano nominati in precedenza i vari tipi di calzature ritrovate sito per sito. Infine si stabilì un metodo di classificazione basato su una combinazione di criteri come il tipo di allacciamento delle scarpe, gli elementi ornamentali, il tipo di cucitura o il periodo cronologico. Gli sforzi congiunti degli studi di questi tre ricercatori vengono pubblicati nel 2001 nel libro *Stepping Through Time, Archaeological Footwear from Prehistoric Times until 1800*, che rappresenta un ottimo manuale introduttivo per lo studio delle calzature antiche. Sempre del 2001 è la riedizione (la prima pubblicazione è del 1995) dell'opera *The world of Roman costume*, curato da Sebesta e Bonfante, nel quale sono esposte le conclusioni a cui erano giunti i partecipanti del seminario *The religious, Social, Political, Significance of Roman Dress*, tenutosi nel 1988. All'interno dell'opera è stato pubblicato l'articolo di Goldman *Roman Footwear*, nel quale la studiosa approfondisce le varie tipologie di calzature romane.

Nonostante questi sforzi di uniformare il metodo di studio, ancora nel XXI secolo è possibile osservare la comparsa di nuovi sistemi di catalogazione e di procedure di documentazione dei reperti. Nel 2005, per esempio, il ricercatore Atzbach pubblica il suo

⁴⁸ Driel Murray 2001, pp.337-376

lavoro⁴⁹ sul ritrovamento di calzature del XVI secolo a Kempten, in Germania, ma lo studioso non segue le linee guida introdotte da Goubitz, Driel Murray e Groenman-van Waateringe per quanto riguarda il disegno delle calzature antiche, pubblicando le immagini delle calzature, ottenute con un processo di scansione. In molte di queste, cuciture e altre componenti della scarpa non sono ben evidenziate e in certi casi sono del tutto assenti. Carenze qualitative sono caratteristiche anche delle fotografie documentative dello studio⁵⁰, condotto da Harjula, sul recupero di calzature basso medioevali, avvenuto nella città e nel castello di Turku, in Finlandia, che non possono essere prese in considerazione per uno studio comparativo a causa della loro scarsa qualità di visualizzazione. Per quanto riguarda invece le pubblicazioni che trattano il tema dell'abbigliamento in generale, si può osservare come le calzature occupino un posto di secondo piano. Nel *Roman Clothing and Fashion* di Croom, edito nel 2002, si nota una certa priorità nell'analisi dei vestiti rispetto alle scarpe. Questo *trend* continua anche nel secondo decennio del XXI secolo. Un esempio è l'opera di Lee, *Body, Dress and Identity in Ancient Greece*, pubblicata nel 2015, dove la studiosa si concentra, in modo minore rispetto gli altri tipi di abbigliamento, sullo studio delle calzature greche.

Secondo Volken, questa continua e spasmodica ricerca per un metodo capace di soppiantare e imporsi sugli altri molto probabilmente è dovuta a un errore nello stabilire quale caratteristica della calzatura sia la più stabile e necessaria per un'adeguata classificazione. Una tipologia con delle fondamenta solide infatti non può basarsi su caratteristiche variabili, ma deve individuare e posizionare in una scala decrescente d'importanza tutti gli elementi distintivi, ordinandoli in base al grado di costanza. Volken individua l'elemento distintivo fondamentale per le scarpe in cuoio nelle tecniche utilizzate per trasformare la pelle dell'animale in una calzatura, che lui definisce *cutting patterns*. I risultati delle sue ricerche⁵¹ sono pubblicati nel 2014 e comprendono lo studio delle calzature dal periodo preistorico al XVI secolo. Un'altra serie di studi recenti, degni di nota, riguardanti il ruolo sociale e culturale delle calzature e dei piedi nel periodo classico, sono stati pubblicati nel 2019 nel libro *Shoes, slippers and Sandals*, curato da Pickup e Waite.

Gli studi calceologici contemporanei quindi sono orientati alla ricerca di una forma di organizzazione dei vari strumenti metodologici, non solo per lo studio dei ritrovamenti

⁴⁹ Atzbach 2005

⁵⁰ Harjula 2008

⁵¹ Volken 2014

moderni, ma anche per riorganizzare i precedenti studi, in modo da costruire delle solide basi per azioni di comparazioni e analisi nelle ricerche contemporanee.

2.2 Contesti di ritrovamenti di calzature

La maggior parte delle calzature romane era realizzata con il cuoio, un materiale organico, che difficilmente si conserva, se non in contesti che possano soddisfare determinati requisiti. Per questo motivo la quasi totalità dei rinvenimenti di calzature o frammenti di calzature provengono da ambienti chiusi e con una forte presenza d'acqua come paludi o torbe, nelle quali il cuoio conciato con tannini vegetali viene conservato in buone condizioni⁵².



Figura 19 Distribuzione topologica dei ritrovamenti principali di calzature romane in Europa: a) Luguvaallium, b) Vindolanda, c) Mainz, d) Saalburg, e) Vindonissa, f) Koln, g) Bar Hill.

In Europa le aree che presentano queste condizioni si trovano nei pressi delle province settentrionali dell'impero Romano. I principali rinvenimenti infatti sono stati effettuati nei territori della Germania, della Gran Bretagna, dell'Olanda, specialmente in quelle zone in cui si situavano città e insediamenti militari, luoghi in cui possiamo osservare una grande concentrazione di persone riunite. Al contrario i territori di Francia e Italia non

⁵² Driel Murray 2001, pp. 337-338

hanno restituito grandi ritrovamenti di reperti in cuoio, motivo in più per il quale la comunità archeologica nordeuropea mostra una qualità e un interesse per lo studio delle calzature antiche maggiori rispetto alla comunità scientifica dei paesi europei mediterranei, che si sono concentrati su altre tipologie di reperti⁵³.

Il sito più esemplare per i ritrovamenti di calzature romane è quello del forte romano di *Vindolanda* (Figura 19b). Il forte si colloca a circa 1,5 km a sud del Vallo di Adriano e, nonostante la zona del sito fosse già conosciuta dal XVI secolo e fosse stata vittima di razzie da parte dei tombaroli, le prime campagne di scavo archeologico vero e proprio incominciano solamente negli anni '30 del XX secolo. Il sito vanta una durata di vita di ben tre secoli, dato che le prime tracce di insediamento romano sono databili intorno alla fine del I secolo d. C. e l'abitato viene frequentato fino al IV secolo d. C. circa⁵⁴. Gli scavi hanno riportato alla luce più di quattromila calzature (Figura 20) o frammenti di calzature databili lungo tutto il periodo di vita della fortificazione romana. La fortuna di questo deposito è dovuta al contesto di ritrovamento. Infatti i materiali sono stati conservati all'interno di un ambiente umido anaerobico, privo di ossigeno, che ha protetto il cuoio dall'azione dei batteri. L'analisi dei reperti ha permesso di ricondurre queste calzature non solo a personaggi maschili, i soldati romani che presiedevano il forte, ma anche a donne e bambini, molto probabilmente le mogli e figli dei soldati, fornendo un'informazione importantissima sulla popolazione che viveva in questo tipo di insediamento⁵⁵.

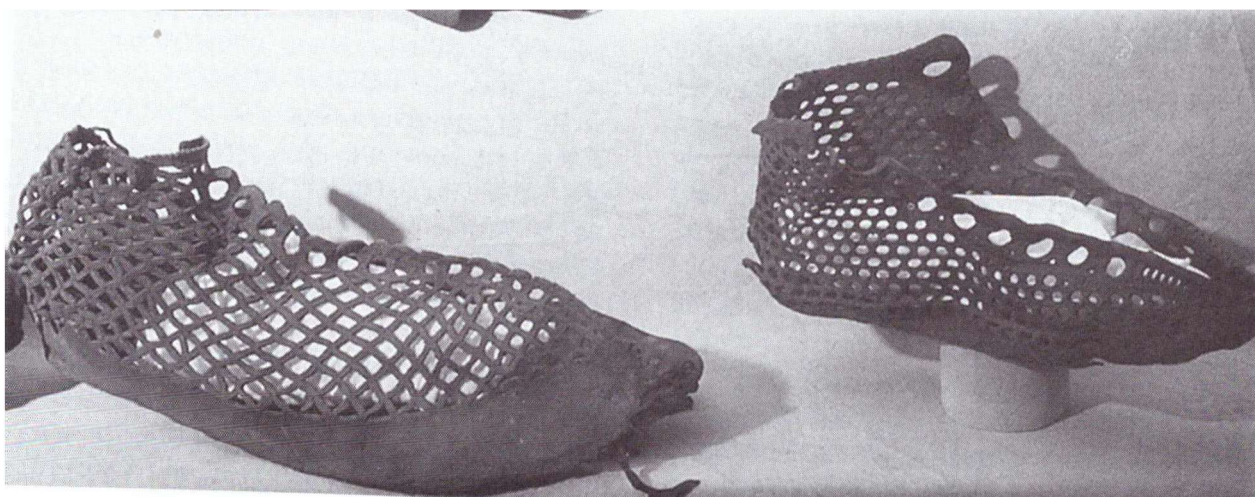


Figura 20 Vindolanda, Inghilterra. Esempari di calcei chiusi rinvenuti con la tomaia forata. (Da Goldman 2001, p. 121, Fig. 6.25)

⁵³ Volken 2014, pp. 11-12

⁵⁴ Birley 2009, pp. 13-17, 41-45

⁵⁵ Greene 2019, pp. 310-312,

Sempre nel territorio britannico, specificamente nel sito archeologico dell'insediamento militare di *Luguvallium* (Fig. 19a), durante la campagna di scavo della seconda metà del XX secolo, sono state recuperate 172 calzature romane, che sono databili al I o al II secolo d. C. circa. L'insediamento è stato fondato dai Romani, in un luogo già frequentato dalle popolazioni indigene, nella seconda metà del I secolo d. C., a presidio della confluenza dei fiumi Caldew e Eden. Il contesto militare del sito giustifica quindi la maggioranza di calzature rinvenute con la suola chiodata, riferibili quindi alla tipologia della *caliga*, ma insieme ad esse sono state ritrovate, in minoranza, anche scarpe simili a sandali e scarpe ricavate da un unico pezzo di cuoio che non erano dotate di una suola chiodata (Fig. 21)⁵⁶.

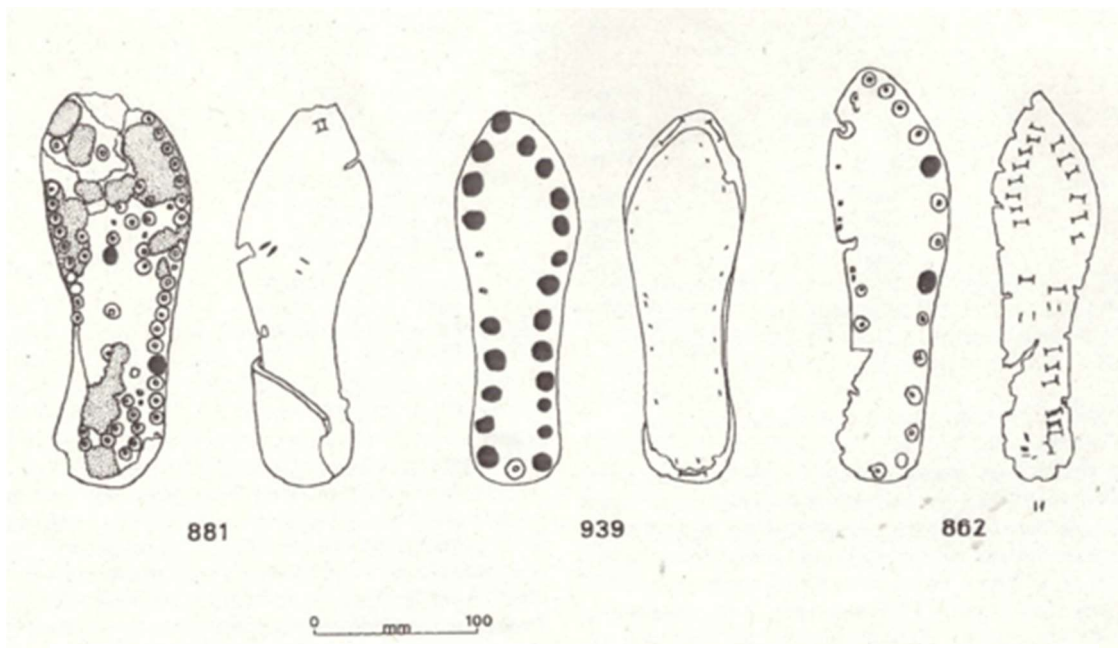


Figura 21 Castle Street, Carlisle: disegno di alcune delle suole chiodate ritrovate durante gli scavi di Castle Street. (Da Padley 1991, p. 235, fig. 208)

Un altro sito, sempre di ambito militare, che ha restituito un gran numero di calzature, è il sito del *castrum* di Saalburg, in Germania (Figura 19d). Il forte fu edificato nei pressi del *limes* germano-retico, a difesa delle province germaniche, sul finire del I secolo d.C., e fu abitato fino a circa la seconda metà del III secolo d.C., quando venne gradualmente abbandonato senza l'intervento di azioni violente⁵⁷. Gli scavi, effettuati alla fine del XIX e inizio XX secolo, hanno riportato alla luce da 49 pozzi dell'insediamento centinaia di calzature romane o frammenti di essa (Figura 22), che però, sono carenti di una descrizione stratigrafica, motivo per il quale in molti casi non si conosce l'esatto numero dell'insieme di scarpe ritrovate in un unico pozzo. La presenza all'interno dei pozzi delle calzature è stata spiegata come un rituale domestico: all'inaugurazione e alla chiusura del

⁵⁶ Padley 1991, pp.228-243

⁵⁷ Moneta 2010

pozzo veniva gettata al suo interno una calzatura come offerta rituale. A confermare che le calzature non furono gettate come semplice spazzatura ma con destinazione votiva è la selezione stretta della scarpa gettata: se le scarpe da uomo rinvenute sono quasi totalmente riferibili a un piede sinistro, per le donne invece il piede di riferimento è il destro⁵⁸.



Figura 22 Esempari di carbatinae ritrovati dagli scavi del sito di Saalburg. (Da Goldman 2001, p. 115 fig. 6.19b)

Una seconda tipologia di ambiente che ha permesso la conservazione del cuoio, conciato con allume o olio, è quello caratterizzato da un clima arido, che può era caratteristico delle province del Nord Africa e del Medio Oriente dell'impero romano⁵⁹.



Figura 23 Masada, Israele: Caliga con i clavii caligari ancora attaccati alla suola. (Da Baker 1996, p. 201, fig. 2)

⁵⁸ Volken 2014, pp. 50-52

⁵⁹ Goldman 2001, p. 101

Durante le campagne di scavo del XX secolo effettuate nel sito archeologico della fortezza della Masada, in Israele, (Fig. 24a) vennero ritrovati numerosi reperti in cuoio, che erano stati conservati dal clima secco del territorio. Tra queste evidenze, furono riportate alla luce anche calzature sia tipiche della cultura ebraica, appartenute quindi ai ribelli che erano insediati all'interno della fortificazione, sia calzature proprie del mondo romano, che testimoniano quindi l'occupazione del forte da parte degli invasori per un certo periodo. Le scarpe rinvenute appartenevano sia a donne che a uomini, ma anche sono state trovate scarpa la cui misura era adatta ai piedi di bambini. Un esemplare di *caliga* è stato riportato alla luce con ancora i chiodi attaccati alla suola (Fig. 23)⁶⁰. In Egitto diversi siti hanno restituito manufatti in cuoio tra cui figurano anche le calzature; tra i più importanti vanno ricordati i siti di Quesir al-Qadim⁶¹, Dahkla⁶², Qasr Ibrim⁶³, *Mons Claudianus*⁶⁴ e Berenice (Fig. 24)⁶⁵. In particolare, negli ultimi tre siti citati, come nel caso del sito della fortificazione di Masada, sono stati rinvenuti soles di scarpe ai cui erano rimasti ancora attaccati i chiodi.

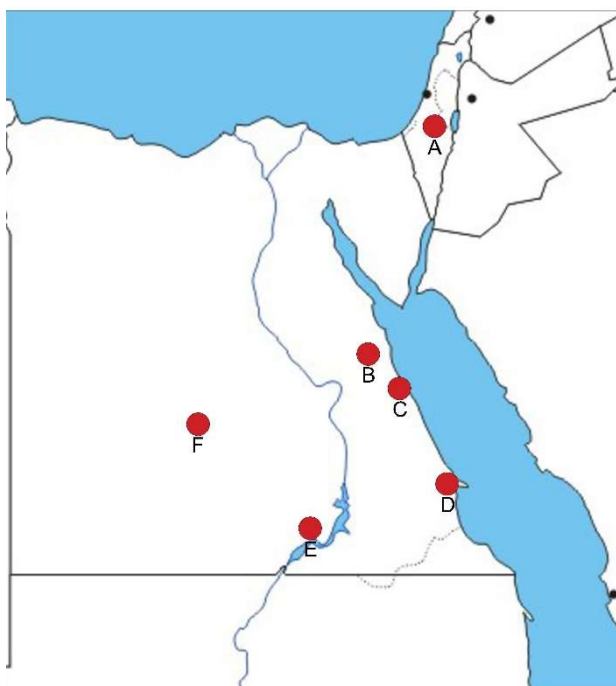


Figura 24 Distribuzione topologica dei ritrovamenti di calzature in Medio Oriente ed Egitto: a) Masada, b) Mons Claudianus, c) Quesir al-Qadim, d) Berenice, e) Qasr Ibrim, f) Dahkla.

2.3 Fonti indirette letterarie e iconografiche (brevi cenni)

I ritrovamenti archeologici non sono stata l'unica fonte di cui i ricercatori si sono serviti per espandere la conoscenza sul mondo delle calzature romane, infatti, strumenti come le fonti letterarie e le fonti iconografiche hanno permesso una maggior comprensione di questo tipo di evidenza.

⁶⁰ Baker 1996, pp. 199-202

⁶¹ Philips 2001, p. 63

⁶² Bowen 2002, pp. 87-99

⁶³ Veldmeijer 2007, p. 9

⁶⁴ Winterbottom 2001, pp. 313-353

⁶⁵ Veldmeijer 2007, pp. 9-10

Tra le fonti letterarie uno dei punti di riferimento è l'Editto di Diocleziano, emesso nel 301 d. C., con lo scopo di risolvere la crisi economica che l'Impero stava affrontando per via della svalutazione della moneta. Con l'Editto si fissava il limite di prezzo a cui era consentito vendere merci di vario genere. Tra i prodotti citati, si ritrovano anche le calzature. Analizzando i costi di ogni calzatura si possono ricavare dati sulla qualità della scarpa e sulla moda dell'epoca. Un'altra informazione importante, fornita dall'Editto, è l'attestazione della grande varietà di tipi di sandali (*solae*), che venivano prodotti in quel periodo. Si vedono infatti menzionate le *gallicae*, sandali rustici per gli uomini, forse indossate dai contadini, le *gallicae cursuriae*, destinate ai corridori, le *taurinae*, realizzate con cuoio ricavato dalla pelle di toro, le *lanatae*, probabilmente per via della presenza di lana o le *inauratae*, la cui traduzione vorrebbe dire "dorate"⁶⁶.

Una seconda fonte di particolare interesse è l'opera *Etymologiae* di Isidoro di Siviglia, redatta nel 636 d. C., al cui interno, nel XIX libro (*De navibus, aedificiis, et vestibus*), sono elencate e descritte varie calzature romane. L'opera è pubblicata in un periodo più tardo, ma riprende uno scritto di Varrone andato perduto, garantendo quindi una certa sicurezza sulla veridicità delle descrizioni raccolte nel libro⁶⁷.

Oltre a queste testimonianze, altri autori hanno citato o descritto diverse tipologie di calzature romane all'interno dei loro testi. Tra questi autori troviamo il già citato Aulo Gellio, scrittore romano vissuto nel II secolo d. C., che, in alcuni passi delle sue *Noctes Atticae*, riporta alcune usanze della nobiltà romana, come quella di vestire la toga accompagnata dai *calcei*⁶⁸. Parlando di calcei, autori come Orazio⁶⁹ e Giovenale⁷⁰ ci danno informazioni sul colore, nero, che dovevano avere i *calcei senatorii*. Svetonio invece cita le *caligae*, per spiegare il soprannome che venne dato dai legionari al giovanissimo Caio Cesare Germanico, meglio conosciuto appunto col soprannome di Caligola, per via delle scarpe chiodate, a misura di bambino, che indossava quando seguiva il padre Germanico durante le operazioni militari⁷¹.

⁶⁶ Editto di Diocleziano, 9, 5-25

⁶⁷ Isidoro di Siviglia, *Etymologiae*, 19, 34

⁶⁸ Aulo Gellio *Noctes Atticae*, 13-22

⁶⁹ Orazio *Satire*, I, 6, 27

⁷⁰ Giovenale *Satire*, VII, 191-193

⁷¹ Svetonio, *De Caesaribus*, III, 5

Un ruolo di pari importanza è ricoperto dalle fonti iconografiche, quali pitture, mosaici, sculture o rilievi, che ci consentono la visualizzazione realistica delle calzature, e dei quali in questa sede si farà solo qualche rapido accenno. Nei rilievi della Colonna Traiana (Figura 27) e dell'Arco di Costantino, ad esempio, vediamo i soldati semplici portare ai piedi le *caligae*, di cui si può ammirare la loro tipica costruzione a rete della tomaia⁷². L'Ara Pacis invece esibisce, nei suoi rilievi, i *calcei patricii*, simbolo di ricchezza e potere, indossati dai *Flamines*, una delle cariche religiose romane. L'affresco, che si può ammirare nella stanza delle iniziazioni Dionisiache, nella Villa dei Misteri di Pompei, presenta ai visitatori un'iniziata ai culti, con indosso ai piedi un sandalo legato alla caviglia con un laccio leggero di cuoio (Figura 25). Anche la statuaria ha restituito la rappresentazione di diverse calzature. Per citare un altro celebre esempio ai piedi della statua di Marco Aurelio (Figura 26), esposta ai Musei Capitolini di Roma, spiccano i *calcei patricii*, con un sistema di allacciamento che fa uso di nodi di lacci, legati sopra la caviglia. Sempre esposta ai Musei Capitolini, la statua di Marcello lo raffigura con un particolare tipo di *solae* chiamato *gallicae*⁷³.

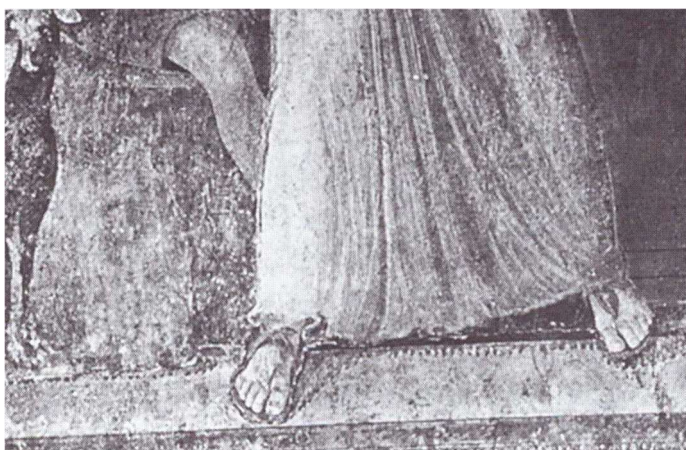


Figura 25 Villa dei Misteri, Pompei. Sandali indossati da una iniziata impaurita nella scena 7 delle pitture nella stanza delle iniziazioni Dionisiache. (Da Goldman 2001, p. 108, fig. 6.8)

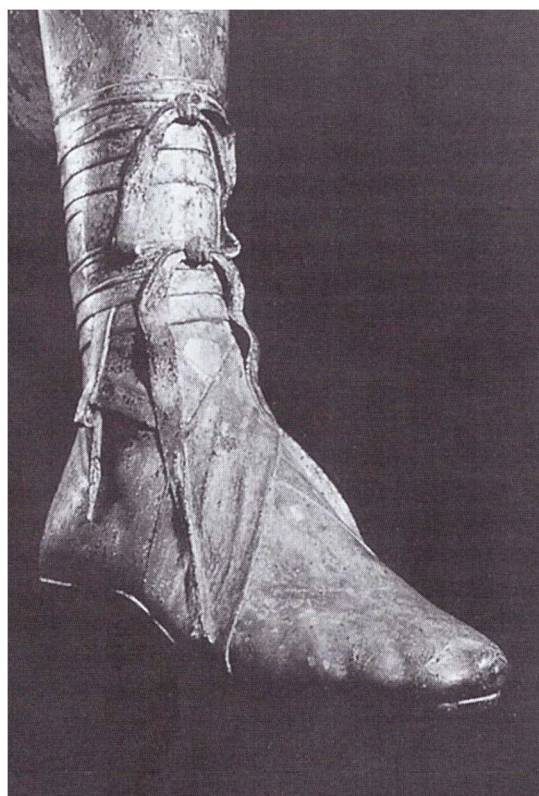


Figura 26 Musei Capitolini, Roma. Statua equestre di Marco Aurelio, dettaglio che mostra il *calceus patricius*. (Da Goldman 2001, p. 120, Fig. 6.23b)

⁷² Volken 2014, pp. 88-90

⁷³ Goldman 2001, pp. 101-129



Figura 27 Roma, Colonna Traiana: raffigurazioni delle caligae nei bassorilievi della Colonna Traiana. (Da Coarelli 1999, p. 62, Tav. 18)



Figura 28 Lampada in terracotta, a forma di piede con indosso una sola, dalla suola chiodata. Romish-Ghermanisches Museum Rheinisches Bildarchiv, Colonia, Germania. (Da Goldman 2001, p. 112, fig. 6.15)

Editto di Diocleziano 9, 5-25.

De formis caligaribus

Formae caligares maximae centum.

Formae secundae mensurae octaginta.

Formae muliebres sexaginta.

Formae infantiles triginta.

De caligis

Caligae primae formae mulionicae sibe rusticae, par sine clavis CXX.

Caligae militares sine clavo centum.

Calcei patricii centum quinquaginta.

Calicae senatorum centum.

Calicae equestres septuaginta.

Caligae muliebres, par sexaginta.

Ca(m)pagi militares septuaginta quinque.

De soleis et gallicis

Gallicae viriles rusticanae bisoles, par octaginta.

Gallicae viriles monosoles, par quinquaginta.

Gallicae cursoriae, par sexaginta.

(Tau)rinae muliebres bisoles, par quinquaginta.

(Taurin)ae muliebres monosoles, par triginta.

(De so) leis Babylonicis et purpureis et Phoeniceis et albis

(Soleae) Babylonicae, par centum viginti.

(Socci) purpurei sive Phoenicei, par sexaginta.

(Socci albi par) ?.

(Soc)ci vi (riles, par) LX.

(So)cci muliebres, pa(r) L.

(Socci i)nauratae LXXX.

Socci Babylonici purp(urei) LXXX.

Taurinae inauratae LXXV.

Taurinae lanatae (qui)nq(uaginta).

2.4 Tipologie di calzature chiodate

In questa sezione del capitolo ho ritenuto opportuno compilare una presentazione delle principali tipologie di scarpe che potevano godere dei benefici di una suola chiodata, evidenziando maggiormente quelle tipologie di scarpe che potrebbero trovare un riscontro con il contesto in cui sono state trovate le impressioni di chiodi in esame, ovvero il cantiere del teatro di Aquileia.

Seconda doverosa precisazione è premettere che userò, per le tipologie di scarpe chiodate, la terminologia che ci è stata restituita dalle fonti scritte dell'epoca. Ho preferito adoperare questo metodo di classificazione, nonostante alcune problematiche (l'utilizzo a volte improprio delle parole che indicano le scarpe, per ragioni riguardanti la metrica o le licenze artistiche, e la difficoltà, a causa delle informazioni nella maggior parte dei casi esigue, di collegare in modo efficace il termine latino alla scarpa rinvenuta⁷⁴), rispetto a quello di identificare le diverse tipologie con i nomi dei siti archeologici in cui sono state rinvenute le calzature, perché lo ho ritenuto essere maggiormente adatto a un'esposizione di più ampio respiro che mira a dare al lettore un'infarinatura generale e basilare sul mondo delle scarpe romane, evitando di scendere nello specifico dei singoli siti di ritrovamenti.

2.4.1 Le *carbatinae*

Le *carbatinae* sono un tipo di scarpa romana che viene spesso accostato alle *crepidae*, una specie di sandali riconoscibili dal loro sistema oculato di intaglio delle cinghie posizionate sul dorso del piede. Il nome potrebbe derivare dal termine latino *carbasina*, con cui si indicavano il tessuto di lino pesante, con cui venivano fabbricate le vele delle navi. Questa denominazione tradisce una prima fase in cui molto probabilmente questo tipo di calzatura venne realizzato con questo tipo di materiale, per poi, in una seconda fase, passare

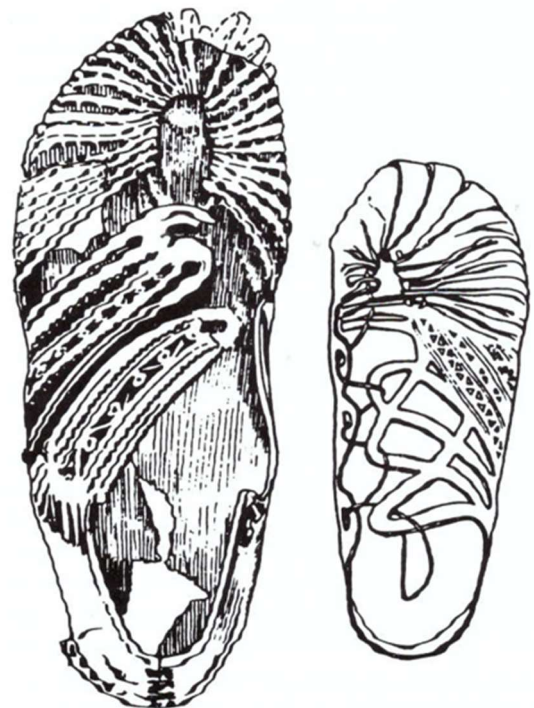


Figura 29 Disegno dello stile della *carbatina* che evidenzia i ritagli riccamente ornati. (Da Goldman 2001, p. 115, Fig. 6.19)

⁷⁴ Goldman 2001, p. 101

all'utilizzo del cuoio, ma mantenendone, nel nome, il ricordo del processo di produzione iniziale⁷⁵.

Questa calzatura poteva ricordare nell'aspetto i moderni mocassini e si fabbricava utilizzando un singolo pezzo di cuoio sia per la parte superiore che inferiore della scarpa. Il sistema di chiusura si basava su una serie di asole che erano realizzate lungo i bordi, attraverso le quali passava un laccio che aveva il compito di tenere unite le due tomaie laterali della scarpa, portandole entrambe al di sopra del dorso del piede e in certi casi arrivando anche a coprire oltre che il dorso del piede persino la caviglia (Figura 29). Questo suo particolare sistema di chiusura tramite lacci e asole veniva evidenziato maggiormente in una variante, riscontrata lungo il *limes* dell'impero, dove la scarpa poteva vantarsi di parti laterali su cui i bordi erano stati ricavati, con un lavoro ad intaglio raffinato, degli occhielli la cui dimensione andava ingrandendosi spostandosi dalla punta della scarpa verso la caviglia, e attraverso i quali passava il laccio con la funzione di chiusura (Figura 30). La scarpa, nella maggior parte dei casi, non doveva essere dotata di una soletta interna, se non nelle situazioni in cui la suola era rinforzata con l'aggiunta di chiodi, dove allora era necessaria la presenza di una soletta per proteggere il piede dalla punta dei chiodi⁷⁶. Durante la prima fase di vita, nel I secolo d. C., la *carbatina* possedeva una forma simmetrica, con entrambi gli occhielli, sia della parte interna che della parte esterna del piede, che misuravano in lunghezza in egual modo. In una fase successiva, tra il II e il III secolo d. C., probabilmente per un cambio di moda, invece riscontriamo che gli occhielli della parte esterna della scarpa incominciano ad allungarsi a discapito invece di quelli della



Figura 30 Carbatina rinvenuta nel sito archeologico di Vindolanda, Inghilterra, conservata nel museo omonimo. (Da Goldman 200, p. 117, fig. 6.20b)

⁷⁵ Per un approfondimento sulle *carbatinae*: Goldman 2001, pp.114-116

⁷⁶ Van Driel-Murray 1987, pp. 34-36

parte interna, che si accorciano, facendo sì che la calzatura perse la sua struttura simmetrica⁷⁷.

I rinvenimenti numerosi di *carbatinae* ci hanno permesso di capire che questa calzatura conquistò il cuore della popolazione romana, soprattutto nella zona delle terre di confine come l'Inghilterra e la Germania (116 esemplari di *carbatinae* sono state riportate alla luce nel sito del *castrum* romano di Saalburg). La scarpa poteva essere indossata sia da uomini e donne, ma anche dai bambini, essendo l'ideale per i loro piedi in crescita. Inoltre venivano vestite da lavoratori e schiavi che si occupavano di incarichi pesanti e che dovevano avere la massima libertà di movimento⁷⁸.

2.4.2 I *perones*

Riguardo i *perones* le nostre conoscenze sono minime e sommarie. La scarpa viene citata da Virgilio nell'Eneide, nella quale viene ritratta come uno stivale rustico, indossato dagli alleati di Enea provenienti dalla città di Praeneste⁷⁹. Un'altra citazione ce la fornisce Giovenale nelle sue Satire, dove riporta uno dei rimproveri fatti dagli abitanti della montagna ai loro figli, ovvero di non disdegnarsi di usare il *pero altus* durante le giornate più fredde⁸⁰. Dal lato figurativo invece, John Pollini ritiene di aver individuato nel fregio dell'*Ara Pacis*, la raffigurazione dei *perones*, rappresentati come stivali bassi (Figura 31) ed indossati da alcuni uomini, differenziandoli dalle scarpe indossate da Augusto e altri personaggi importanti che invece vestivano i *calcei*, comparabili a degli stivali alti⁸¹.

I *perones* quindi, in base alle poche informazioni arrivate a noi, erano delle specie di stivali, prodotti con cuoio non conciato e di colore naturale. Giovenale aggiunge l'aggettivo *altus* alla parola *pero*, fatto che può suggerirci che forse era possibile esistessero due versioni di questa calzatura: una alta che arrivava al polpaccio e una più bassa. Sulla suola venivano applicati i chiodi e come sistema di chiusura possedeva delle corregge che si intrecciavano fra di loro⁸².

Questo tipo di calzatura era destinata alle classi sociali più povere, e veniva indossata da lavoratori che dovevano compiere lunghi viaggi a piedi, per via dei vantaggi offerti dalla

⁷⁷ Goldman 2001, pp. 114-116

⁷⁸ Sette 2000, p.84

⁷⁹ Virgilio, Eneide 7.222

⁸⁰ Giovenale, Satire, 14.185

⁸¹ Pollini 1978, pp. 133-136

⁸² Goldman 2001, p. 105

suola chiodata, o dai contadini⁸³. Sappiamo inoltre, che i grandi latifondisti romani fornivano ai propri coloni le calzature, come il *pero*, per permettere ai contadini di svolgere il lavoro nei campi con maggiore efficienza⁸⁴.



Figura 31 Ara Pacis, Roma: Processione Meridionale, sequenza da Agrippa a Druso. Agrippa indossa ai piedi degli stivali bassi, inquadriati da un riquadro rosso (Da Rossini 2006, p. 58)

⁸³ Sette 2000, p. 70

⁸⁴ Goldman 2001, p. 105

2.4.3 Le *sculponae*

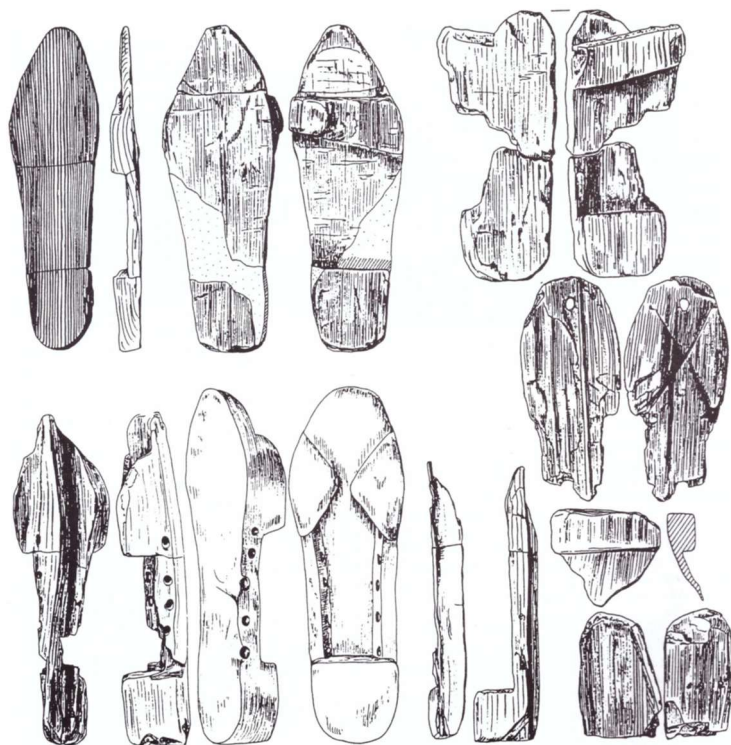


Figura 32 Disegni che riproducono le soles in legno delle *sculponae*. (Da Goldman 2001, p.113, Fig. 6.17)

Le *sculponae* si distinguevano dalle altre tipologie di calzature romane per via del materiale con cui erano realizzate, ovvero, il legno. Il nome stesso con cui questa tipologia di calzatura è stato classificato sembrerebbe derivare dalla parola latina *sculpere* che richiamava l'azione di intagliare la suola dal legno⁸⁵.

La calzatura può essere comparata a uno zoccolo; la funzione di allacciatura era svolta da una cinghia di

dimensioni molto ampie, che poteva presentare nei casi più pregiati decorazioni su di essa, ed era posizionata al di sopra della tomaia e realizzata con scarti di cuoio ritagliati in modo non particolarmente curato. A rinforzo della suola, per ritardare il deterioramento, venivano applicati i chiodi, che in alcuni casi sono stati trovati incastonati anche sul lato della suola.

La fortuna di questa tipologia di calzatura è testimoniata dai numerosi ritrovamenti effettuati in diverse zone dell'impero come Germania (Bonn) e Inghilterra (*Vindolanda*), che si possono datare dal I al III secolo d. C. circa⁸⁶. Il vantaggio delle soles di legno consisteva nell'usurarsi meno facilmente rispetto a quelle realizzate in cuoio ed erano pratiche per coloro che lavoravano su terreni paludosi⁸⁷.

⁸⁵ Goldman 2001, pp. 111-114

⁸⁶ Goldman 2001, pp. 111-114

⁸⁷ Van Driel Murray 2001, pp. 358-359

2.4.4 Le caligae

Le *caligae* erano le calzature d'ordinanza che tutti soldati romani, al di sotto del grado di centurione, indossavano. Isidoro di Siviglia nelle *Origines* fa risalire la denominazione *caliga* al termine *callus* con cui si indicava il cuoio duro⁸⁸. Le rappresentazioni figurative di questo tipo di scarpa sono innumerevoli, tra cui le più famose le ritroviamo incise nei rilievi della Colonna Traiana, dove si vedono indossate sia da fanti che da cavalieri⁸⁹.

Con le *carbatinae*, le *caligae* condividevano la stessa di tecnica di realizzazione, ovvero di essere ritagliate da un singolo pezzo di cuoio, ma a differenza delle prime possedevano una suola, prodotta con cuoio conciato di alta qualità ricavato da pelli di bue o di mucca, che era molto resistente e spessa. Inoltre sempre a differenza delle *carbatinae* possedevano una soletta interna a protezione del piede dalle punte dei chiodi. Altra caratteristica distintiva delle *caligae* era il complesso lavoro di intaglio con cui si produceva la tomaia, che era formata da una rete di sottili strisce di cuoio che tenevano coperto il dorso del piede e la caviglia; il tutto veniva chiuso tramite un sistema di cinghie di cuoio che venivano allacciate all'altezza della caviglia. Questo sistema di ritaglio del cuoio era finalizzato a rendere più confortevole la vita del soldato durante le lunghe marce giornaliere, garantendo insieme un'ottimale aerazione al piede, che era favorita anche dalla scelta di lasciare la punta del piede scoperta. Inoltre si prestava particolare cura a evitare che il piede potesse sfregarsi con la scarpa, ponendo attenzione a tagliare il cuoio in certe aree sensibili⁹⁰.

Le fonti incominciano a citare le *caligae* nel corso del I secolo a. C., e sembra che, per i primi due secoli di vita, non ci fossero varianti nelle diverse zone dell'impero. Dei

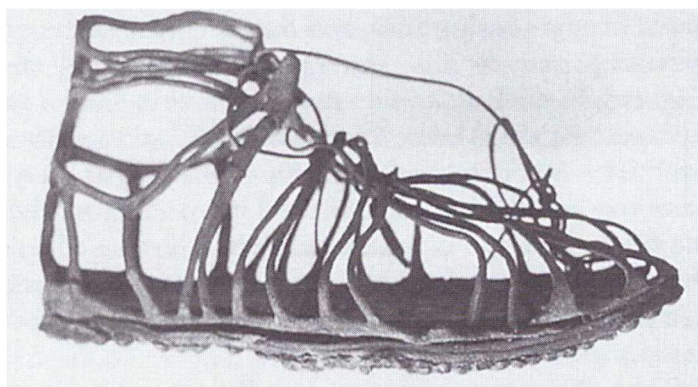


Figura 33 Caliga conservata in perfetto stato, con i chiodi ancora attaccati alla suola. Romisch-Germanisches Zentral Museum, Mainz. (Da Goldman 2001, p. 124, Fig. 6.27b)

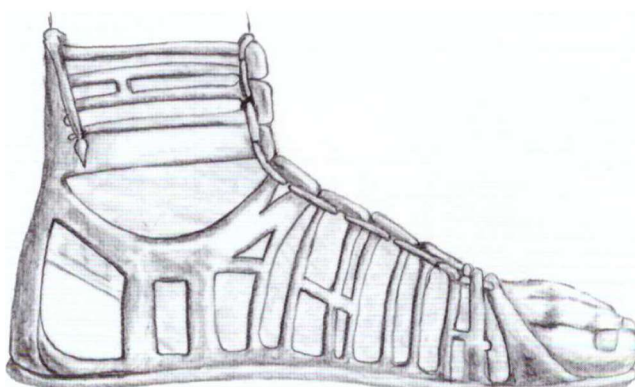


Figura 34 Disegno di Caliga stile 3-Ua dai rilievi di Palazzo della Cancelleria, Roma, fine I secolo d.C. (Da Volken 2014, p. 92, Fig. 109)

⁸⁸ Isidoro di Siviglia, *Etymologiae*, 19, 34

⁸⁹ Volken 2014, p. 90

⁹⁰ Goldman 2001, pp. 122-123

cambiamenti incominciano ad avvenire nel II-III secolo d. C., periodo in cui, nelle zone settentrionale dell'impero, la fortuna di questa tipologia di scarpa sembra andare incontro alla sua fine, sostituita dai *calcei* (una sorta di stivale chiuso che arrivava in certi casi a coprire il polpaccio), forse per una questione ambientale (il freddo delle zone delle province settentrionale avrebbe fatto preferire ai soldati romani l'utilizzo di una scarpa chiusa), oppure dal *campago*, simile anch'ess a uno stivale⁹¹. A ulteriore testimonianza di ciò, possiamo notare come nell'Editto di Diocleziano, agli inizi del IV secolo d. C., alla voce *caliga* siano presenti i prezzi non solo per le taglie da uomo, ma anche per le taglie da donna e bambino, testimoniando così un cambio di destinazione d'uso della scarpa ormai ben che definito e accettato⁹².

2.4.5 Le *solae*

Le *solae* (chiamate anche *sandalia*) erano uno dei tipi di calzatura più comune diffuso durante l'epoca romana, paragonabile in maniera quasi perfetta ai sandali moderni. Questo tipo di scarpa non era un'invenzione romana, ma probabilmente l'idea venne ripresa tramite i contatti con il mondo greco ed etrusco, per poi essere rielaborata dai calzolai romani. La scarpa veniva utilizzata, da ogni ceto sociale, principalmente in ambiente domestico e, come riportato in precedenza ad inizio del capitolo, era considerato sconveniente uscire di casa indossando le *solae*, anche se probabilmente, in alcuni casi, le classi sociali più povere, che non potevano permettersi l'acquisto dei *calcei*, le indossavano anche quando dovevano uscire di casa⁹³.

Questo tipo di sandali, di base, era composto da una semplice suola, che era tenuta unita al piede tramite un infradito che era incastonato nella suola nella zona tra l'alluce e il secondo dito del piede e risaliva sul dorso del piede, dove si congiungeva con due lacci di cuoio, che chiudevano la scarpa ed erano collegati alla suola sul lato. La letteratura, le fonti figurative e i ritrovamenti ci hanno testimoniato una grandissima varietà di questo tipo di calzatura, che si differenziava sostanzialmente in base al tipo di lacci o infradito che venivano utilizzati e alla qualità della calzatura, a riprova della grande diffusione di cui godettero le *solae* nel mondo antico. Alcuni ritrovamenti, tra cui quello del già citato sito del *castrum* romano di Saalburg (Figura 36), ci hanno permesso di intuire che in alcuni casi anche la suola delle *solae* si poteva dotare di chiodi, conferma che arriva anche

⁹¹ Goldman 2001, pp. 122-123

⁹² Editto di Diocleziano, 9, 5-25

⁹³ Per un approfondimento maggiore sulle *solae*: Goldman 2001, pp. 105-111

da una lampada in terracotta imitante un piede, che indossava una *sola*, la cui suola era chiodata.

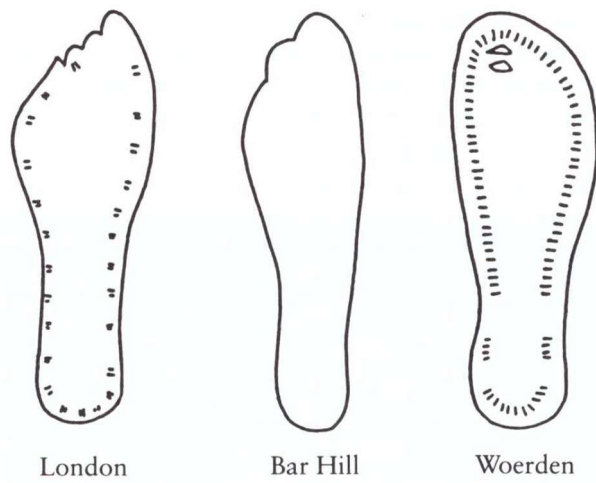


Figura 35 Lo sviluppo dei sandali dal primo al terzo secolo. (Da Goldman 2001, *Roman Footwear*, fig. 5)

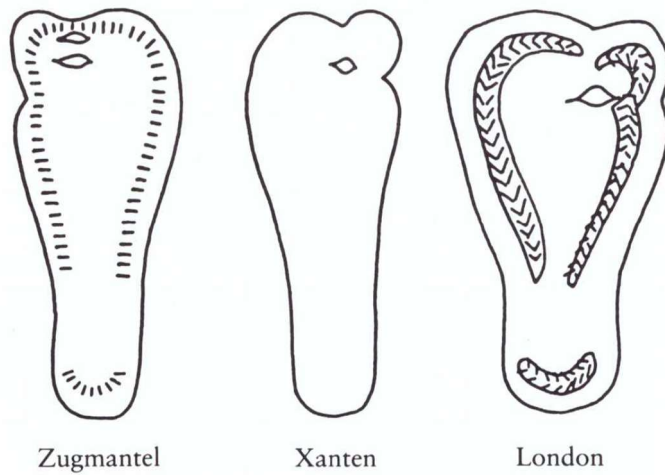


Figura 36 Suole di *solae* da Saalburg che mostrano i buchi provocati dall'inserimento di chiodi (Da Goldman 2001, p. 110 fig. 6.12)

2.5 I *clavi caligarii*

Tramite l'utilizzo di chiodi, i calzolari romani riuscirono a risolvere varie problematiche che affliggevano le scarpe: in primo luogo infatti riducevano l'azione di usura che avveniva sulle suole e in secondo luogo permettevano una maggiore aderenza al terreno. La versatilità della suola chiodata trovava spazio anche in ambito militare. Il rumore frastornante della marcia di una legione romana, provocato dallo scuotimento dei chiodi contro il terreno, doveva sicuramente incutere timore negli animi delle fazioni opposte; la suola chiodata poteva essere anche utilizzata come un'arma impropria nel combattimento corpo a corpo⁹⁴.



Figura 37 *Clavi caligarii* decorati provenienti dal castrum dal sito del Castro de la Loma, Santibañez de la Peña, Palencia, in Spagna (Da Dominguez 2007, P. 6 Fig. 6)

Nonostante i vantaggi appena esposti, però, anche questa tecnica manifestava alcune problematiche, tra cui quella principale e più nota a noi, tramite le fonti latine, consisteva in un forte slittamento su piani pavimentali lisci, che dunque comportava una perdita di stabilità ed equilibrio; l'esempio più emblematico è riportato nel *Bellum Iudaicum*, in cui Giuseppe Flavio ci racconta la sfortunata vicenda di un soldato romano che scivolò sul pavimento di marmo del Tempio di Gerusalemme, dando così ai suoi nemici la possibilità di infliggergli il colpo di grazia⁹⁵.

⁹⁴ Morales et al. 2012, p. 148

⁹⁵ Giuseppe Flavio, *Bellum Iudaicum*, 6, 1, 7

Una seconda imperfezione, sempre testimoniata dalle fonti, era la possibilità, molto alta, che i chiodi si staccassero dalla suola. Tacito menziona, nelle sue *Historiae*, un'apposita dotazione per i soldati chiamata *clavarium*, che consisteva in una certa quantità di chiodi fornita ai militari, dalle cui calzature, durante le lunghe marce, si staccavano i chiodi⁹⁶. I calzolari romani cercarono di prevenire il problema in diversi modi. Uno di questi è suggerito dal ritrovamento di chiodi nel sito archeologico di Andagoste, Spagna, dove nel 38 a. C. ebbe luogo uno scontro tra indigeni e Romani. Un gruppo di chiodi, tra quelli ritrovati, presentava una linguetta che si sviluppava dal bordo della testa semisferica, che aveva lo scopo, una volta che il chiodo veniva battuto sui bordi della suola, di piegarsi e quindi “abbracciare” la suola e dare al chiodo una migliore adesione ad essa⁹⁷. Un secondo metodo invece riguarda le decorazioni che si trovano incise sulla superficie della parte interna della testa di chiodi rinvenuti in contesti militari, come quello della battaglia di Alesia. Si è ipotizzato che questo tipo di decorazioni fossero funzionali a conferire una migliore adesione dei *clavi caligarii* alla suola⁹⁸.



Figura 38 Chiodi rinvenuti nel forte militare nei pressi del Monte Grociana Piccola, Italia. Si può notare nel chiodo al centro la decorazione che veniva effettuata nella parte interna della testa del chiodo (Da Bernardini et al. 2015, p. E1524, fig. 4)

Oltre alle testimonianze indirette scritte e iconografiche, abbiamo una conoscenza diretta dei *clavi caligarii* grazie ai frequenti rinvenimenti in contesti sia di ambito militare sia di ambito civile. Dal sito di *Baecula*, teatro della prima vittoria militare di Scipione (208 a. C.), sono stati ritrovati un gruppo numeroso di chiodi (Figura 39). Databili alla metà del I secolo a. C. sono i ritrovamenti di chiodi avvenuti nei pressi del sito archeologico del teatro della battaglia di Alesia (52 a. C.), da collegarsi quindi agli scontri avvenuti tra Romani e Galli, e quelli venuti alla luce nel forte militare che si situava nella zona del Monte Grociana Piccola (Figura 38), nei pressi dell'odierna Trieste⁹⁹. Di poco successivo sono i recuperi compiuti, nell'area della battaglia di Teutoburgo (9 d. C.). Infine, di datazione più tarda, restando in Germania, è utile ricordare i ritrovamenti effettuati nel

⁹⁶ Tacito, *Historiae*, 3, 50

⁹⁷ Morales et al. 2012, p. 158

⁹⁸ Redde 2003, p. 198

⁹⁹ Bernardini et alii 2015, pp. E1520-E1529

territorio della collina di Harzhorn, luogo che ospitò la battaglia avvenuta nel 235 d. C. tra i soldati romani e le tribù germaniche.



Figura 39 Esempari di clavi caligarii rinvenuti nel sito archeologico della battaglia di Baecula (208 a. C.), in Spagna. (Da Morales, Montoro, Sanchez, De Lugo Enrich 2012, p. 155, Fig. 5)

Un importante rinvenimento in ambito civile, risalente al 150-180 d. C., è stato effettuato nella necropoli svizzera di *Aventicum*, dove si sono individuate calzature con suola chiodata nella tomba che ospitava un agricoltore. Scarpe che disponevano di soles con chiodi sono state rinvenute in diversi contesti funerari di IV-V secolo d. C. della Spagna, come ad esempio la necropoli ritrovata nei pressi della Calle Gerona di Mostoles, Madrid, dove due delle tombe contenevano per l'appunto soles chiodate¹⁰⁰.

Come si può notare dai precedenti esempi, i ritrovamenti in contesti militari dimostrano una datazione più antica rispetto a quelli effettuati in contesti civili, situazione facilmente comprensibile con la spiegazione che, in un periodo iniziale (I secolo a. C.), la pratica di chiodare le soles fosse utilizzata in ambito prettamente militare e in particolare sul tipo di scarpa chiamato *caliga*, ovvero la scarpa in dotazione ai soldati romani. Successivamente, i Romani, soppesando i vantaggi offerti da questa tecnica, ritennero opportuno estendere l'uso della *caliga* alla popolazione civile o in modo più diretto integrare l'utilizzo delle soles chiodate anche ad altri tipi di calzature che erano indossate da non militari, eliminando il monopolio militare della suola chiodata.

¹⁰⁰ Morales et al. 2012, pp. 154-156

Perciò, a partire del I secolo d. C., i chiodi potevano essere impiegati da persone che dovevano compiere per lavoro grandi distanze a piedi o da altre categorie di lavoro, come mulattieri, agricoltori o minatori. A dimostrazione di ciò conosciamo la *lex metallis vispascensis*, incise su due tavole di bronzo, risalenti al II secolo d. C., più precisamente sotto l'impero di Adriano, che sono state riportate alla luce nel sito archeologico di Vipesca, dove si collocava un centro minerario romano che si situava nelle vicinanze dell'odierna città di Aljustrel in Portogallo. La legge tutelava i calzolari che si trovavano nel distretto minerario, concedendo loro il monopolio sulla creazione delle calzature e sull'azione di fissare i chiodi sulle *caligae*¹⁰¹.

Grazie ai numerosi ritrovamenti conosciamo bene la forma dei *clavi caligarii*. I chiodi, che ricordano la forma di un fungo, erano formati da due parti: un corpo o gambo di dimensioni contenute, su cui innestava la testa emisferica, che generalmente, poteva avere un diametro che variava tra i 0,5 e 1,5 centimetri. La lunghezza del corpo del chiodo doveva essere contenuta, affinché non trapassasse la suola e quindi entrasse in contatto con la pianta del piede del portatore della scarpa¹⁰². Sulla base dei parametri morfologici (come la misura del diametro della testa o il peso del chiodo), negli ultimi anni, Volken ha provato a costituire una classificazione crono-tipologica, la cui validità deve ancora essere messa alla prova effettuando confronti con le evidenze archeologiche. Volken si concentra in particolare modo sul peso; secondo la studiosa infatti il peso di un singolo chiodo non troverebbe corrispondenza con un sottomultiplo ideale di un'unità di misura romana. Il motivo trova la sua spiegazione nella fase di produzione dei chiodi: il fabbro infatti, partendo da un blocco di ferro, il cui peso corrisponde ad un'unità di misura precisa, durante la realizzazione dei chiodi dissiperebbe una parte del materiale grezzo. Tenendo in considerazione questo elemento di perdita, si può stimare il peso ideale che avrebbe dovuto avere il chiodo, sommando al peso reale del chiodo il 12% del suo peso, che rappresenta il materiale grezzo che è andato perso durante la produzione. Un dato riconosciuto invece, è che le dimensioni e il peso del chiodo abbiano subito una diminuzione graduale a partire dal periodo Tardo repubblicano-Augusteo¹⁰³.

La disposizione dei chiodi sulla suola era determinata da diversi fattori, tra cui i principali erano: la capacità tecnica del calzolaio, la robustezza della suola, il tipo di calzatura o la moda. Non è perciò possibile creare una classificazione cronologica sicura e puntuale,

¹⁰¹ Morales et al. 2012, pp. 147-149

¹⁰² Morales et al. 2012, pp. 158-159

¹⁰³ Volken 2011, pp. 329-340

basandosi sulla disposizione dei chiodi sulla suola, che valga in generale per tutta l'estensione dell'impero Romano. Un dato certo però doveva essere che i chiodi, che percorrevano per tutta la sua interezza il bordo della suola, erano quelli che risultavano necessari per la creazione della calzatura, mentre i restanti al centro della suola potevano variare a seconda della moda del momento, con pattern di varie forme (tra le molte, le più comuni sono cerchi, forme a "S", svastiche) che incominciano a comparire in modo preponderante in una fase tarda dell'impero Romano (III-IV secolo d. C.), a testimonianza della piena diffusione della pratica anche in ambienti non militari¹⁰⁴.

2.6 Ritrovamenti di chiodi nel territorio orientale della *Regio X (Venetia et Histria)*

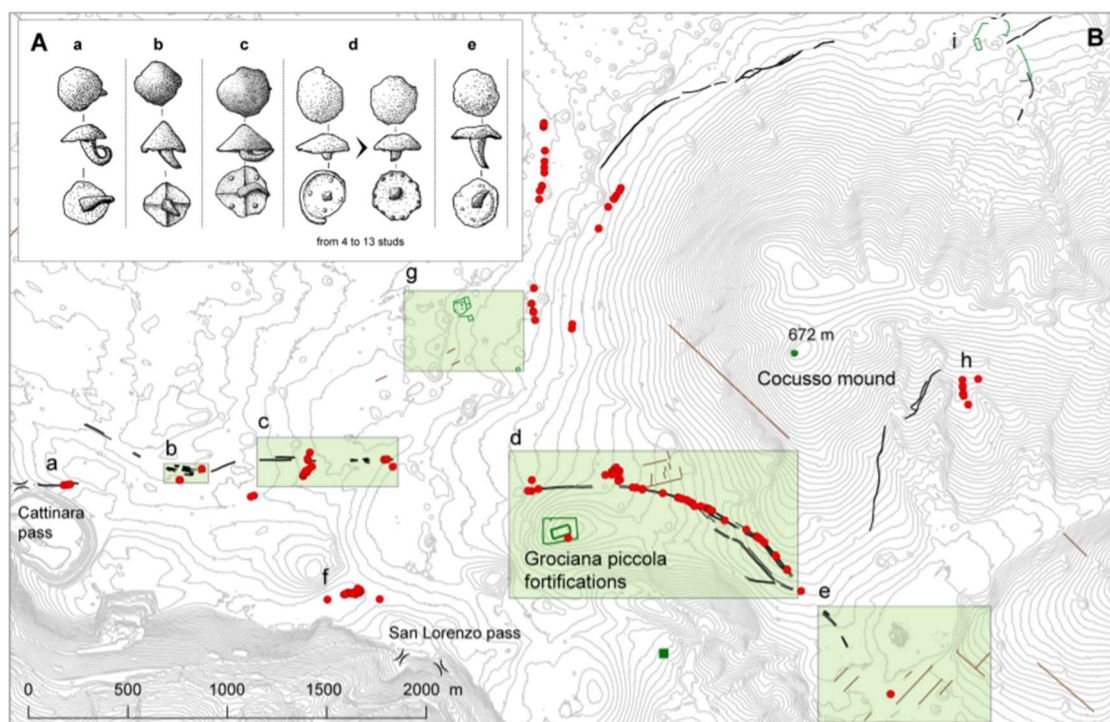


Figura 40 a) Tipologia dei chiodi delle scarpe romane ritrovate disegnata da A. Fragiaco. b) Indicate con lettere le aree in cui sono stati rinvenuti i gruppi di chiodi. (Bernardini et al. 2018, p. 11 fig. 5)

Le indagini multidisciplinari, condotte nello scorso decennio, nel territorio del Carso Triestino, nei pressi delle prime fortificazioni militari romane, avevano lo scopo di individuare il sistema stradale che percorreva l'area. Grazie alle operazioni di *survey* archeologico delle zone indagate, sono stati ritrovati più di 200 chiodi di calzature, che erano collocati dentro, o nelle vicinanze, delle canalette laterali delle strade¹⁰⁵.

¹⁰⁴ Van Driel Murray 2001, pp. 350-351

¹⁰⁵ Per un approfondimento: Bernardini et al. 2018, pp. 1-19

Le zone principali in cui è stata certificata la presenza di chiodi sono sei. Nei pressi del passaggio naturale di Cattinara (area a), area d'importanza strategica per il controllo della viabilità, sono stati ritrovati chiodi che certificano che la strada era utilizzata anche in epoca romana. Un altro ritrovamento è stato effettuato in una zona più ad est (area b), dove diversi sistemi stradali paralleli erano tagliati da muretti a secco di recinzioni dei campi moderni. Spostandosi sempre ad est in linea d'aria, nei pressi di una strada (area c), di cui sono stati identificati alcuni tratti, sono stati individuati chiodi nella parte centrale e orientale della suddetta strada. Proseguendo verso est la strada scompare per circa 500 m per poi ricomparire a nord del Monte Grociana Piccola sul versante orientale di una dolina (area d), area nella quale è stato scoperto un gruppo di chiodi. Sempre ad oriente di questa zona, lungo la strada, si sono individuati un gran numero di chiodi. La presenza di chiodi e delle fortificazioni militari costruite sul Monte Grociana Piccola ha permesso di collegare la strada all'ambito militare durante l'epoca delle Guerre Galliche di Cesare. Una concentrazione notevole di chiodi è stata confermata nella zona a nord dell'area d (area g), motivo per il quale si ritiene ci fosse nella zona un crocevia con una strada secondaria che si indirizzasse verso il centro dell'attuale Slovenia. Spostandoci a sud dell'area d, a nord-ovest del passo di San Lorenzo (area f) sono stati trovati un numero alto di chiodi, sempre a testimoniare l'area di passaggio di una strada romana. Nella zona del monte Coccusso (area h) sono stati recuperati altri chiodi (Figura 41), che sono probabilmente da collegare alla presenza di un percorso secondario romano che attraversava il promontorio in direzione di Lokev, nell'attuale Slovenia, utilizzata dal periodo finale della Repubblica fino al II secolo d. C. circa¹⁰⁶.

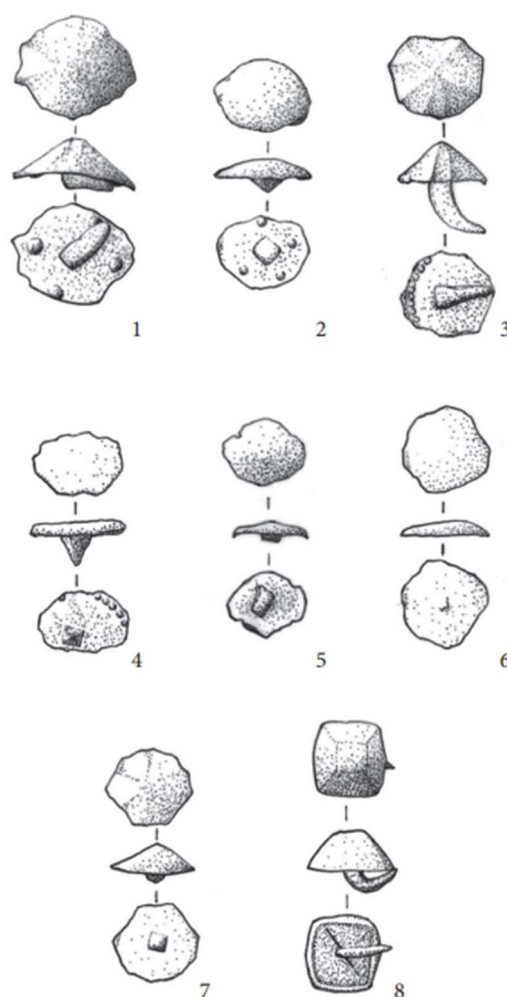


Figura 41 Disegno dei chiodi ritrovati nell'area h, disegno di A. Fragiaco. (Da Bernardini e Vinci 2016, p. 80 fig. 4)

¹⁰⁶ Bernardini e Vinci 2016, pp. 77-83

I chiodi ritrovati sono stati suddivisi in cinque gruppi diversi in base al tipo di decorazione che presentavano sulla superficie interna della testa (Figura 40a). Il primo gruppo presentava una decorazione cruciforme; questo particolare tipo di chiodi è stato ritrovato in contesti militari tardo-repubblicani. Un secondo gruppo presentava una decorazione cruciforme con in aggiunta 4 protuberanze circolari, databili, tra il periodo delle Guerre Galliche di Cesare e l'inizio del periodo Augusteo. Di cronologia più tarda (I-II secolo d. C.) è il gruppo che ha come decorazione una serie di piccole protuberanze che si dispongono sul bordo della superficie interna della testa. Gli ultimi due gruppi, chiodi senza decorazioni e chiodi con protuberanze circolari dislocate liberamente sulla superficie interna della testa del chiodo, non presentano una datazione precisa, visto che hanno avuto una lunga durata d'uso durante l'Impero romano.



Figura 42 Distribuzione topologica dei ritrovamenti di chiodi in Friuli Venezia-Giulia: a) Necropoli di Angories, Coseanetto b) Necropoli di Adegliacco, Udine, c) Piazza di Monastero, Aquileia.

Gli scavi per la costruzione delle fognature di Aquileia, effettuati tra il 1968 e il 1972, hanno permesso agli archeologi di indagare l'area urbana di Aquileia nella sua totalità e di poter condurre scavi anche nelle aree al di fuori delle mura urbane. In questi ultimi scavi, condotti in Piazza di Monastero (Figura 42c),

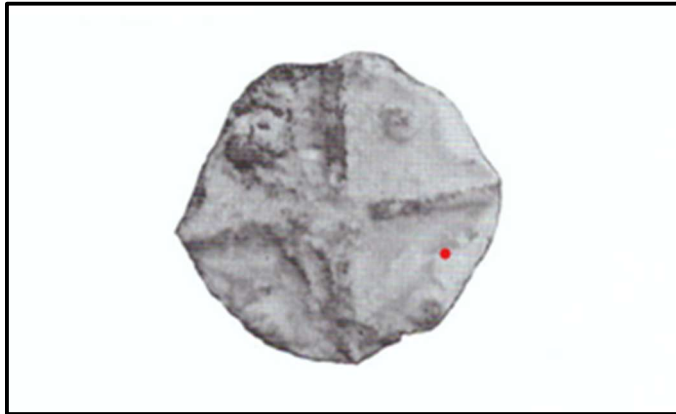


Figura 43 Aquileia, Piazza di Monastero: Capoccia di chiodo per calzatura in ferro. (Da Buora 2016, p. 29, fig. 2)

è stato ritrovato in una vasca molto profonda, racchiusa tra pareti di legno, un chiodo per calzature, privo del suo gambo, il cui diametro misurava 16 mm (Figura 43). Il chiodo presentava una decorazione cruciforme con quattro globetti, che rende possibile la datazione tra il 60 e il 30 a. C. circa. Il chiodo faceva sicuramente parte di un contesto militare, dato confermato dalla constatazione che l'area di scavo si collocava al di fuori delle mura urbane, nelle vicinanze di una strada che portava a Trieste¹⁰⁷.

Un gruppo di chiodi è stato recuperato nella necropoli di Angories a Coseanetto (Figura 42b), sempre nel Friuli Venezia Giulia. La necropoli, scavata nel 2010, ha riportato alla luce un gruppo di chiodini (Figura 44), provenienti da 3 delle 24 sepolture indagate. I chiodi possedevano il gambo piegato e la decorazione della superficie interna della testa era formata da alcuni globetti, che permette di datarli agli inizi del I secolo d. C., confrontandoli anche con gli altri elementi delle sepolture¹⁰⁸. Rimanendo nella provincia di Udine, sempre in un contesto di tipo funerario, nella necropoli di Adegliacco (Figura



Figura 44 Coseano, Coseanetto: gruppo di chiodi per calzature in ferro, ritrovati nella necropoli di Angories. (Da Cividini 2012, p. 57 fig. 62)

¹⁰⁷ Buora 2016, p.29

¹⁰⁸ Cividini 2016, p. 53

42b), sono stati individuati diversi chiodi (molto deformati e fusi tra loro), che inizialmente erano stati collegati a una cassetta in legno, ma che molto probabilmente erano sistemati sulle calzature¹⁰⁹.

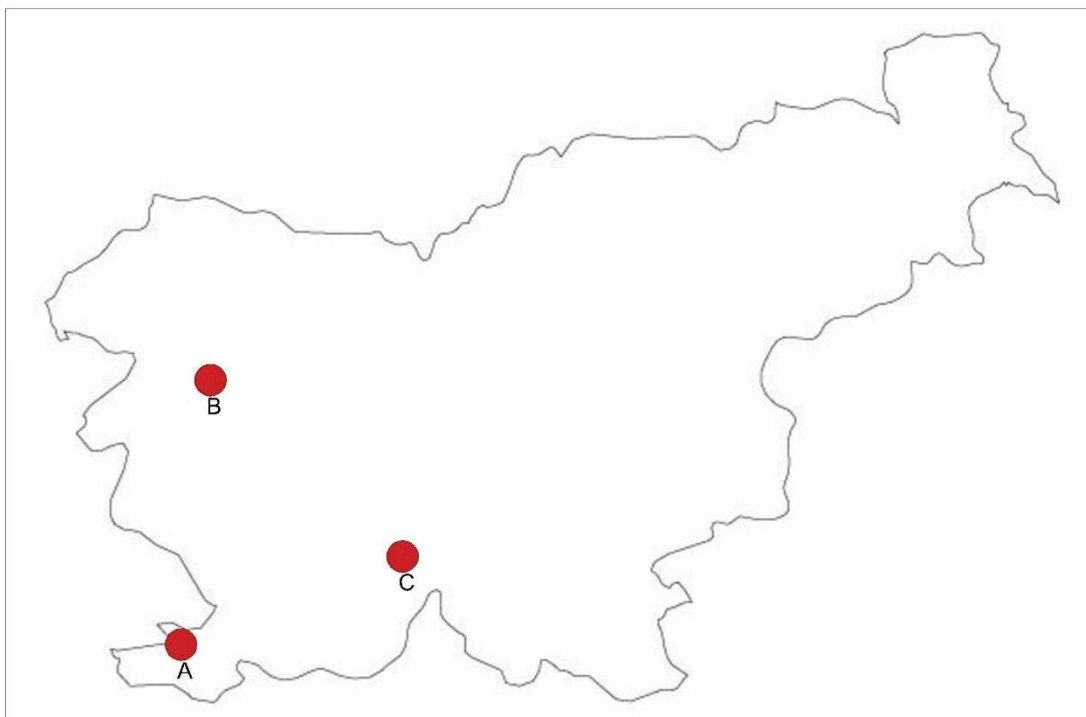


Figura 45 Distribuzione topologica dei ritrovamenti nella Slovenia occidentale: a) Necropoli di San Servolo, b) Grad, nei pressi di Reka, c) insediamento fortificato di Žerovnišček, nei pressi di Blocice.

Negli scavi di inizio del XX secolo, nel sito della necropoli di San Servolo (Figura 45a), poco ad est di Trieste, nel territorio Sloveno, sono stati scoperti, da una singola tomba, un gruppo di chiodi per calzature che possedevano il gambo piegato (Figura 46). I chiodi erano databili tra la fine del I secolo a.C. e l'inizio del secolo successivo¹¹⁰.

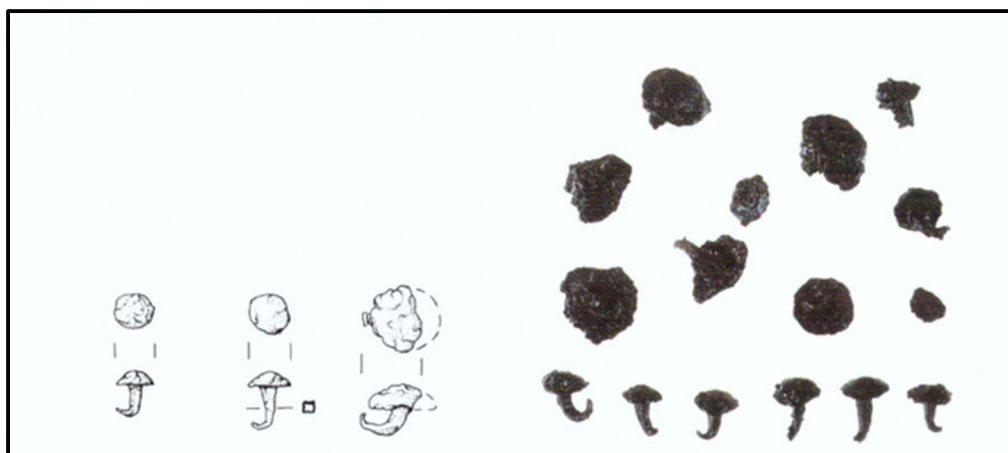


Figura 46 Chiodi per calzature in ferro rinvenuti nella necropoli di San Servolo (Da Casari 2002, p. 95 fig. 84)

¹⁰⁹ Bellese 2002, pp. 115-137

¹¹⁰ Casari 2002, p. 95

Il sito di Grad (Fig. 45b), situato in Slovenia, nei pressi di Fiume, secondo la ricercatrice Janka Istenic, sarebbe stato il luogo in cui, tra il 40 e il 30 a. C., sarebbe avvenuto uno scontro militare, visto la grande presenza di materiale metallico, ricollegabile a un contesto militare, recuperato nella zona. Tra i vari reperti in metallo, sono stati recuperati anche dei *clavi caligarii* (Figura 47), che vennero persi durante le operazioni di guerra. Il diametro della testa dei chiodi misurava in media 20 mm, e presentavano decorazioni sulla superficie interna della testa del chiodo a forme cruciforme con globetti¹¹¹.

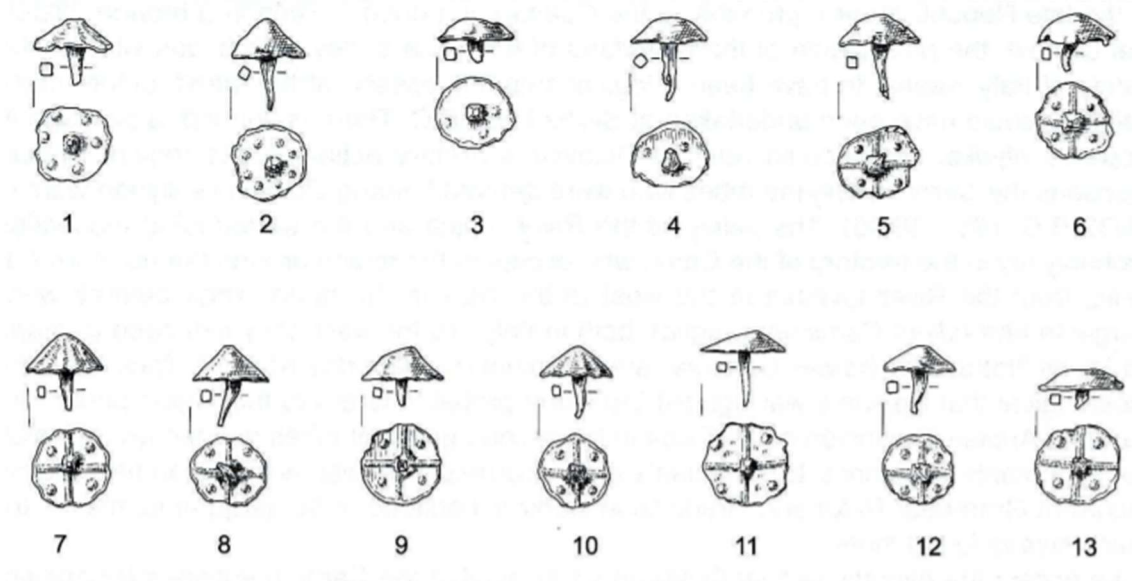


Figura 47 Grad, nelle vicinanze di Fiume: gruppo di chiodi in ferro ritrovati durante le operazioni di scavo (Da Istenic 2005, p. 83, fig. 5)

Infine l'insediamento fortificato di Žerovnišček, localizzato sul confine orientale della *Regio X*, nei pressi di Bločice (Figura 31c), nell'attuale Slovenia, ha restituito un gruppo di chiodi, in cui la maggior parte di essi aveva una decorazione cruciforme con protuberanze circolari sulla superficie interna della testa. Come già visto in precedenza, in base a questo tipo di decorazione, i chiodi sono databili in intervallo di tempo compreso tra la metà del I secol a. C. e il primo periodo augusteo. Considerando il contesto geografico del sito. È plausibile ipotizzare che il periodo di datazione più probabile di queste evidenze sia il 35-33 a. C., anni nei quali la zona è teatro delle spedizioni svolte da Augusto per l'occupazione dell'Illiria¹¹².

¹¹¹ Istenic 2005, pp. 77-87

¹¹² Laharnar 2009, pp. 97-127; Laharnar 2013, 379-392; Laharnar 2016, pp. 85-97

2.7 Casi di impronte chiodate in contesti edilizi

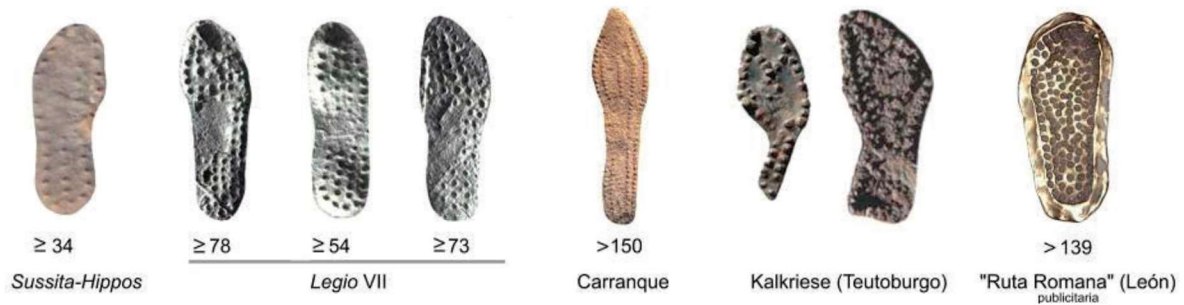


Figura 48 Alcuni esempi di impronte. Il numero indica la quantità dei chiodi. (Da Morales, Montoro, Sanchez, Enrich 2012, p. 157, Fig. 7)

Lo studio del mondo delle calzature romane usufruisce di vari tipi fonti, come quelle letterarie, iconografiche o le evidenze rinvenute nei siti archeologici, che presentavano certe condizioni climatiche favorevoli alla conservazione del cuoio. Ma un'ulteriore risorsa, di cui si denota però ancora oggi uno scarso interesse per lo studio a causa del numero limitatissimo di casi, ci è data dai ritrovamenti delle tracce dei chiodi, posizionati sulla suola, impressi su materiali edilizi o leganti basati su malta, apposti, in maniera del tutto casuale e non intenzionale, probabilmente durante il processo di essiccazione, fase nella quale erano esposti all'aperto o, nel caso di materiali edilizi, coperti da una tettoia temporanea per proteggerli dagli agenti atmosferici. Lo studio di queste impressioni può fornirci diverse informazioni come le misure dei chiodi e la loro disposizione all'interno della suola, il tipo di scarpa che ha lasciato questa traccia e infine, ma non meno importante può essere un indicatore cronologico ottimale per il contesto in cui è stata ritrovata.

2.7.1 Impronte su materiali edilizi fittili

La zona di Albinia (Figura 58f), nei pressi di Grosseto, è riconosciuta per la sua produzione di materiale ceramico, sia di anfore che di materiale edilizio come mattoni e tegole, grazie al ritrovamento di numerose fornaci. Durante le operazioni di scavo di otto fornaci sono stati riportati alla luce diversi materiali edilizi, che riportavano su di essi tracce di impronte, lasciate da animali domestici, ad eccezione di una in cui erano visibili le impressioni lasciate da una calzatura con suola chiodata (Figura 49)¹¹³.

¹¹³ Fabry 2006, p. 220

La scarpa che aveva lasciato l'impronta misurava circa 27 cm in lunghezza, misura che corrisponde al piede di un uomo adulto, e i chiodi erano disposti su due parti della scarpa: la parte anteriore e posteriore, lasciando sprovvista la parte centrale della scarpa di chiodi. In totale sono state trovate le impressioni di 20 chiodi, di cui 13 nei pressi della punta e 7 nella parte posteriore. Nella parte della punta, 10 chiodi erano sistemati seguendo il perimetro della suola, mentre i restanti 3 erano posizionati in linea retta al centro della parte anteriore, dividendola in due parti simmetriche. Dei 7 chiodi della parte posteriore, 5 erano disposti lungo i bordi della suola, seguendo il pattern già visto nella punta, mentre i restanti 2 si collocavano sul proseguimento ideale della linea retta formata dai 3 chiodi nella parte anteriore della suola. Probabilmente tutto il perimetro della scarpa doveva

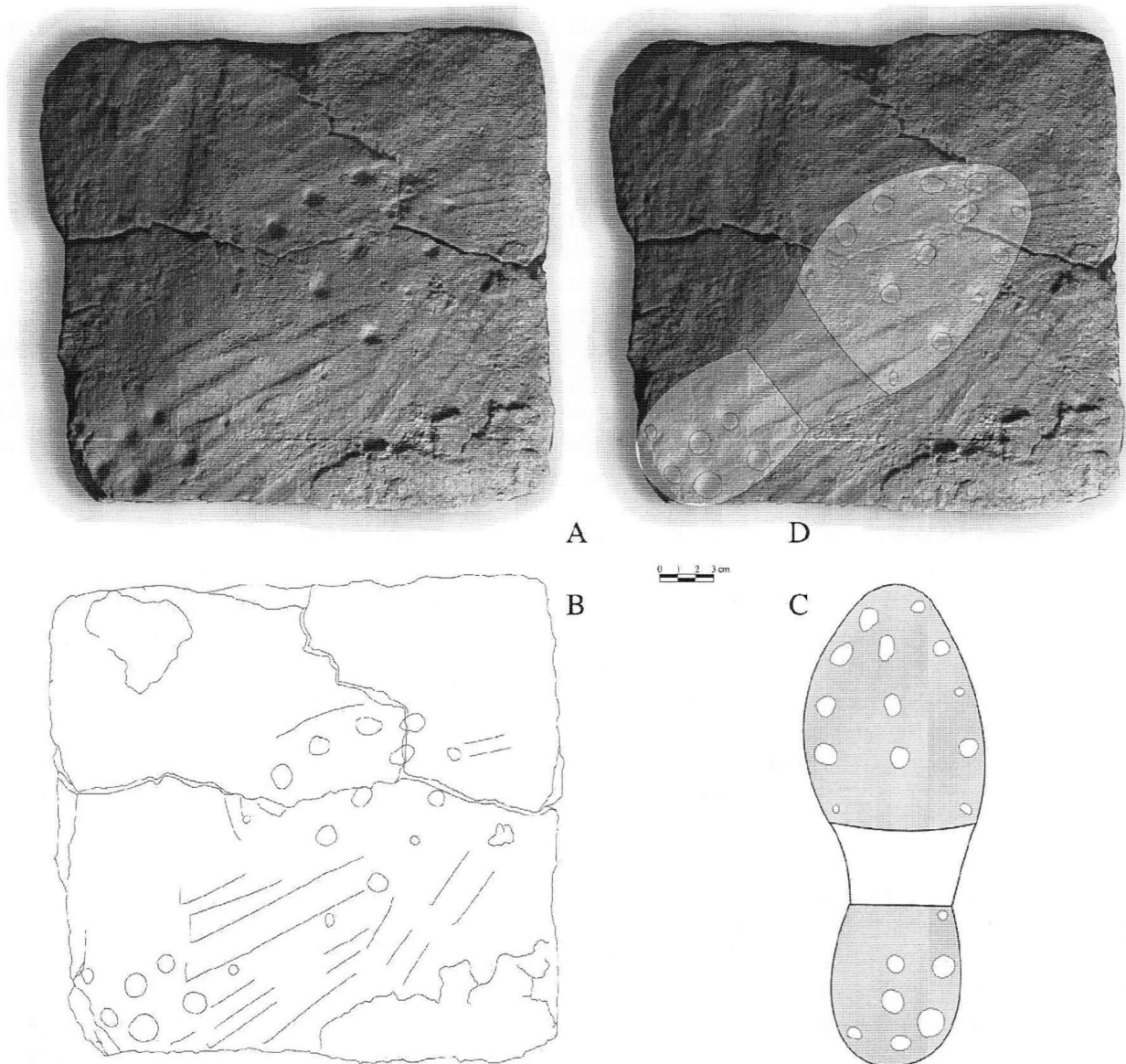


Figura 49 A) Mattone con impressa impronta da Albinia, B) Disegno di A, C) disegno ricostruttivo della suola impressa, D) Sovrapposizione disegno C su mattone. Albinia, Grosseto (Da Fabry 2006, p. 223, Fig. 3)

essere stato chiodato, motivo per cui è possibile ipotizzare che nella zona di bordo scoperto fossero presenti dei chiodi che si sono staccati dalla suola per il prolungato utilizzo della scarpa¹¹⁴. Il lungo periodo di utilizzo della scarpa potrebbe essere confermato anche dal dato delle diverse misure delle impressioni lasciate dai chiodi, che possono essere spiegate in due modi: i chiodi, che erano stati persi, furono sostituiti con alcuni di dimensione differente, come nel caso delle suole ritrovate a Reims (Francia)¹¹⁵, oppure nel caso delle impressioni con diametro minore, a lasciare l'impronta non fu la testa del chiodo, ma il corpo, dal momento che si era staccata solo la testa emisferica¹¹⁶.

Nicola Bianca Fabry esclude, giustamente, che le scarpe che abbiano lasciato le impressioni possano essere identificate con le *caligae*, visto che il contesto di ritrovamento non è di ambito militare. Al contrario lo studioso pone attenzione sui segni presenti nella parte centrale della scarpa, che sono testimoni delle fasi lavorative dovute alle rasature di spatole, mentre non sono conservati nella parte anteriore e posteriore, evidenziando quindi come la zona centrale della suola dovette essere rialzata e ipotizzando quindi la possibilità di un ipotetico tacco. Perciò la scarpa sarebbe riconducibile alla tipologia dei *perones*, stivaletti che venivano indossati dalle classi sociali di basso rango e lavoratori¹¹⁷.

Dalle province orientali provengono altri due casi. Il primo caso viene dalla città di *Brigetio* (Figura 58i), nella provincia della Pannonia, in cui era stato collocato il presidio militare della *Legio Audiatrix I*. Nelle operazioni di scavo della città, durate per ventuno anni, sono riemersi ben 500 frammenti di materiali edilizi, su una ventina delle quali erano rimaste impresse tracce riferibili a esseri umani o animali. Di questa ventina solo tre erano riferibili all'essere umano e tutte e tre erano state impresse su *tegulae*¹¹⁸. Una delle impressioni era stata lasciata dall'impressioni di quattro dita della mano. La seconda impressione invece era formata da tracce puntiformi riconducibili a due calzature chiodate, sovrapposte tra loro.

¹¹⁴ Fabry 2006, pp. 222-224

¹¹⁵ Harderer 2020, pp. 51-53

¹¹⁶ Fabry 2006, pp. 222-224

¹¹⁷ Fabry 2006, p. 224

¹¹⁸ Dobosi 2016, pp. 117-118



Figura 50 Impronta di calzatura chiodata trovata su una tegula a Brigetio, Ungheria. (Da Dobosi 2016, p. 125, Fig. 6)

La terza impressione di *Brigetio* (Figura 50) invece ci mostra, in quasi tutta la sua interezza, una suola chiodata pulita senza sovrapposizioni. La suola allo stato attuale misura circa 18 centimetri, ma considerando il restringimento effettuato dall'argilla durante la fase di essiccazione, in originale doveva misurare all'incirca intorno ai 21 cm, quindi essere riconducibile al piede di una donna o di un bambino. Le impressioni sono state lasciate da 70 chiodi, con un diametro molto contenuto (dai 2 a 7 millimetri), e la maggior parte erano disposti a coprire tutto il perimetro della scarpa. I restanti chiodi si trovavano nella parte interna della punta, posizionati in due linee rette, mentre nella parte

interna del tacco erano distribuiti solo su una a differenza della precedente. Nella sezione centrale della suola erano inoltre presenti due chiodi sull'ideale asse di prolungamento della linea retta formata dai chiodi nella parte centrale del tacco della suola¹¹⁹.

Diversi indizi ci lasciano intuire che la scarpa che ha lasciato i segni potesse essere di bassa qualità. In primo luogo la collocazione dei chiodi molto distanziata fra loro in modo da utilizzarne il meno possibile e in secondo luogo la mancanza di una qualsiasi forma decorativa formata dai chiodi. Nonostante la vicinanza del presidio militare della legione, ritengo opportuno escludere la possibilità che a lasciare l'impronta possa essere stata una *caliga*. Visto il contesto di ritrovamento civile, come nel caso della fornace di Albinia si potrebbe identificare con un *pero*. Inoltre, a differenza della studiosa di queste impronte, Linda Dobosi, ritengo azzardato escludere la tipologia delle *carbatinae*, con la motivazione che la loro suola non fosse chiodata¹²⁰, visto che altri studiosi come Goldman¹²¹ e Van Driel-Murray¹²² hanno evidenziato la presenza di questo tipo di calzatura con soles chiodate in alcuni casi. Le *carbatinae* venivano inoltre indossate dai lavoratori ed erano spesso usate dai bambini, per i motivi già esposti nel paragrafo ad esse dedicato, quindi penso che possa essere plausibile identificare questa impronta anche con la tipologia delle *carbatinae*.

Il secondo caso delle province orientali a me noto è stato riscontrato nella città di Novae (Figura 58h), ora conosciuta col nome di Svishtov, in Bulgaria. Dagli scavi effettuati da una troupe polacca sono stati riportati alla luce numerosi materiali edilizi, tra cui un mattone su cui era impressa un'impronta di suola chiodata (Figura 51), parzialmente completa (manca il tallone), che nella sua totale interezza poteva svilupparsi in lunghezza per ben 27 centimetri, ovvero il piede di un uomo adulto. Le impressioni sono state lasciate da 63 chiodi, che si dispongono sulla suola a formare file concentriche che partono dai bordi della scarpa verso il centro, riempiendo tutta la superficie della suola, ad eccezione della parte centrale dove si nota una minore concentrazione¹²³.

¹¹⁹ Dobosi 2016, pp. 125-127

¹²⁰ Dobosi 2016, p. 127

¹²¹ Goldman 2001, p. 114

¹²² Van Driel Murray 2001, pp. 351-352

¹²³ Biernacki 1976, pp. 133-136

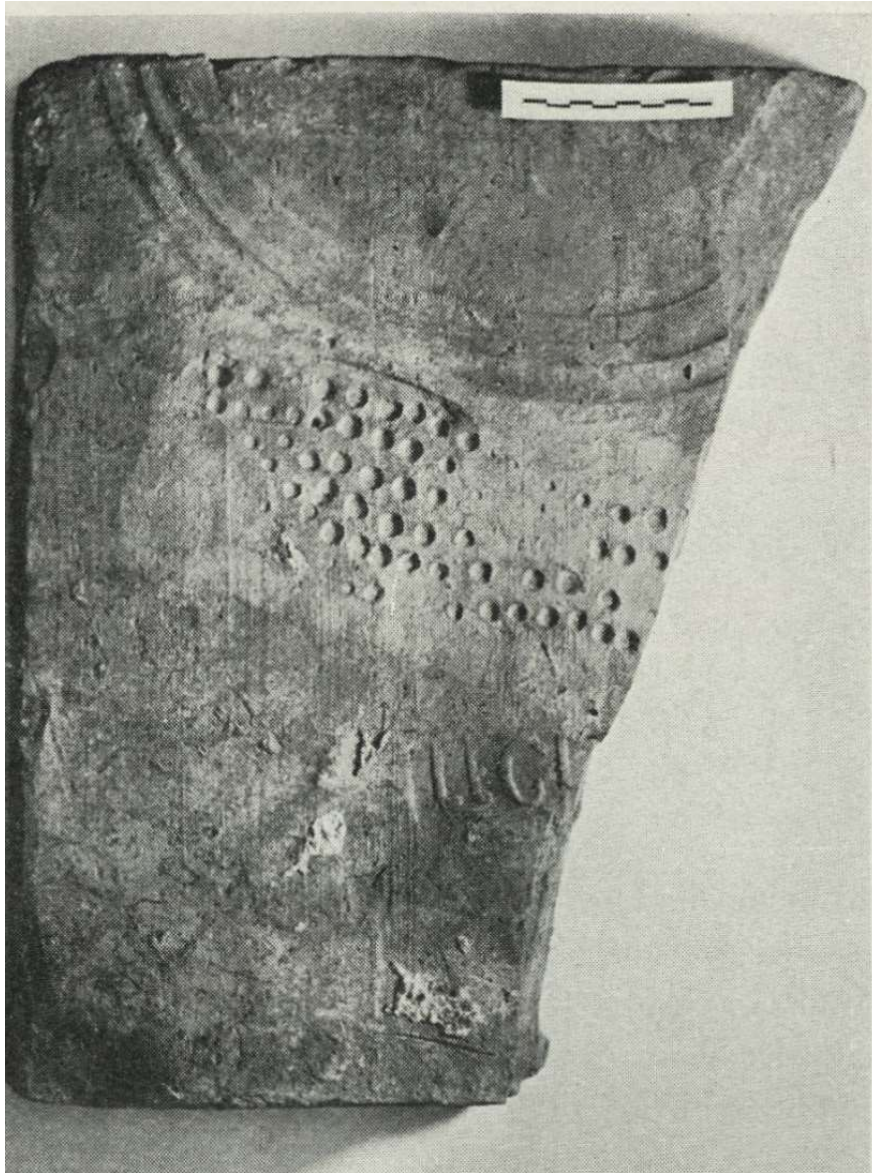


Figura 51 Mattone in ceramica con marchio in parte conservato della Legio I Italica e impronta di suola calzata, ritrovata a Novae, Bulgaria (Da Biernacki 1976, p. 134, Fig. 1)

Varie osservazioni ci permettono di poter identificare la scarpa che ha lasciato questa impronta con la tipologia della *caliga*. Insieme alle impressioni della suola, il mattone portava altre due incisioni. La prima era un marchio a forma di arco, inciso a mano, la seconda invece era una iscrizione della *Legio I Italica*, di cui è rimasta conservata solo la scritta “Leg 1”, che ci permette di collegare il ritrovamento al mondo militare. A differenza dell’impronta rinvenuta a *Brigetio*, in questo caso la distribuzione dei chiodi era maggiormente regolare e più puntuale, a testimoniare una calzatura realizzata con attenzione e cura maggiore. Infine sono stati trovati riscontri con le suole chiodate

rinvenute nel già citato *castrum* militare di Saalburg e nel presidio militare di Zugmantel, entrambi situati in Germania¹²⁴.

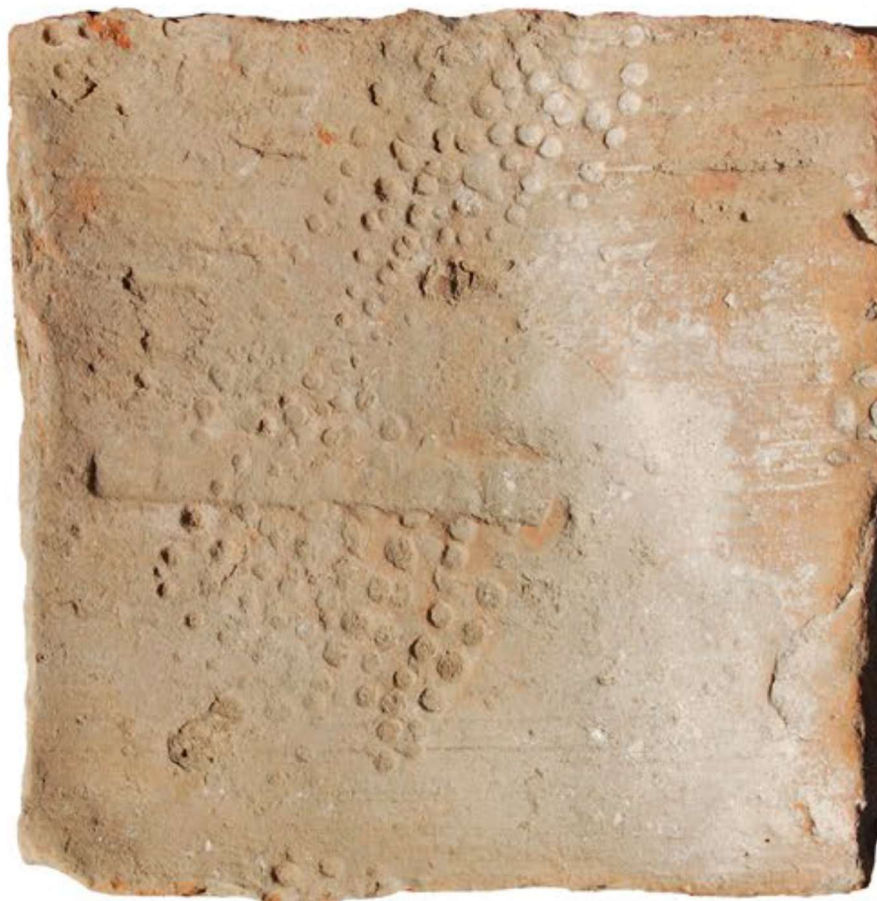


Figura 52 Impronta di calzatura chiodata impressa su mattone, riportato alla luce a Leon, Spagna. (Da Morillo, Dominguez 2013, p. 150, Fig 4.6)

Anche nelle province occidentali, più precisamente nella penisola iberica sono stati rinvenuti casi di questo tipo. Un'impronta di suola chiodata (Figura 52) è stata scoperta su un mattone proveniente dall'accampamento della *Legio VII Gemina*, situato a Leon, nell'area del sito di Puerta Obispo (Figura 58c). Sul mattone si possono osservare le tracce di una doppia impronta di calzatura chiodata che si sovrappongono fra loro, appartenenti con ogni probabilità alla stessa persona. Sia il contesto di ritrovamento, che il pattern di distribuzione di chiodi, che forma linee concentriche che partono dal bordo della suola verso il centro, riempiendo la sua superficie, ci permettono di identificare la calzatura come una *caliga*. Dallo stesso sito, inoltre, erano già state rinvenute, impresse

¹²⁴ Biernacki 1976, pp. 133-136

su *tegulae* e *lateres*, altri casi di impronte di soles chiodate, due identificate come *caligae* e appartenenti a un uomo adulto e una di dimensioni minori riconosciuta come *carbatina* appartenente a un bambino¹²⁵.

Presso un altro *castrum* romano questa volta in Spagna, più precisamente a Ciudadela (Fig. 58b), in Galizia, su un frammento di mattone è stata individuata l'impronta parziale di una calzatura dalla suola chiodata (Figura 53). A causa della parzialità dell'impronta è difficile fare ipotesi per identificarne la tipologia, ma due considerazioni possono farci propendere per l'idea che si tratti di una *caliga*. Infatti il contesto di ritrovamento è legato all'ambito militare e inoltre il pattern di disposizione dei chiodi, composto da cinque filari concentrici, trova riscontri anche con l'impronta ritrovata a Leon¹²⁶.

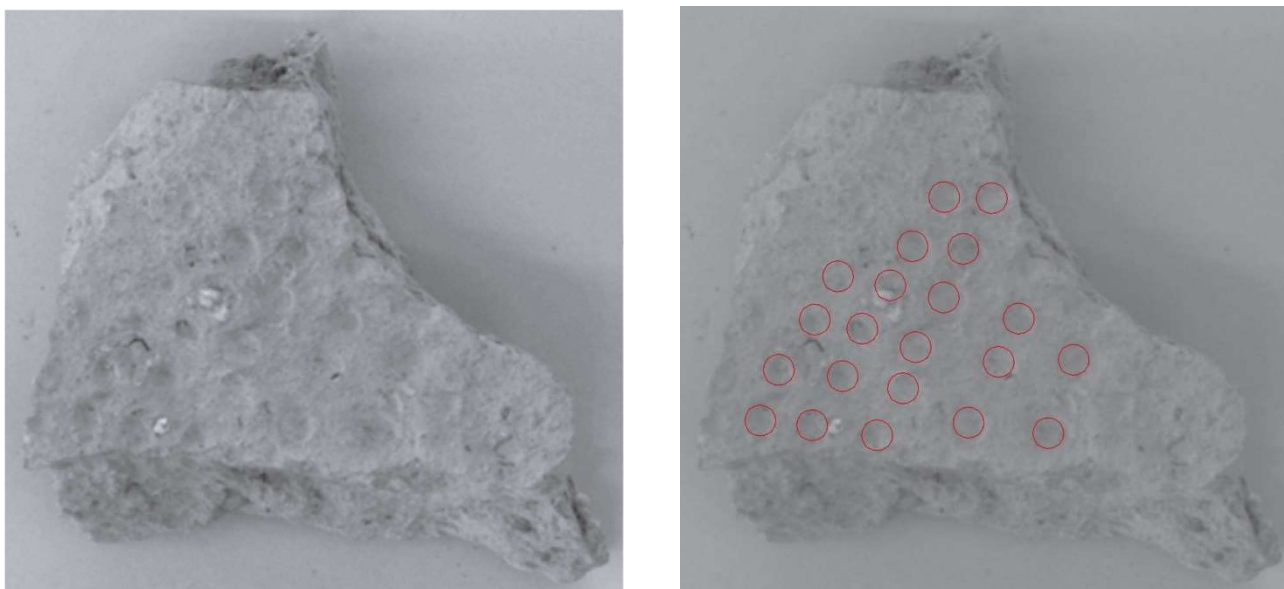


Figura 53 A sinistra: frammento di mattone, ritrovato a Ciudadela (Spagna) con impressa impronta di calzatura chiodata. A destra: a destra i cerchi evidenziano le impressioni lasciate dai chiodi sul mattone. (Da Carlsson, Fontan 2011, p. 177, Fig. 6.7)

Un'analisi di tipo antropologico è stata svolta sull'impronte impresse su alcuni mattoni ritrovati in cinque siti, databili tra il I e il IV secolo d. C., situati nella città romana di *Bracara Augusta* (Figura 58a), Braga, Portogallo, fondata tra la fine del I secolo d. C. e l'inizio del secolo successivo. Le impronte analizzate sono state 12 in totali, di cui 5 sono impronte di piede scalzo, di cui una parziale, le rimanenti invece sono impronte lasciate da calzature con suola chiodate; di quest'ultime quattro sono parziali¹²⁷.

Le impronte (Figura 54), quelle che non erano parziali, misurano tra i 23 e i 25 cm, e si può osservare come il *pattern* di distribuzione dei chiodi si concentri soprattutto a coprire

¹²⁵ Garcia, Bellido 1970, pp. 569-599

¹²⁶ Carlsson, Fontan 2011, p. 172

¹²⁷ Marado e Ribeiro 2018, pp. 33-44

tutto il bordo della suola. I ricercatori hanno ipotizzato che le impronte potessero appartenere a un adulto di genere femminile, basandosi su confronti con campioni presi da popolazioni contemporanee di prossimità geografica a Braga. Questa ipotesi entrerebbe in contrasto con quanto constatato da Driel Murray nel suo studio dei centri romani che hanno restituito gruppi di calzature, dai quali lei deduce che misure di scarpe tra i 23 e 25 cm appartenessero a uomini¹²⁸. Il dato è estremamente interessante, perché, se confermato, testimonia la presenza di un coinvolgimento delle donne all'interno dell'ambito lavorativo delle *figlinae*. D'altra parte, l'analisi delle impronte lasciate dai piedi scalzi, ha fatto notare come queste presentassero misure di piedi collegabili a bambini di età tra il primo e quarto/quinto anno di vita; la presenza di questi bambini

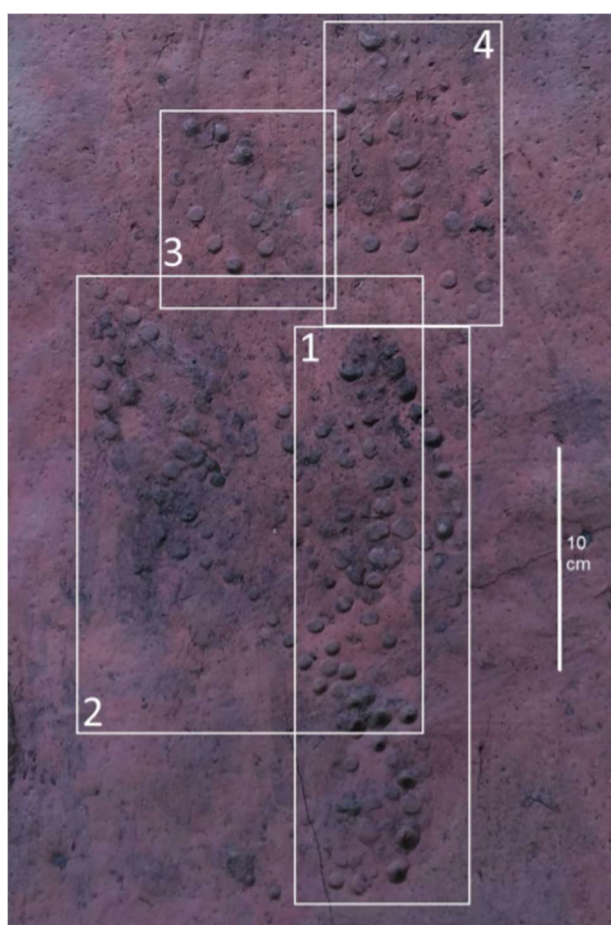


Figura 54 Impronte di calzature chiodate impresse su mattone ritrovate a Bracara Augusta, Portogallo. (Da Marado e Ribeiro, p. 37, fig. 2)

all'interno dell'officina è di difficile interpretazione e non si conosce se i bambini più grandi effettivamente occupassero un ruolo di lavoro o se fossero dei semplici intrusi.

Gli studiosi, ponendo maggior attenzione su un'interpretazione di tipo fisiologica, che mirava a identificare elementi come l'altezza, il genere e l'età di chi aveva lasciato le

¹²⁸ Driel Murray 2001, p. 360

impronte, sono stati più generici nell'indicare che tipo di scarpe fossero state a marchiare i mattoni, indicandole semplicemente col termine di "sandali". Si possono comunque effettuare delle osservazioni osservando il contesto lavorativo e facendo confronti con altri ritrovamenti. L'ambiente di lavoro, unito alla constatazione che chi portava la scarpa fosse un soggetto femminile, ci permette di escludere con molta probabilità che la calzatura fosse identificabile col tipo della *caliga*, indossata dai soldati romani. Nonostante il contesto di ritrovamento sia lo stesso di quello del caso delle fornaci di Albinia, in questo caso però le impressioni dei chiodi ricoprono per tutta la lunghezza la suola, quindi non è possibile osservare la presenza di un tacco, motivo per il quale è possibile scartare il *pero* come probabile identificazione. Tenendo in conto delle precedenti osservazioni quindi credo sia plausibile identificare la calzatura con la tipologia della *carbatina*, calzatura, come già osservato, che fu molto apprezzata e diffusa tra la popolazione romana di tutto l'Impero.

2.7.2 Impronte sulla malta di strutture murarie

Nell'area della città di Hippos Sussita (Figura 58l), in Israele, sono state documentate la presenza di diverse impronte. Esse sono state individuate impresse nella malta del muro posteriore, che era esposto per circa venti metri, appartenente a una roccaforte, datata alla metà del I secolo d. C., edificata molto probabilmente quindi in concomitanza col periodo delle rivolte giudaiche. Tra le diverse impronte ne è stata rinvenuta una intera (Figura 55), che si estende in lunghezza per 24 centimetri circa, misura associabile a un uomo adulto. I chiodi, 29 in totale e con un diametro medio di 0,9 centimetri, si disponevano lungo il bordo della suola, ad eccezione di 5 che erano collocati nella parte centrale della scarpa.



Figura 55 Impronta impressa su malta di calzatura chiodata rinvenuta nella fortificazione di Hippos-Sussita, Israele. (Da Eisenberg 2013, p. 111, Fig. 115)

La disposizione di chiodi trova un confronto con una *caliga* rinvenuta nel Tamigi, che contava 28 chiodi e con una *caliga*, rinvenuta poco a nord, negli scavi della Masada¹²⁹. Il team di ricerca è riuscito a identificare un minimo di tre persone, probabilmente operai del cantiere dell'edificio, a cui potessero appartenere le calzature che hanno lasciato le impressioni sulla malta¹³⁰.

Nella città di Carranque (Figura 58d), Spagna, abbiamo invece un esemplare di impronta (Figura 56) più tardo individuato sulla malta nella basilica di epoca Teodosiana (379-396 d. C.). I chiodi erano disposti in due file concentriche che percorrevano tutto il perimetro del suolo e nella parte centrale della punta è osservabile una serie di chiodi disposti in linea retta. La calzatura è stata identificata come *caliga* e potrebbe essere un esempio di come questo tipo di scarpa cambiò destinazione d'uso durante il Tardo Impero¹³¹.

In Italia, durante lo scavo del sito del ponte-acquedotto di Pont d'Aël (Fig. 58e) (databile al 3 a. C., grazie ad un'iscrizione in cui è citato il numero del consolato di Augusto), nella regione del Val d'Aosta, è stata ritrovata, impressa sulla malta, un'impronta parziale di calzatura chiodata (Figura 57). La distribuzione dei chiodi nella parte che conosciamo si dispone in due linee concentriche che perimetrano il bordo. Risulta difficile ipotizzare la tipologia di calzatura a cui possa appartenere l'impronta, ma, considerando il contesto di cantiere, la scarpa potrebbe essere identificata come una *carbatina* o un *pero*¹³².



Figura 56 Impronta di suola chiodata impressa sulla malta, individuata nella basilica di età Teodosiana di Carranque, Spagna (Da Morales, Montoro, Sanchez, Enrich 2012, p. 157, Fig. 7)

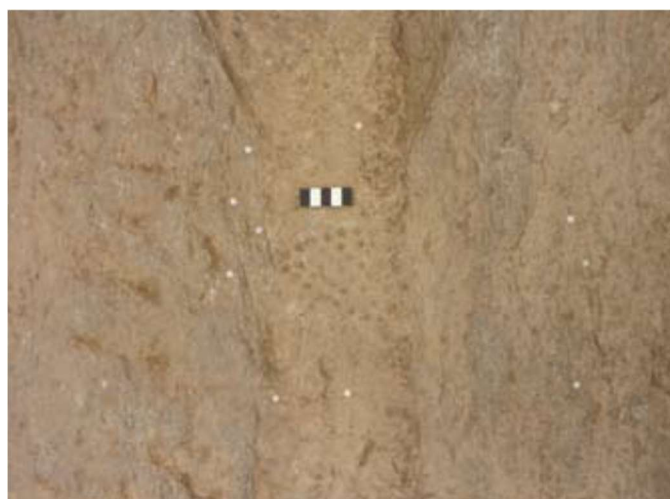


Figura 57 Impronta incompleta di calzatura chiodata sulla malta, rinvenuta nel sito del ponte-acquedotto di Pont d'Aël, Aosta. (Da Bertarione, Joris 2012, p. 167, Fig. 5)

¹²⁹ Baker 1996, p. 201

¹³⁰ Eisenberg 2013, pp. 106-108

¹³¹ Morales et al. 2012, p. 156

¹³² Bertarione, Joris 2012, p. 167



Figura 58 Distribuzione topologica dei ritrovamenti di impronte di calzature su strutture murarie di età romana: a) Bracara Augusta, b) Cidadela, c) Leon, d) Carranque, e) Pont d'Ael, f) Albinia, g) Aquileia, H) Novae, i) Brigetio, l) Hippos-Sussita.

CAPITOLO 3. LE IMPRONTE DI CALZATURE IMPRESSE SULLA MALTA DEL SECONDO MURO RADIALE ESTERNO DEL TEATRO ROMANO DI AQUILEIA

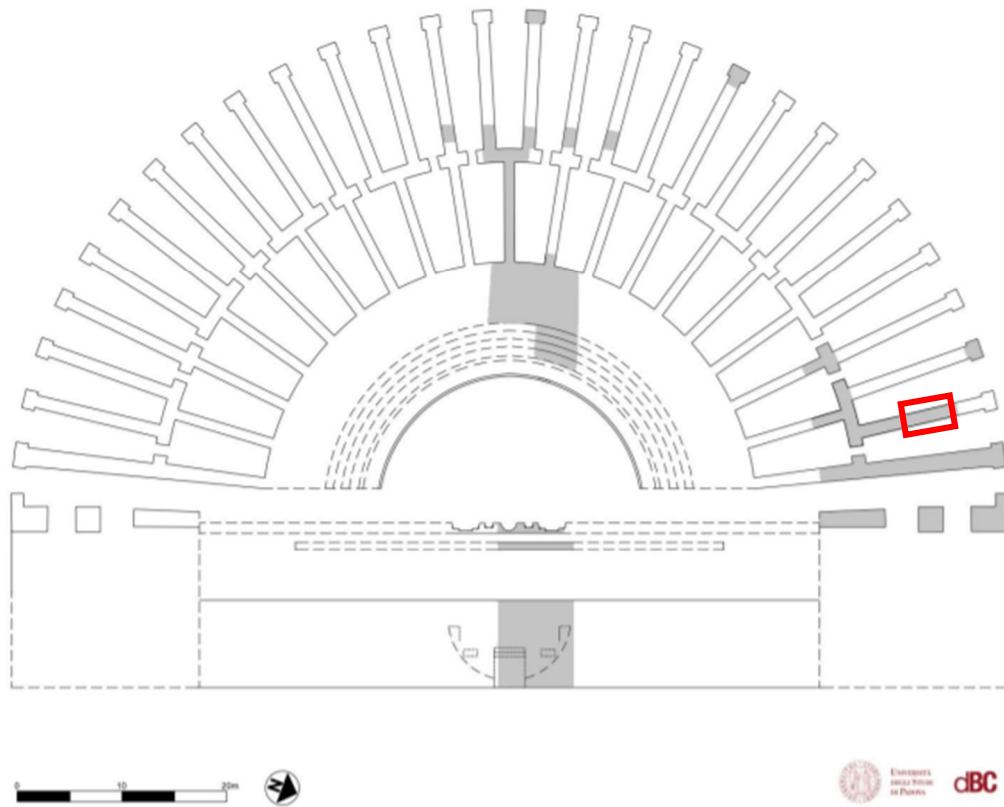


Figura 59 Aquileia, teatro romano: pianta costruttiva preliminare dell'edificio aggiornata alla campagna di scavo 2019 (rilievo ed elaborazione di S. Berto). Il riquadro rosso indica l'area in cui sono state ritrovate le impronte di calzature chiodate lasciate sulla malta (Da Ghiotto et al. 2021, p. 3, fig. 2)

Il secondo muro radiale esterno del teatro romano di Aquileia, a differenza del primo che percorreva *summa* e *ima cavea* senza soluzione di continuità, si sviluppava a partire dalla struttura muraria curvilinea, che divideva i due settori esterni delle sostruzioni delle gradinate. Collocato ad una distanza di 2,5 m dal primo radiale (misurata all'attacco delle strutture), tale muro (US 2078), spogliato a una quota di 1 m s. l. m. per tutto il tratto messo in luce, è stato indagato per una lunghezza di 10 m (la lunghezza totale del muro era 12 m, misura condivisa da tutti i muri radiali esterni dell'edificio) e ha in comune con tutti i muri radiali, ad eccezione del primo, una larghezza di 1,2 m. Il muro era stato realizzato con la tecnica costruttiva in scapoli lapidei legati da malta di calce e alla loro estremità si posizionavano dei pilastri imponenti di forma parallelepipedica, realizzati in calcare di Aurisina, il cui scopo doveva essere quello di definire gli ingressi e sostenere le arcate del primo ordine. Le tracce rettilinee lasciate sulla malta fresca ci permettono di

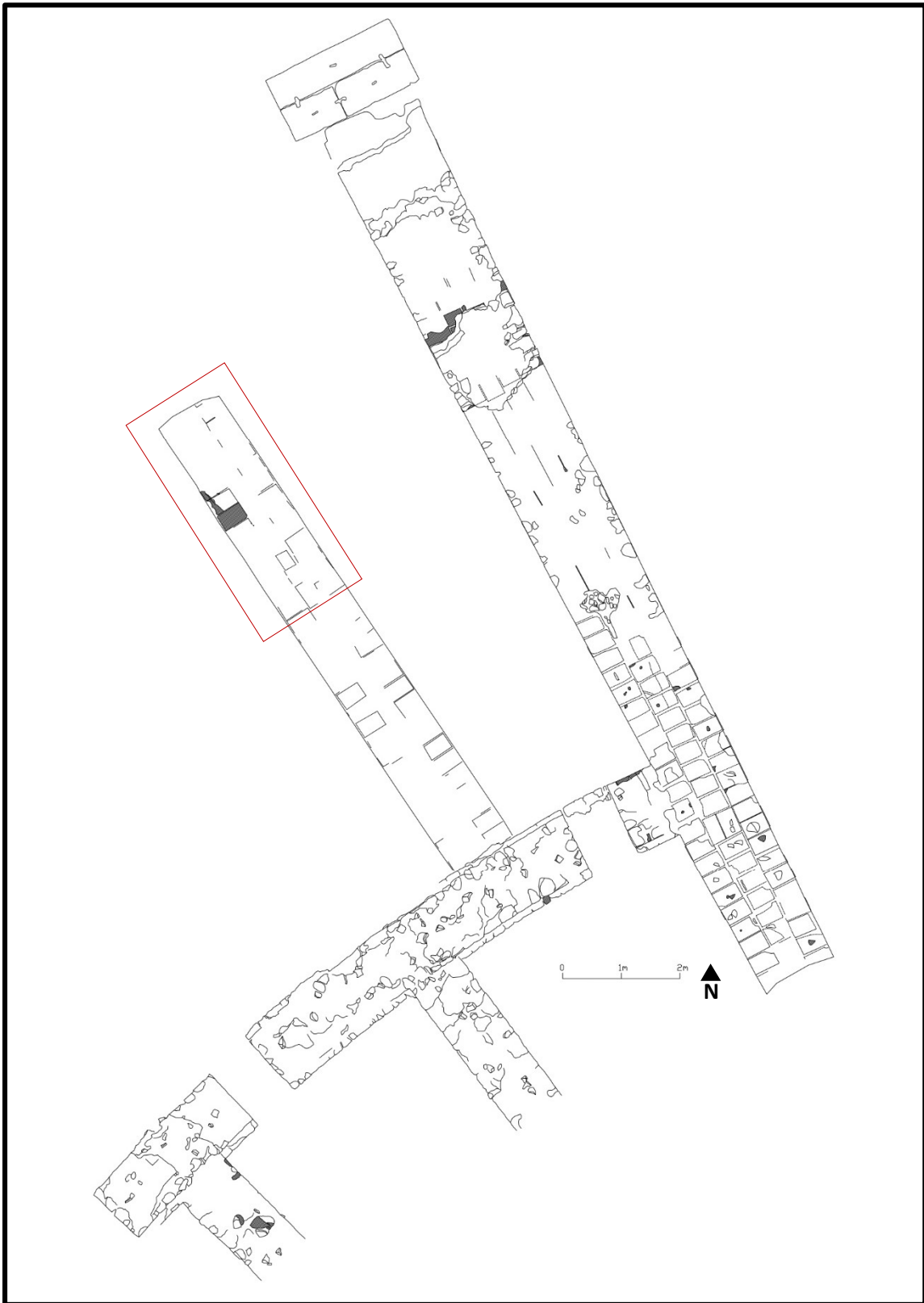


Figura 60 Aquileia, teatro romano: pianta dei primi due muri radiali esterni e della struttura curvilinea che unisce i muri radiali della summa cavea con quella della ima cavea. Il riquadro rosso inquadra l'area in cui sono state rinvenute le impronte (Rielaborazione del rilievo di V. De Marco)

osservare la presenza di un filare di mattoni disposti in tre allineamenti, di cui i due esterni con i mattoni posizionati in modo che avessero il lato corto parallelo alle pareti del muro, mentre nell'allineamento centrale era il lato lungo a essere parallelo. I mattoni utilizzati erano i sesquipedali "padani" (45 x 30 cm), di cui uno è stato trovato *in situ*.



Figura 61 Aquileia, Teatro Romano: panoramica da nord del secondo muro radiale esterno del teatro. Sullo sfondo si può osservare l'attaccatura con la struttura curvilinea che univa i muri radiali della summa e della media cavea.



Figura 62 Aquileia, Teatro Romano: panoramica da sud del secondo muro radiale esterno del teatro.

Diversamente dagli altri muri della *cavea* indagati, oltre le tracce lineari lasciate dai mattoni, sulla superficie di posa del filare di laterizi esportati sono state ritrovate numerose impronte puntiformi ravvicinate, di dimensioni inferiori ai 2 cm e profonde meno di 1 cm, riferibili ai chiodi che erano presenti sulle suole delle calzature delle maestranze impiegate nel cantiere. L'area del muro, interessata da questo tipo di evidenze, si trova 4,5 m a nord rispetto alla struttura curvilinea che congiungeva i muri radiali della *summa cavea* con quelli della *media cavea*.

Le tracce, lasciate dalle calzature mentre la malta era ancora fresca, si concentrano in maniera maggioritaria in un'area di poco meno di 4 m, nella porzione intermedia del muro, occupando la fascia centrale e laterale, rivolta verso il terzo muro radiale, mentre nella fascia laterale opposta non è presente questo tipo di traccia. Le singole tracce puntiformi presentano forme circolari, tranne in alcuni casi, nei quali il deterioramento ne ha modificato la forma, in maniera tale da non essere leggibili. Il più delle volte queste impressioni si concentrano in raggruppamenti formati da 5 o più di esse, ad eccezioni di alcuni rarissimi casi dove si possono notare singole impressioni isolate.

In particolare le impressioni, che si collocano sulla fascia laterale, vanno a delineare raggruppamenti che non presentano segni di sovrapposizioni con altre impronte causate da una seconda azione di calpestio. Tra i raggruppamenti osservabili nella fascia laterale, due si distinguono dagli altri dal momento che entrambi presentano un'impronta della suola quasi del tutto completa, mentre i rimanenti presentano solo una parte della suola. La situazione è diversa nella fascia centrale, dove si individuano sovrapposizioni di differenti impronte dovute a diverse azioni calpestio nella stessa area. In questi ultimi casi l'analisi risulta più difficile dato che non è possibile distinguere, in modo non arbitrario, le diverse impronte che compongono la sovrapposizione.

Leggermente più a sud, a distanza di circa 1,20 m dal gruppo di impressioni rinvenute, è stata messa in luce un'impronta singola isolata (Figura 68), parzialmente completa, separata dalle altre impronte da una area in cui non sono state rinvenute tracce puntiformi. Questo caso, a differenza dei precedenti, presentava l'interessante caratteristica di evidenziare, in modo marcato, la sagoma del bordo di una parte della suola, probabilmente il tacco, conservatasi fino ai giorni nostri per via della forza d'impressione maggiore esercitata dalla calzatura sulla malta.



Figura 63 Aquileia, teatro romano: foto zenitale della porzione nord del secondo muro radiale esterno.

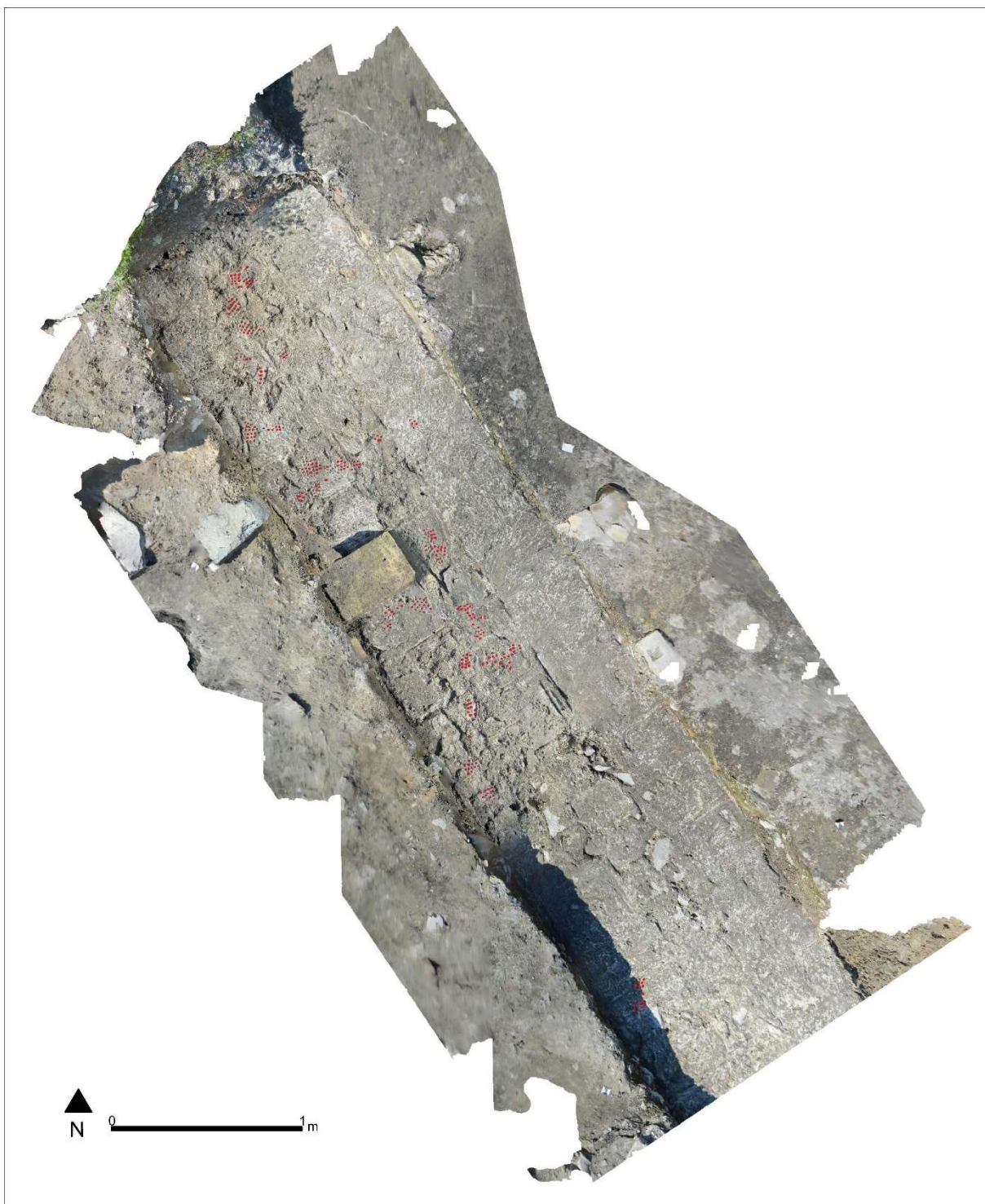


Figura 64 Aquileia, teatro romano (saggio 3): ortofoto della porzione nord del secondo muro radiale esterno. In rosso sono state evidenziate le impressioni lasciate dai chiodi sulla malta fresca del muro. (Rielaborazione del rilievo di Simone Berto)



Figura 65 Aquileia, teatro romano, secondo muro radiale esterno: particolare della porzione nord dell'area interessata da impressioni puntiformi.



Figura 66 Aquileia, teatro romano, secondo muro radiale esterno: particolare della porzione centrale dell'area interessata da impressioni puntiformi.



Figura 67 Aquileia, teatro romano, secondo muro radiale esterno: particolare della porzione sud dell'area interessata da impressioni puntiformi.



Figura 68 Aquileia, teatro romano, secondo muro radiale esterno: particolare dell'impronta isolata a sud dell'area interessata da impressioni puntiformi.

CAPITOLO 4 ACQUISIZIONE E ANALISI DELLE TRACCE IMPRESSE SULLA MALTA DEL SECONDO MURO RADIALE ESTERNO

4.1 L'uso del rilievo tridimensionale nell'archeologia

Nell'ultimo decennio il rilievo tridimensionale è entrato in maniera preponderante nell'ambito dell'archeologia, come viene testimoniato dalla richiesta sempre maggiore dell'impiego sul campo di queste tecniche e dai vantaggi ottenuti da esse. Questa crescita della domanda ha perciò alimentato un circolo virtuoso che ha portato a un aumento dell'attenzione per lo sviluppo di sistemi che possano essere sempre più performanti e maggiormente accessibili a tutti, garantendo così l'incremento dell'uso di queste metodologie nel campo archeologico.

A differenza delle immagini digitali, che restituiscono una rappresentazione dettagliata di oggetti bidimensionali, ma risultano parziali per quanto riguarda elementi tridimensionali, i modelli digitali, ottenuti con le tecniche di acquisizione e modellazione 3D, hanno consentito la rappresentazione dell'oggetto interessato, unendo sia un'ottima resa di visualizzazione, sia l'accuratezza metrica che ci viene restituita dal rilievo, permettendo così il fiorire di nuove opportunità per quanto riguarda la fruizione, catalogazione e studio dei Beni Culturali. I modelli digitali infatti si aprono ai più vari sviluppi legati allo studio del bene archeologico (rilevazione di parametri metrici, operazioni legate al restauro), all'archiviazione di modelli tridimensionali fedeli all'originale o alla musealizzazione e fruizione del pubblico (prototipazione rapida di oggetti da esporre nei musei, agevolazione di fruizione di beni culturali altrimenti difficilmente fruibili)¹³³.

A testimoniare la ricchezza dei dati restituiti dall'utilizzo del rilievo tridimensionale, è la varietà di ambiti archeologici in cui sono state applicate queste metodologie. Uno degli ambiti di ricerca maggiormente proficuo è lo studio territoriale e paesaggistico. Un esempio di caso studio riguarda la città romana di Doclea, nell'odierno Montenegro, e del suo territorio. Grazie all'impiego della fotogrammetria aerea, i ricercatori hanno generato un fotopiano che comprende tutta l'area all'interno del perimetro riconosciuto della cinta

¹³³ Guidi et al. 2010, pp. 405-406

muraria; il fotopiano, georeferenziato e redatto in diverse scale, sarà fondamentale per gli studi successivi¹³⁴.

Un altro dei campi più comuni in cui vengono utilizzate le tecniche di rilievo 3d riguarda lo studio di strutture architettoniche e monumenti. Uno caso studio particolare è il rilievo digitale dell'Arca di Mastino II a Verona. Per l'acquisizione del monumento sono state adoperate sia il rilievo fotogrammetrico che il rilievo laser scanner, al fine di fornire informazioni utili a facilitare le future attività di restauro del monumento, colpito da fenomeni di deterioramento, dovuti alla posizione della struttura all'esterno in uno dei luoghi centrali della città. Le informazioni ricavate dalle operazioni di rilievo 3D non si sono fermate solo all'ambito della conservazione della struttura, ma sono state sfruttate anche nella sfera della valorizzazione. Infatti i dati ottenuti dallo studio sono stati utilizzati per la creazione di un *serious game*, che servirà a testare percorsi alternativi di conoscenza¹³⁵.

Le tecniche di rilievo 3D sono di fondamentale importanza nei casi di siti a rischio per via di fattori sia ambientali che umani. Un esempio è il caso studio del sito costiero dell'edificio in cui avveniva la lavorazione del pesce nei pressi di Sobreira (Vigo, Spagna), minacciato dalle azioni dell'erosione marina. Al fine di documentare e studiare il sito prima della sua degradazione, è stata impiegata la tecnica fotogrammetrica per analizzare gli effetti distruttivi che le azioni di erosione marina compie nel corso dell'anno¹³⁶. Sempre ai fini di salvaguardare un Bene Culturale, è stato utilizzato un sistema a luce strutturata per l'acquisizione e produzione di un modello digitale della pagoda in legno di Yingxian, in Cina. L'utilizzo del rilievo tridimensionale in questo caso-studio ha lo scopo di preservare le informazioni artistiche e tecnologiche della carpenteria dell'antica Cina, dall'inclinamento in continuo aumento dell'edificio¹³⁷.

Un altro ambito in cui le tecniche di rilievo 3D rivestono un ruolo d'importanza primaria è il settore dell'archeologia preventiva. L'utilizzo della tecnica di rilievo fotogrammetrico *Structure from Motion*, nel caso di archeologia preventiva che ha riguardato l'area interessata dai lavori del collegamento stradale Brescia-Bergamo-Milano, ha consentito

¹³⁴ D'Eredità 2020, pp. 213-230

¹³⁵ Parrinello 2021, pp. 17.1-17.13

¹³⁶ Fernandez et al. 2022, pp. 1-5

¹³⁷ Lai et al. 2019, pp. 1-13

agli archeologi di acquisire informazioni precise in tempi rapidi, garantendo al tempo stesso l'integrità del contesto¹³⁸.

I modelli digitali possono offrire spunti di studio anche nel caso di strutture architettoniche non più esistenti. Un caso studio esemplificativo è il progetto di ricostruzione 3D della chiesa di San Francesco a Piazza Palazzo, Aquila. La chiesa era stata demolita nel 1878, ma grazie allo studio e all'analisi dei documenti e dei disegni storici, insieme alla ricognizione dello stato di fatto, è stato possibile ricostruire un modello digitale tridimensionale della Chiesa, permettendo così la possibilità della visualizzazione dell'edificio e di futuri studi su un monumento non più esistente¹³⁹.

Nell'ambito del restauro le tecniche di digitalizzazioni 3D hanno introdotto diversi vantaggi. Il modello digitale infatti può essere utilizzato come strumento attivo per studiare le diverse fasi dell'operazione di restauro, offrendo una metodologia d'intervento efficace e sicura. Nel caso di oggetti particolarmente fragili, al fine di non causare danni, è possibile grazie al modello 3D, condurre una serie di analisi preliminari come valutazioni comparative di ipotesi ricostruttive, studi sulla policromia, pianificazioni di smontaggio/rimontaggio, conservazione e restauro all'interno di software specifici di modellazione e visualizzazione. Un esempio dell'utilizzo di un modello digitale come strumento di interpretazione critica e di simulazione lo si vede nel caso studio del Busto di Hera e del Busto di Afrodite Sosandra, copie romane di II secolo d. C., esposti nel Museo Archeologico Nazionale di Venezia¹⁴⁰.

Il mondo accademico non è stato l'unico campo che ha potuto trarre vantaggi dalle tecniche di rilievo tridimensionale. Enti come musei, parchi o siti culturali sono stati coinvolti fin dall'inizio di questo millennio dai benefici offerti dai modelli 3D. In una prima fase, i risultati delle prime sperimentazioni non furono soddisfacenti, sia a causa di una carenza di soluzioni tecnologiche adeguate, sia per via di una scienza dell'informazione non capace di enunciare linguaggi comunicativi idonei. Grazie ai progressi compiuti nell'ultimo decennio, oggi la maggior parte dei siti culturali fanno uso di percorsi multimediali o installazioni digitali con modelli 3D e ricostruzioni virtuali, che migliorano l'esperienza e l'offerta educativa rivolta al visitatore¹⁴¹. Lo stesso sito del teatro romano di Aquileia è stato interessato dall'impiego di dati bidimensionali e

¹³⁸ Zanni 2014, pp. 6-9

¹³⁹ Brusaporci 2021, pp. 1397-1414

¹⁴⁰ Liva 2021, pp. 12.1-12.4

¹⁴¹ Demetrescu, Ferdani, Trizio 2021, pp. ED1-ED2

tridimensionali al fine di valorizzare e facilitare la comunicazione dei dati di scavo al pubblico. Tramite l'utilizzo dei dati 3D, ricavati dal rilievo fotogrammetrico, si è prodotto un video che garantisce la visualizzazione di una "copia tridimensionale" dell'intero scavo, in modo da permettere di osservare anche i saggi di scavo delle campagne precedenti, che negli anni sono stati chiusi e interrati. Un altro contenuto, generato sempre con l'impiego dei dati 3D, è la ricostruzione tridimensionale dell'ipotetica volumetria del teatro; il modello 3D è visualizzabile in realtà virtuale tramite l'utilizzo di un visore VR e uno smartphone, al fine di offrire al visitatore una ricostruzione volumetrica stimolante dell'edificio¹⁴².

Per quanto riguarda il caso in esame in questa sede, forse a causa della rarissima presenza dei ritrovamenti di questo particolare tipo di evidenza non è stato possibile ritrovare precedenti casi in cui siano state effettuate operazioni di rilievo che abbiano avuto come oggetto lo studio delle impressioni, lasciate su materiali edilizi, dei chiodi che si trovavano sulle suole delle calzature chiodate romane.

¹⁴² Ghiotto et al. 2020, pp. 39-43

4.2 Le tecniche di rilievo impiegate nello studio delle impronte

I sistemi di rilievo tridimensionale impiegati in questa ricerca utilizzano la luce, o radiazione luminosa, che, quando entra in contatto con altri oggetti, si modifica in maniera diversa, a seconda delle caratteristiche di essi. Queste alterazioni vengono quindi recepite e misurate dai sensori che le analizzano e le restituiscono sotto forma di dati metrici come le coordinate spaziali. I tipi di alterazioni sono tre (assorbimento, trasmissione e riflessione), tra cui quella che il sensore rileva è la riflessione, ovvero l'energia luminosa che viene restituita alla sorgente. La riflessione nel campo teorico avviene in due modi: speculare, se l'energia luminosa che colpisce la superficie di un oggetto viene restituita interamente in direzione simmetrica a quella di incidenza rispetto alla normale alla superficie, o diffusa, se invece viene restituita in tutte le direzioni, avendo come origine il punto di incidenza. Nella realtà queste due situazioni difficilmente si realizzano ed è più comune imbattersi in una situazione intermedia delle due. Il grado di lisciatura della superficie determina a quale dei due comportamenti si avvicinerà maggiormente il caso in questione: se la superficie esaminata sarà più liscia, simile a quella di uno specchio, avremo una riflessione maggiormente speculare; se invece la superficie presa in esame è caratterizzata da scabrosità ed è meno lavorata, la riflessione sarà maggiormente diffusa¹⁴³.

Le tecniche di rilievo si dividono in due categorie. La fotogrammetria rientra nella sfera dei metodi di misura passiva, ovvero quei casi in cui la radiazione luminosa impiegata è la luce naturale che ci viene data dall'irraggiamento solare. Il rilievo a luce strutturata rientra invece nella categoria dei sistemi di misura attivi, che si servono di una radiazione luminosa, integrata nello strumento di rilievo, che viene codificata in modo da svolgere un ruolo nel processo di misura e possiede una struttura al sensore. Questi ultimi sistemi di misura permettono di ottenere, in certi casi, insieme alle coordinate spaziali della superficie dell'oggetto analizzato, anche le informazioni del colore¹⁴⁴.

4.2.1 Fotogrammetria

La fotogrammetria è la tecnologia, appartenente alla categoria dei sensori passivi, che permette di estrapolare da immagini con sensori terrestri, aerei o satellitari, dati e misure con un ottimo grado di precisione e affidabilità, stabilendo una relazione geometrica fra

¹⁴³ Guidi *et al.* 2010, pp. 4-8

¹⁴⁴ Guidi *et al.* 2010, pp.9-10

le immagini e la scena reale ottenuta nel momento dell'acquisizione fotografica. Questa tecnica offre diversi vantaggi quali una versatilità d'utilizzo, facilità e rapidità d'uso, un'alta risoluzione dell'immagine. Altra proprietà è l'essere una tecnica non invasiva, qualità che risulta utile nei casi in cui l'oggetto da analizzare è in condizioni precarie e facilmente danneggiabile¹⁴⁵.

Inoltre non è richiesta un'attrezzatura *hardware* specifica e costosa e per effettuare le operazioni di acquisizioni possono essere utilizzati, in assenza di camere professionali, anche dispositivi cellulari, che garantiscono la presa di immagini ad alta risoluzione. Anche dal punto di vista dei *software*, negli ultimi anni diversi programmi per la ricostruzione 3D fotogrammetrici *open-source* e gratuiti stanno portando continue migliorie, facendo concorrenza a programmi commerciali¹⁴⁶.

I rilievi fotogrammetrici si servono di immagini che contengono le informazioni necessarie alla restituzione del modello tridimensionale (come geometria e tessitura), ma è possibile impiegare anche immagini d'archivio per quelle situazioni in cui l'oggetto in esame possa risultare non più disponibile o danneggiato. La tecnica ricorre al principio di collinearità, che afferma che il centro di proiezione della camera, un punto P' sull'immagine e il suo corrispondente punto P nello spazio devono giacere tutti sullo stesso piano¹⁴⁷.

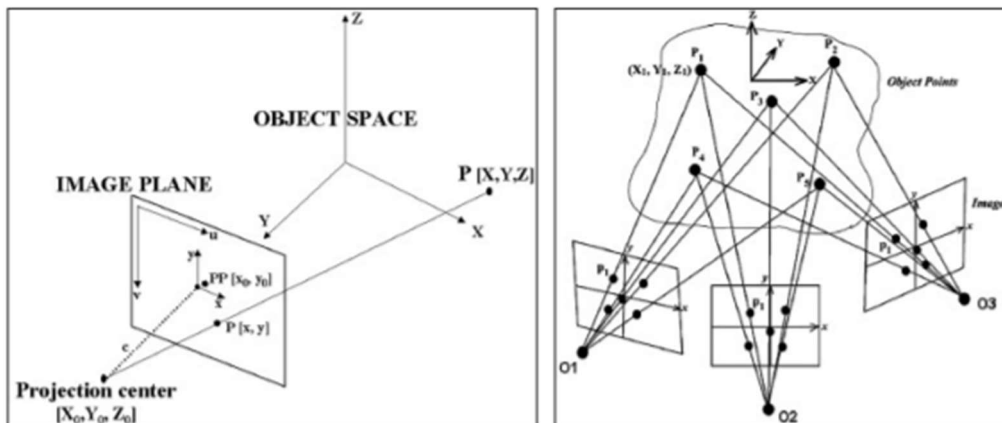


Figura 69 Principio della collinearità. Immagine a sinistra: centro di proiezione, punto P' sull'immagine e corrispondente punto P nello spazio devono giacere su una linea retta. Principio della triangolazione fotogrammetrica o bundle adjustment. Immagine a destra: con immagini convergenti le coordinate 3D dei punti P sono determinate intersecando i raggi omologhi provenienti dalle varie immagini. (Da Russo et al. 2011, p. 183, fig. 6)

¹⁴⁵ Hassani 2015, p. 208

¹⁴⁶ Brandolini, Patrucco 2019, pp. 2124-2134; Rupnik et al. 2017, pp. 1-9; Rahaman, Champion 2019, pp. 1835-1851

¹⁴⁷ Per un approfondimento sul principio di collinearità: Stylianidis, Remondino 2016, pp. 276-280

Partendo da questo presupposto quindi molteplici raggi di collinearità vengono intersecati al fine di ottenere le coordinate 3D di un punto riconosciuto in almeno due immagini; questo tipo di operazione prende il nome di triangolazione fotogrammetrica o *bundle adjustment*¹⁴⁸.

I sensori e le fotocamere digitali utilizzati sono distinguibili in tre tipologie: terrestri, avio-trasportate e satellitari. Per quanto riguarda il primo caso, il rilievo deve essere effettuato ponendo attenzione a ricoprire l'intera superficie dell'oggetto da rilevare e a evitare le zone d'ombra, visto che i punti da restituire tridimensionalmente devono essere ben visibili in almeno due immagini con prospettive diverse. Un secondo accorgimento è quello di garantire un minimo grado necessario di sovrapposizione tra le immagini, poiché è possibile restituire un punto solo se visibile in almeno due immagini, riprese da due punti di vista differenti. A differenza del caso di acquisizioni terrestri, dove si ha molta più flessibilità nell'acquisizione, nelle acquisizioni aeree e satellitari le immagini sono ottenute tutte con assi di prese parallele¹⁴⁹.

Acquisite le immagini, si eseguono operazioni atte a ottenere le informazioni metriche e tridimensionali. In primo luogo si trova la calibrazione dei parametri di orientamento interno della fotocamera, che sono la lunghezza focale, la posizione del punto principale e alcuni parametri addizionali che hanno la funzione di modellare eventuali errori sistematici. Questo tipo di operazione è finalizzato a determinare la deviazione geometrica fra il dato reale e il sistema di acquisizione delle immagini. Nel caso di sensori satellitari e aerei, sono i costruttori che calibrano i dispositivi e i parametri d'orientamento interno, e vengono forniti durante la fase di acquisizione delle immagini, al contrario delle camere terrestri dove la calibrazione viene svolta dall'operatore, a intervalli di tempo piuttosto ravvicinati fra loro. Punti noti (chiamati *target*) vengono utilizzati per la procedura di calibrazione sull'oggetto mentre ne vengono acquisite le immagini. Per ottenere una calibrazione adeguata è necessario acquisire un minimo di dieci immagini convergenti, a distanze diverse e con una rotazione di circa 90° della fotocamera, ponendo particolare attenzione a ottenere una distribuzione uniforme e non coplanare dei punti nelle immagini. I *target* devono essere ben visibili e misurabili automaticamente (possono per esempio possedere coordinate note) per garantire la qualità dell'acquisizione, motivo per cui, nonostante sia possibile scegliere anche punti naturali come *target*, sia

¹⁴⁸ Russo et al. 2011, p. 183

¹⁴⁹ Russo et al. 2011, pp. 183-184

sconsigliato per via della minore precisione. In seguito tramite l'utilizzo dell'algoritmo del *bundle adjustment*, che si serve delle coordinate bidimensionali dei punti omologhi misurati in almeno due immagini, vengono restituiti tutti i parametri incogniti del sistema, ovvero l'orientamento della camera, sia interno che esterno, le coordinate 3D dei punti corrispondenti nelle diverse immagini e gli eventuali parametri aggiuntivi. Questo processo può funzionare solo se viene aggiunto un *datum*, cioè un sistema geodetico di riferimento che consente di definire in termini matematici la posizione di punti sulla superficie della Terra. Questa informazione può essere implementata con l'aggiunta di 7 informazioni esterne note, come le coordinate di almeno 3 punti di controllo, oppure senza l'ausilio di punti di controllo, con l'aggiunta di una distanza conosciuta per ottenere una scala metrica corretta¹⁵⁰.

Eseguita la calibrazione interna della camera, si passa alla fase di orientamento esterno dell'immagini, con cui si definiscono le posizioni e rotazioni di ciascuna immagine utilizzata rispetto a un sistema scelto di riferimento nello spazio. L'orientamento esterno delle immagini viene calcolato utilizzando la procedura di *bundle adjustment*, già introdotta nella fase precedente e il principio di collinearità, con però l'aggiunta dei parametri aggiuntivi precedentemente ottenuti; al seguito di questa operazione si ottengono i dati relativi ai parametri esterni di ciascuna immagine e le coordinate 3D dei punti omologhi misurati nelle immagini¹⁵¹.

Negli ultimi anni, le fasi di orientamento hanno subito un notevole miglioramento con l'introduzione degli algoritmi di *Computer Vision*, un campo di studi interdisciplinare che si occupa dello studio di algoritmi e tecniche che consentano ai computer di replicare funzioni e processi dell'apparato visivo¹⁵². La metodologia più comune è la *Structure from Motion (SfM)*, che permette l'automazione della fase di orientamento delle immagini, senza che si utilizzino *target* codificati¹⁵³. La tecnica impiega algoritmi di accoppiamento¹⁵⁴ che riescono a stimare l'orientamento esterno dell'immagine e ricostruire una geometria tridimensionale dell'oggetto studiato¹⁵⁵.

¹⁵⁰ Russo et al. 2011, pp. 184-186

¹⁵¹ Russo et al. 2011, p. 186

¹⁵² Per un approfondimento sulla *Computer Vision*: Meli 2014, pp. 35-52

¹⁵³ Remondino, Poli 2014, p. 6

¹⁵⁴ Un esempio è l'algoritmo SIFT (Scale-invariant feature transform)

¹⁵⁵ Brandolini, Patrucco 2019, pp. 2124-2134

L'ultima parte del processo fotogrammetrico consiste nelle operazioni di restituzione 3D dell'oggetto. In un primo *step* vengono eseguite nuove misurazioni di punti omologhi tra le immagini, i quali vengono scelti nell'aree più importanti dell'oggetto in esame. Questa fase può avvenire in due modi: nel caso si possa ricostruire la geometria dell'oggetto con pochi punti (come edifici o strutture architettoniche semplici) avviene in modo manuale o semiautomatico. Quando invece ci si trova di fronte a superfici caratterizzate da una forte irregolarità e dettagli, come scavi o rilievi, il processo avviene in maniera automatica (*image matching*). Anche in questo caso l'introduzione di algoritmi di *Computer Vision* ha permesso un miglioramento delle procedure. L'algoritmo principalmente usato è il *Semi Global Matching (SGM)* con cui vengono restituite nuvole di punti più dense, le cui risoluzioni sono equiparabili a quelle restituite dai sensori attivi¹⁵⁶.

Infine, dopo aver ottenuto le corrispondenze tra le immagini, si affronta un nuovo calcolo delle coordinate 3D dell'oggetto, usufruendo del principio di collinearità e dei parametri interni ed esterni che sono stati ottenuti nelle fasi precedenti. Il risultato è una nuvola di punti, che può essere densa o sparsa, in base alla densità e quantità dei punti tridimensionali ottenuti, che successivamente viene convertita nella cosiddetta *mesh*, ovvero una superficie poligonale, che può essere texturizzata proiettando direttamente le immagini, al fine di proporre una visualizzazione fotorealistica¹⁵⁷.

¹⁵⁶ Remondino, Poli 2014, p. 6; Aicardi *et l.* 2018, p.262

¹⁵⁷ Russo *et l.* 2011, p. 187

4.2.2 Rilievo a luce strutturata

I sistemi di rilievo a luce strutturata rientrano nella categoria dei metodi di misura attivi che sfruttano il principio della triangolazione. Nel campo archeologico i sensori principalmente utilizzati sono i laser scanner e i sistemi a proiezione di frange, tra cui ritroviamo i sistemi di rilievo a luce strutturata. Questo tipo di sistemi ha la capacità di misurare le distanze, fornendo i dati riguardanti le coordinate tridimensionali della superficie dell'oggetto studiato, tramite l'utilizzo di una sorgente, o emettitore, di luce e un sensore che ne registra la risposta.

La triangolazione si basa dunque sul triangolo che si viene a formare dal posizionamento di questi tre oggetti durante il rilievo: la sorgente di luce (o proiettore di pattern) che emette la radiazione luminosa che colpisce l'oggetto preso in esame, dalla cui superficie viene riflessa la radiazione luminosa che viene registrata da una camera, traslata lateralmente rispetto alla sorgente luminosa di una distanza conosciuta, indicata col nome di *baseline*¹⁵⁸.

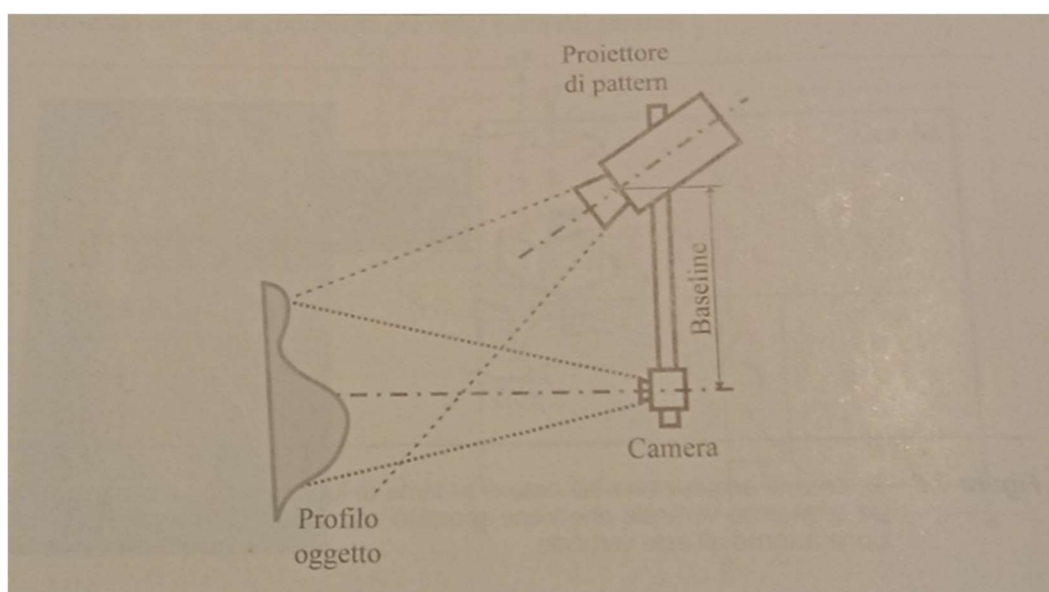


Figura 70 Schema di principio di range camera a triangolazione basata su luce strutturata. (Da Guidi et al. 2010, p. 88 fig. 3.9)

Nel caso specifico dei sistemi a luce strutturata, la sorgente luminosa proietta un *pattern* intero di luce a risoluzioni diverse e, una volta riflesso dalla superficie dell'oggetto da misurare, viene ripreso da una camera digitale, posta a una certa distanza dal proiettore. Per produrre la *range map*, l'immagine tridimensionale relativa a un'area, non ci sono elementi in movimento, per cui in questo caso si parla di sistema a campo intero. Nel caso in cui il *pattern* proiettato sia composto da linee verticali alternate di colore bianco e nero,

¹⁵⁸ Guidi et al. 2010, pp. 78-79

la fotocamera digitale acquisirà un'immagine composta da sequenze di linee bianche e nere alternate se si proietta su un piano; la situazione è diversa se invece il *pattern* viene proiettato su una superficie non piana, nel cui caso la fotocamera restituirà un'immagine in cui le linee sono distorte in base al comportamento della superficie. Il numero di transizioni dal bianco al nero è direttamente proporzionale alla qualità del campionamento spaziale della superficie; maggiore sarà il numero di transizioni, più alta sarà la risoluzione. Per proiettare il *pattern*, i sistemi a luce strutturata si avvalgono dell'utilizzo del *Gray code*, un codice che proietta il *pattern* in più fasi: il primo è composto solo da una transizione bianco-nera, mentre il successivo, che viene proiettato dopo che la camera digitale acquisisce e memorizza il primo *pattern*, è costituito da un numero doppio di linee verticali. Questo processo viene ripetuto fino all'ottenimento della massima frequenza possibile di strisce alternate bianche e nere¹⁵⁹.

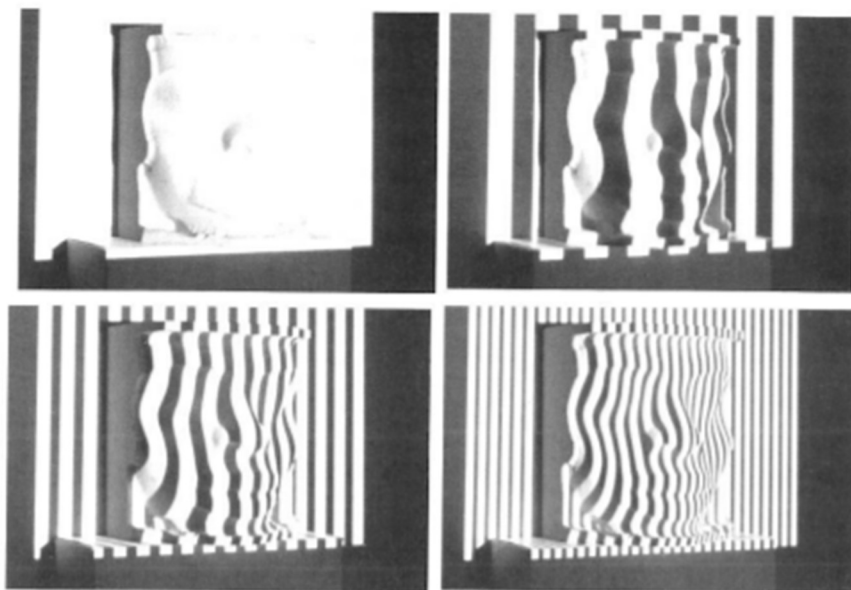


Figura 71 Fasi del rilievo tramite dispositivo a luce strutturata. Sono evidenziati alcuni pattern luminosi della sequenza di Gray, con frequenza di variazioni bianco/nero crescente. In alto a sinistra: nessuna variazione. In alto a destra: frequenza minima. In basso a sinistra: frequenza intermedia. In basso a destra: frequenza massima. (Da Guidi et al. 2010, p. 89 fig. 3.10)

Il vantaggio offerto da questi sistemi di rilievo è la capacità di restituire misure accurate, con risoluzione fino al decimo di millimetro e un'incertezza di misura di poche decine di *micron*. Al netto di questi benefici, il contraltare è rappresentato dalla problematica che abbiano la restrizione di lavorare a stretto contatto con l'oggetto da misurare (entro i 2 m) e quindi non risultano adatti nelle situazioni di rilievo di edifici o siti archeologici. Risulta quindi necessario dedicare particolare attenzione nella fase di progetto del rilievo alla

¹⁵⁹ Guidi et al. 2010, pp. 87-89

scelta dello strumento da utilizzare in base alla situazione da misurare. Per compiere la scelta più adatta, l'operatore dovrà perciò riflettere oltre sull'oggetto in esame (colore, opacità, rugosità superficiale e presenza di spigoli) e sull'ambiente (temperatura ed illuminazione) in cui verrà effettuato il rilievo, anche sulla tipologia di strumento e dei suoi parametri di rilievo¹⁶⁰.

Il primo parametro fondamentale per quanto riguarda la misura tridimensionale è la risoluzione: la massima capacità da parte dello strumento di catturare i dettagli di una superficie da parte del dispositivo. Questo parametro dipende proporzionalmente dalle proprietà ottiche, meccaniche ed elettriche dello strumento, tanto migliori queste proprietà saranno, tanto maggiore sarà la risoluzione ottenuta. Il secondo parametro è l'accuratezza. Quando un oggetto viene misurato, il valore che ci viene restituito non sarà mai il valore reale, ma una sua approssimazione; l'accuratezza quindi indica l'errore tra il vero valore e la misura di una quantità. Questo errore si sovrappone sistematicamente ai dati ed è difficilmente rilevabile, in quanto sarebbe necessario che il dato acquisito sia confrontato con un campione di misura e non la sua media. L'ultimo parametro da tenere in conto è la precisione, ovvero l'incertezza di misura, che viene rappresentata dalla dispersione σ , calcolabile, nel caso venga effettuato una serie di misure ripetute, con lo scarto quadratico medio tra le singole misure e la loro media. In quest'ultimo caso l'errore in questione riguarda variazioni aleatorie, quindi impossibile da correggere con processi di taratura¹⁶¹.

Per il rilievo delle impressioni è stato impiegato lo *scanner* 3D a luce strutturata Cronos 3D Dual. Lo strumento è stato prodotto dall'Open Technologies ora Faro. Lo strumento è dotato di due aree di acquisizione pre-configurate e consente operazioni quali rilievo delle superfici, allineamenti automatici dell'oggetto e la generazione di *mesh* (Tabella 1).

Tabella 1 Caratteristiche tecniche dello strumento Cronos 3D Dual

Camera 3,1 MPix	Campo d'acquisizione (mm)	A: 180/350
	Risoluzione (μm)	A: 87/170
Tempo di acquisizione (s)	4 sec.	
Dimensioni (mm)	540x250x125	
Software di scansione	Revenge Professional (Open Technologies srl)	

¹⁶⁰ Russo et al. 2011, pp. 174-175

¹⁶¹ Russo et al. 2011, p. 177, Guidi et al. 2010, pp. 138-140



Figura 72 Scanner 3d Cronos 3D Dual, realizzato da Open Technologies (ora Faro) (Immagine presa da www.zen3dm.com)

La superficie del secondo muro radiale esterno del teatro era già stata rilevata dal dott. Simone Berto, nella campagna di scavo 2017, con l'impiego della tecnica fotogrammetrica della *Structure From Motion (SfM)*. Perciò, tenendo in considerazione la disponibilità di un rilievo fotogrammetrico tridimensionale già presente, la scelta del sistema di rilievo si è orientata sull'utilizzare un metodo complementare a quello fotogrammetrico per confrontare e verificare (e possibilmente integrare) le informazioni metriche che erano state dedotte dal precedente rilievo.

L'obiettivo prefissato del rilievo era l'acquisizione delle impronte più significative dal punto di vista diagnostico, ovvero quelle che si presentavano quasi complete o che rappresentavano una parte della suola, come il tacco o la punta, in maniera ben definita. Un altro obiettivo era rilevare l'impronta più isolata, parzialmente completa, che si distanziava dal gruppo principale, di circa 1,20 metri di distanza e che presentava la particolarità di aver conservato, oltre i chiodi che erano distribuiti sulla suola, anche la sagoma di una delle due estremità della suola stessa. Questa particolare attenzione prestata all'impronta, nominata "Impronta 1", era dovuta alla problematica che nel rilievo fotogrammetrico essa si trovava in una zona d'ombra e perciò non era visibile e di conseguenza non era possibile ottenerne informazioni metriche.

Durante il processo di acquisizione però si sono riscontrate delle problematiche che non hanno permesso allo strumento di funzionare in modo ottimale. Nel giorno scelto per il rilievo si sono verificate situazioni ambientali sfavorevoli (alti livelli di umidità, pioggia), per uno strumento da laboratorio. Considerata dunque l'impossibilità di ritornare in scavo, per via della sua chiusura nel giorno successivo, per poter effettuare il rilievo

dell'Impronta 1 in un secondo momento e in condizioni più ottimali, si è deciso di prendere il calco in gesso dell'impronta, in modo che, in un periodo successivo il calco venisse sottoposto all'operazione di acquisizione in laboratorio.

L'operazione della realizzazione del calco in gesso prevedeva l'utilizzo di calco di tipo alabastrino, che doveva essere mischiato con l'acqua (in rapporto gesso-acqua 3:1) per circa cinque minuti, per poi essere lasciato a riposare per una decina di minuti. Ottenuta così una miscela densa, dopo averla lasciata riposare, viene stesa al di sopra dell'impronta, ed infine, dopo aver aspettato per un periodo che varia da una mezz'ora a un'ora a seconda della temperatura dell'ambiente, dopo che la miscela si è solidificata, viene distaccata dall'impronta. Come distaccante tra la miscela ottenuta e le impressioni dei chiodi, normalmente è consigliato utilizzare strumenti come la cera d'api, ma per evitare di contaminare con sostanze estranee lo strato di malta su cui si trovavano le impronte è stata utilizzata della pellicola alimentare sottilissima. La tavoletta in gesso così ottenuta aveva una forma quadrangolare di 17 x 20 cm. Per essere rilevata è stata posta su un piatto rotante e durante il rilievo, eseguito sempre dallo scanner 3D Cronos 3D Dual, è stata ruotata di 90° fino al completamento dei 360° ottenendo così un modello continuo e privo di zone non campionate. Per la generazione della *mesh* è stato utilizzato il *software* proprietario dello scanner a luce strutturata.

Il primo step in fase di *post processing* dei dati è il filtraggio dei punti (Fig. 73), procedura con la quale, dai *raw data*, sono stati eliminati tutti gli oggetti estranei all'oggetto rilevato e sono state pulite le incoerenze di bordo, al fine di non dover lavorare con una ridondanza di dati nei passaggi successivi e di migliorare la qualità dell'allineamento.



Figura 73 Immagine a sinistra: La range map per come si presentava prima della procedura di filtraggio. Immagine a destra: la zona della range map in rosso indica i punti che sono stati considerati non necessari durante la procedura di filtraggio.

Filtrate le *range map*, la fase successiva è stata la fase di allineamento. In questa fase è stata individuata la prima range map acquisita che è stata presa come modello di riferimento iniziale e dopo aver individuato la range map adiacente, con una procedura semiautomatica si è trovato il posizionamento ideale della seconda range map rispetto alla precedente, e, una volta allineate, le due sono state unite un blocco unico. La procedura continua così fino ad arrivare ad allinearle tutte. Il processo si divide in due step: la prima in cui l'allineamento viene svolto in modo manuale, in cui si identificano almeno 3-4 punti delle nuvole di punti in comune per identificare le riprese adiacenti, la seconda invece automatica, nella quale le differenze tra tutti i punti delle nuvole vengono ridotte al minimo.

La procedura che segue è chiamata *meshing*. Con questa operazione la nuvola di punti 3D è stata convertita in un reticolo di poligoni connessi tra loro, nel quale i vertici coincidono con i punti rilevati (Fig. 74 e Fig. 76). Infine la mesh è stata sottoposta a una procedura di correzione degli errori topologici¹⁶², che consistono in connessioni anomale tra poligoni. Per risolvere quest'ultimi errori ci si avvale di pacchetti di elaborazione che svolgono il lavoro in modalità semiautomatiche (Fig. 75).

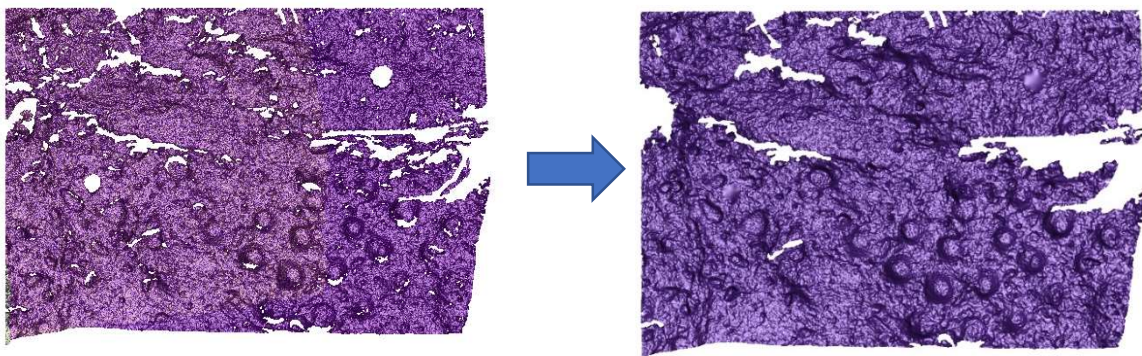


Figura 74 Immagine a sinistra: la nuvola di punti dopo l'operazione di filtraggio. Immagine a destra: mesh ricavata dalla nuvola di punti dell'immagine sinistra dopo il processo di meshing.

¹⁶² Camagni *et al.* 2019, p. 197

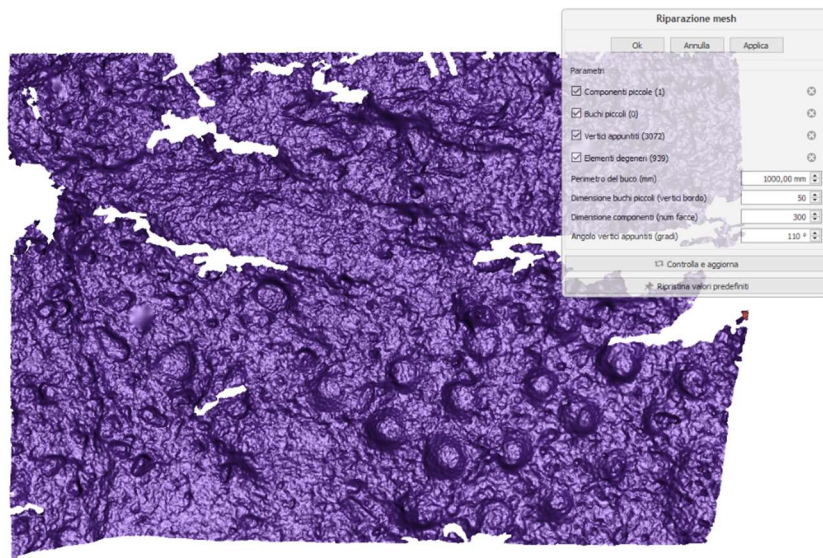


Figura 75 La mesh nella fase in cui è soggetta alla fase di correzione degli errori topografici.

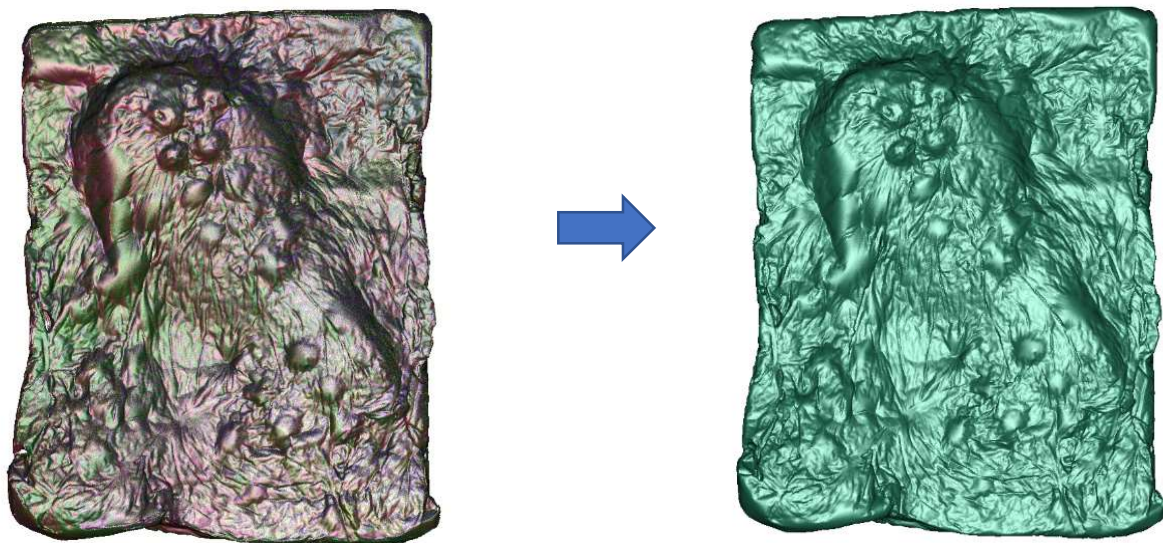


Figura 76 Immagine a sinistra: nuvola di punti dell'Impronta 1. Immagine a destra: mesh dell'Impronta 1.

4.3 Analisi dei modelli 3D

Utilizzando la mesh prodotta dal calco in gesso, sono state individuate le impressioni dell'Impronta 1 lasciate sulla malta. Di ciascuna impressione individuata (in totale 14) è stato calcolato il raggio e la distanza fra di esse (da centro dell'impressione a centro dell'impressione) (Fig. 77). Il passo successivo è stato confrontare la *mesh* con una foto dell'impronta, scattata nella campagna di scavo del 2017, per constatare la presenza di eventuali altre impressioni che il calco non era riuscito a registrare. Il confronto si è rivelato essere una decisione giusta, in quanto sul calco non erano rimasti i segni di 6 impressioni che erano visibili dalla foto (Fig. 77). Di contro invece, dalla foto solo 2 delle 14 impressioni erano visibili, mentre le restanti non erano individuabili. Per ottenere quindi il disegno dell'impronta con la totalità delle impressioni, sia l'immagine della *mesh*, sia la foto della campagna di scavo 2017, sono state inserite in Autocad, applicando la medesima scala (0,01 unità di Autocad equivalgono a 1 cm), e le impressioni sono state vettorializzate per segnalarne la presenza. Le due impressioni che erano visibili in entrambe le immagini sono state utilizzate come riferimento per effettuare la sovrapposizione effettuata per ricostruire l'impronta. L'impronta quindi contava di un totale di 20 impressioni conservatesi (Fig. 77), il cui raggio medio misurava 6 mm, e doveva svilupparsi in lunghezza per minimo 22 cm, contando anche l'impressione lasciata dal bordo della suola. I chiodi si distribuivano lungo tutto la lunghezza della scarpa e, per quanto è possibile osservare, sembra che fosse presente una serie di chiodi che perimetrava il bordo della suola, mentre all'interno della suola si disponevano due serie più o meno allineate di chiodi. Il passo successivo è stato trasferire le impressioni vettorializzate dei chiodi sul rilievo 3D fotogrammetrico, anch'esso inserito nel programma Autocad con la medesima scala. Per posizionarlo ci si è serviti come riferimento delle tracce lineari che erano stata lasciate dalla posa dei mattoni sulla malta fresca. Questa traccia infatti era presente in prossimità dell'impronta. Questa operazione ci ha permesso quindi di poter posizionare in maniera corretta l'Impronta 1 all'interno del rilievo fotogrammetrico, che si trova sulla parte più occidentale del muro radiale, a circa 1,20 m di distanza dalla suola più vicina.



Figura 77 Immagine in alto a sinistra: Mesh della tavoletta col calco in gesso dell'impronta 1, con in rosso segnate le impressioni individuate. (Elaborazione di Emanuela Faresin) Immagine in alto a destra: Foto della campagna di scavo 2017 dell'Impronta 1, con in giallo segnate le impressioni individuate. (Rielaborazione della foto di Simone Berto) Immagine in basso: Sovrapposizioni delle impressioni individuate al fine di ottenere il profilo completo delle impressioni dell'Impronta 1.

La fase successiva consiste nell'individuare e vettorializzare tutti le impressioni sul rilievo fotogrammetrico inserito in AutoCad. Questa procedura aveva il duplice scopo sia di individuare tutte le impressioni, ovvero le singole tracce puntuali lasciate dai singoli chiodi corrispondenti, e dividerle per raggruppamenti (gruppi di singole impressioni puntuali ravvicinate tra loro), sia di misurare il loro raggio e le distanze fra esse. Il conteggio totale delle impressioni lasciate dai chiodi sulla malta è di 336, distribuite su due delle tre file che si sono create sulla superficie della malta quando era stato disposto sopra il filare di mattoni, ad eccezione di un unico caso di un piccolo raggruppamento di 5 impressioni disposte sulla striscia esterna, rivolta ad oriente, area, che, ad eccezione di questo piccolo raggruppamento, non presenta impressioni puntiformi sulla sua superficie. Un ulteriore raggruppamento di 13 impressioni di chiodi è stato individuato, nella fila centrale di mattoni, ma le impressioni lasciate sono molto rovinate e poco leggibili, motivo che ha portato alla loro esclusione data l'impossibilità di effettuare analisi puntuali. Il raggio dei chiodi varia da un minimo di 3 mm a un massimo di 8 mm, con una fortissima concentrazione di chiodi che presenta un raggio di 5 mm (38%) (Tabella 2).

Tabella 2 Distribuzione delle misure del raggio delle impressioni dei chiodi

Misure raggio (mm)	Quantità impressioni di chiodi
3 mm	13
4 mm	74
5 mm	129
6 mm	88
7 mm	28
8 mm	4

Le varie impressioni si distribuiscono in 15 raggruppamenti (nominati con le lettere dell'alfabeto) (Figura 78), che comprendono minimo 6 impressioni ciascuna, mentre le poche impressioni restanti sono sparse liberamente sulla superficie del muro, raggruppate in gruppi di 5 o meno impressioni. I raggruppamenti individuati nella fascia centrale sono tutti caratterizzati dalla presenza di sovrapposizioni di due impronte una sopra l'altra come è evidente nei raggruppamenti C (Fig. 98), DE (Fig. 99), RS (Fig. 109) e TU (Fig.110). Al contrario, nella fascia laterale le impronte non mostrano segni di sovrapposizioni e si possono individuare impronte più definite, come nei casi dei raggruppamenti G, I, L, P e Q. Il raggruppamento G (Fig. 101) si trova a 6 cm a sud del mattone trovato *in situ* ed è composto da 19 impressioni, la cui misura media del raggio

è 0,4 mm. I chiodi sono disposti allineati in varie file. Il raggruppamento I (Fig. 102) si trova a cavallo tra la fascia laterale e la fascia centrale, a nord del mattone trovato *in situ*, di circa 35 cm. Le impressioni che lo compongono sono 19, la cui misura media del raggio è 0,5 mm. Il raggruppamento si sviluppa in lunghezza per 13 cm ed è molto probabile che

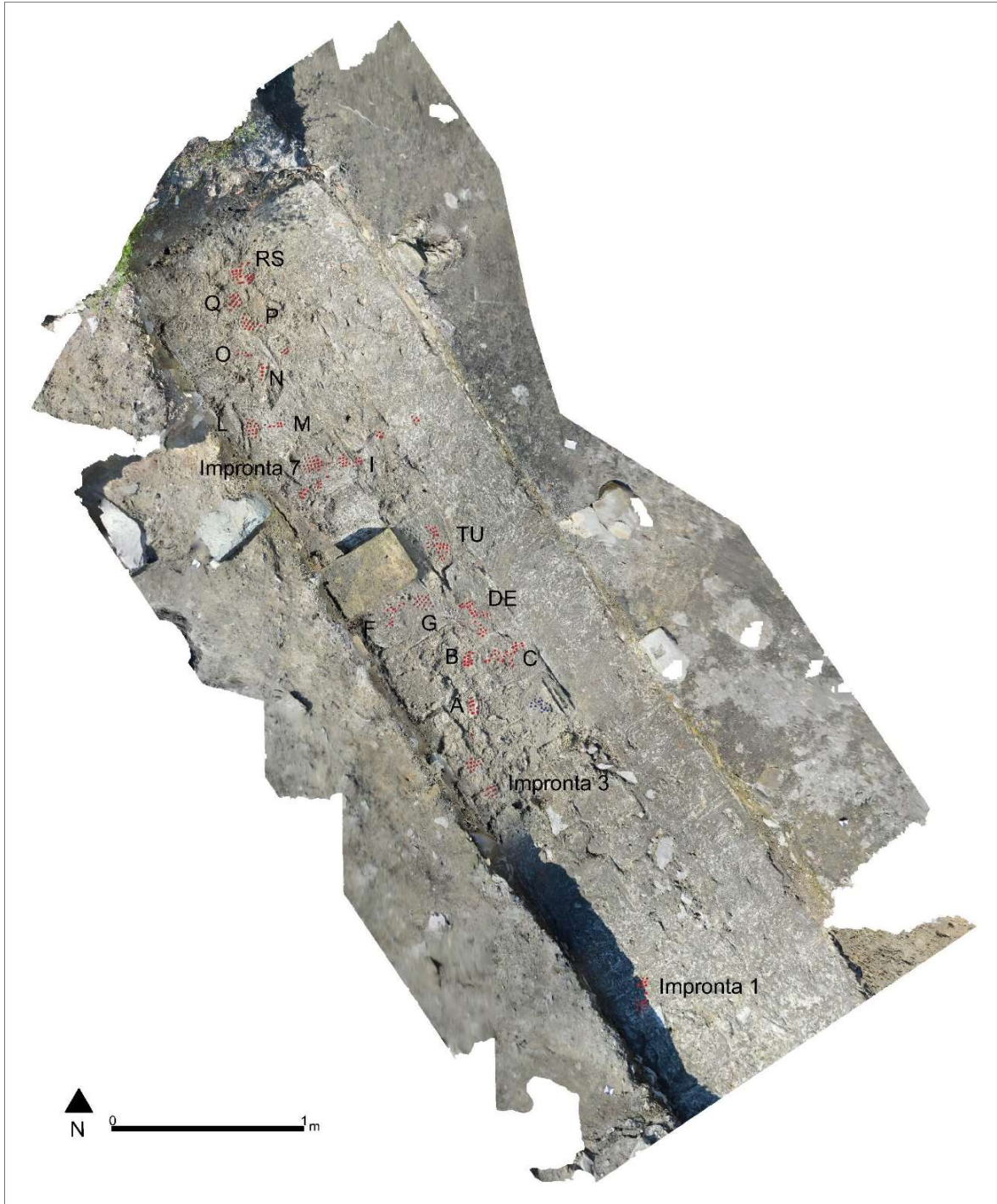


Figura 78 Aquileia, teatro romano (saggio 3): ortofoto della porzione nord del secondo muro radiale esterno. In rosso sono state evidenziate le impressioni lasciate dai chiodi sulla malta fresca del muro. In blu sono state evidenziate le impressioni di chiodi che non sono state analizzate a causa dell'elevato tasso di deterioramento delle tracce. A fianco ogni raggruppamento si trova la lettera con cui ogni raggruppamento è stato chiamato (Rielaborazione del rilievo di Simone Berto).

a lasciare questa traccia sia stata la parte centrale di una suola. Il raggruppamento L (Fig. 103) si trova a poco meno di 80 cm a nord del mattone trovato *in situ*, ed è collocata sul bordo esterno del muro. Le impressioni che lo costituiscono sono 18, la cui media del raggio è 4,5 mm. Come nel caso del raggruppamento G, le impressioni si distribuiscono allineate su più file. Il raggruppamento P (Fig. 107) si trova, posizionato sul limite interno della fascia laterale, a 1,2 m a nord del mattone. È formato da 18 impressioni, di cui due (le impressioni più a sud che si posizionano nella fascia interna), potrebbero essere considerate estranee alla suola che ha lasciato la traccia. La media del raggio delle impressioni corrisponde a 5 mm e anche in questo caso i chiodi si dispongono allineati su più file. Infine il raggruppamento Q (Fig. 108), posizionato immediatamente a nord del raggruppamento P, è composto da 13 impressioni, la cui dimensione media del raggio misura 5 mm. Il *pattern* di distribuzione dei chiodi è simile ai precedenti con i chiodi allineati su una serie di file.

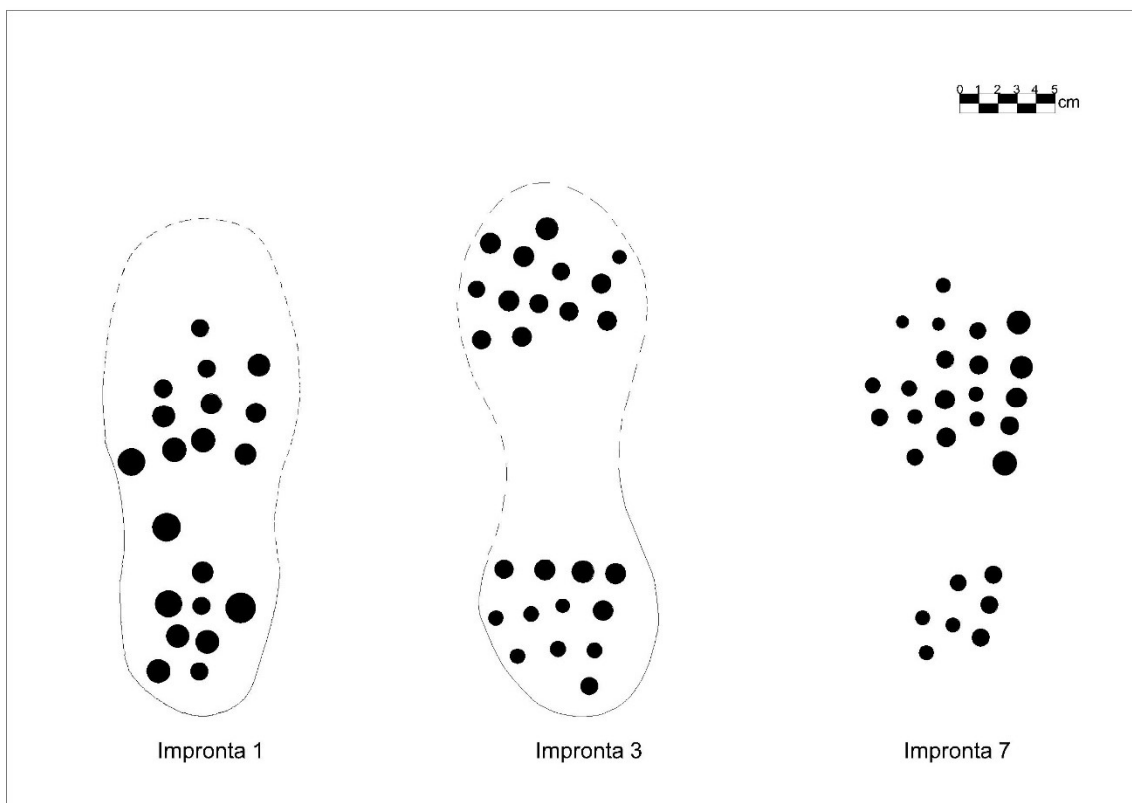


Figura 79 I tre raggruppamenti di impressioni che hanno restituito un'impronta della suola chiodata quasi del tutto completa e sufficientemente distinguibile nella sua forma. La linea continua indica i bordi della suola quando è stato possibile individuarne una traccia sulla malta, mentre la linea tratteggiata è una ricostruzione ideale del resto dei bordi della suola.

In una prima fase di studio erano stati selezionati diversi raggruppamenti che potenzialmente avrebbero potuto restituire un'impronta completa, ma successivamente,

dopo un'analisi più approfondita, sono stati selezionati solo 3 dei raggruppamenti precedentemente osservati, a causa del loro stato di conservazione migliore. Questi 3 raggruppamenti (Fig. 79) hanno mantenuto la loro numerazione 1, 3 e 7 originaria per praticità e sono stati chiamati col termine "impronta", dal momento che restituiscono la forma quasi del tutto completa di una suola e tutti e tre sono differenti l'uno dall'altro.

Il primo raggruppamento corrisponde all'Impronta 1 (Fig. 81, Fig. 93). Il secondo raggruppamento è stato nominato "Impronta 3" (Fig. 82, Fig. 94) ed è l'impronta che si posiziona più a sud di tutte, ad eccezione dell'Impronta 1, condividendo con essa il posizionamento sulla striscia esterna del muro che guarda ad ovest; l'Impronta 3 è composta da 25 impressioni e si sviluppa, per quanto è rimasto conservato, in lunghezza per circa 25,4 cm, corrispondente circa a minimo un numero 40 di scarpa moderna, quindi il piede molto probabile di un uomo adulto. La media delle misure del raggio delle impressioni corrisponde a 5 mm. I chiodi sulla suola erano distribuiti nelle due estremità del piede, 12 in un'estremità e 13 nell'altra, lasciando perciò sguarnita la parte centrale della scarpa, anche se rimane aperta l'ipotesi che, forse a causa di una forza di impressione minore, i chiodi della parte centrale non abbiano lasciato traccia. Simile al caso dell'impronta 1, anche nell'impronta 3 è presente una serie di chiodi che si distribuisce sui bordi della suola, mentre l'interno della suola dell'impronta 3 non segue un *pattern* preciso di distribuzione di chiodi ma esibisce una concentrazione fitta di essi. Similmente all'Impronta 1, ma in modo molto meno pronunciato, è possibile notare che parte del bordo della suola dell'Impronta 3 si è conservata. L'altro raggruppamento, denominato "Impronta 7" (Fig. 83, Fig. 95), si posiziona a circa 35 cm più a nord dell'unico mattone trovato *in situ* del muro radiale, ed è situato anch'esso, come le altre due impronte, sulla striscia esterna che si affaccia ad ovest. L'impronta è costituita da 30 chiodi, e come nel caso dell'Impronta 3, i chiodi si distribuiscono sulle due estremità, con una concentrazione più fitta su una, 23 chiodi, e minore sull'altra, solo 7. La misura media del raggio delle impressioni è di 4 mm. Come nei due casi precedenti l'Impronta 7 mostra una serie di chiodi che si colloca sul bordo della suola, mentre la distribuzione dei chiodi nella parte interna della suola ricorda più l'Impronta 1 rispetto all'Impronta 3; i chiodi infatti nella parte interna della suola si distribuivano su quattro linee in una estremità, mentre nell'altra estremità solamente su una linea. L'impronta si sviluppa in lunghezza per 21 cm per quanto ne conosciamo, ma probabilmente doveva presentare una lunghezza simile a quella dell'Impronta 3.

Queste tre impronte sono state prese come riferimento per il lavoro di sovrapposizione (Figura 84, Tabella 3) al fine di cercare di comprendere se, all'interno dei raggruppamenti rimanenti, che non si configuravano come impronte complete, potessero distinguersi ulteriori impronte appartenenti a suole diverse che si differenziassero dalle tre già individuate o se, al contrario, appartenessero a una delle tre suole prese come riferimento. In questa fase è stato deciso di ridurre a tre ordini di grandezza le dimensioni delle impressioni: le impressioni che avevano un raggio di 3 e 4 mm sono state approssimate con un raggio di 3,5 mm, quelle con un raggio di 5 e 6 mm con uno di 5,5 mm e infine quelle con un raggio di 7 e 8 mm con un raggio di 7,5 mm. Il motivo di questa scelta riguarda la modalità con cui sono state lasciate le impronte sulla malta. Infatti le misure delle impressioni lasciate possono non essere una controparte fedele della misura reale dei chiodi che erano presenti sulla suola, sia perché la malta in fase di essiccamento può averle leggermente modificate, sia perché può esserci stato un leggero slittamento della scarpa durante la fase di calpestio che ne ha modificato la forma. Con questo accorgimento quindi si cerca di contrastare la distorsione che può aver afflitto la misura delle impressioni. Inoltre sono state considerate per buone solo le sovrapposizioni che mostravano una coincidenza di disposizione e di distanza delle impressioni di chiodi superiore al 50% dell'impronta che si andava a confrontare di volta in volta con quella di riferimento, per essere sicuri che la sovrapposizione non fosse dovuta a una semplice casualità. I risultati delle sovrapposizioni sono i seguenti:

- Il raggruppamento A ha trovato un riscontro di 6 coincidenze di chiodi su 9 totali (66%) con l'impronta 7, con però una delle impressioni del raggruppamento A che risulta fortemente slittata rispetto all'impressione corrispondente sull'impronta 7 (Figura 85a);
- Il raggruppamento B ha trovato un riscontro di 8 coincidenze di chiodi su 11 totali (72%) con l'impronta 3 (Figura 85b);
- Il raggruppamento C ha trovato un riscontro di 6 coincidenze di chiodi su 22 totali (27%) con l'impronta 3 (Figura 86a);
- Il raggruppamento DE ha trovato un riscontro di 6 coincidenze di chiodi su 26 totali (23%) con l'impronta 3 (Figura 86b);
- Il raggruppamento F ha trovato un riscontro di 4 coincidenze di chiodi su 11 totali (36%) con l'impronta 3 (Figura 87a);

- Il raggruppamento G ha trovato un riscontro di 11 coincidenze di chiodi su 19 totali (57%) con l'impronta 3 (Figura 87b);
- Il raggruppamento I ha trovato un riscontro di 7 coincidenze di chiodi su 19 totali (36%) con l'impronta 7. Nonostante in questo caso non sia stato raggiunto il minimo di 50% di sovrapposizione, si considera una sovrapposizione valida, infatti 8 delle 19 impressioni si ritrovano nella parte centrale della suola dove non è rimasta traccia di impressioni di chiodi e non è possibile agire per sovrapposizioni. Inoltre il raggruppamento I si trova a circa 10 cm di distanza dall'impronta 7, quindi è molto probabile che a lasciare questi 2 segni sul terreno sia stata la stessa suola (Figura 88a);
- Il raggruppamento L ha trovato un riscontro di 12 coincidenze di chiodi su 19 totali (63%) con l'impronta 3 (Figura 88b);
- Il raggruppamento M ha trovato un riscontro di 6 coincidenze di chiodi su 7 totali (85%) con l'impronta 7 (Figura 89a);
- Il raggruppamento N ha trovato un riscontro di 4 coincidenze di chiodi su 6 totali (66%) con l'impronta 3 (Figura 89b);
- Il raggruppamento O ha trovato un riscontro di 6 coincidenze di chiodi su 6 totali (100%) con l'impronta 7 (Figura 90a);
- Il raggruppamento P ha trovato un riscontro di 8 coincidenze di chiodi su 17 totali (47%) con l'impronta 7 (Figura 90b);
- Il raggruppamento Q ha trovato un riscontro di 9 coincidenze di chiodi su 13 totali (69%) con l'impronta 3 (Figura 91a);
- Il raggruppamento RS ha trovato un riscontro di 8 coincidenze di chiodi su 25 totali (32%) con l'impronta 7. In questo caso particolare si è deciso di convalidare la sovrapposizione perché nel raggruppamento sono chiaramente individuabili due impronte diverse (Figura 91b);
- Il raggruppamento TU ha trovato un riscontro di 6 coincidenze di chiodi su 26 totali (23%) con l'impronta 3. Anche in questo caso il raggruppamento è caratterizzato da due impronte diverse ma, a differenza del raggruppamento RS, per il raggruppamento TU non è possibile scomporre, in una maniera che non sia arbitraria, le impronte che formano il raggruppamento (Figura 92).

I risultati ottenuti con queste sovrapposizioni verranno discussi nel prossimo capitolo. Di seguito una tabella riassuntiva (Tabella 3) delle sovrapposizioni con le scritte in grassetto che evidenziano le sovrapposizioni valide secondo i parametri decisi a priori.

Tabella 3 Risultati delle sovrapposizioni delle tre impronte note sui vari raggruppamenti di impressioni (coincidenze di singole impressioni rispetto al totale)

Impronta di riferimento/Raggruppamento	Impronta 1	Impronta 3	Impronta 7
Raggruppamento A			6/9 (66%)
Raggruppamento B		8/11 (72%)	
Raggruppamento C		6/22 (27%)	
Raggruppamento DE		6/26 (23%)	
Raggruppamento F		4/11 (36%)	
Raggruppamento G		11/19 (57%)	
Raggruppamento I			7/19 (36%)
Raggruppamento L		12/17 (63%)	
Raggruppamento M			6/7 (85%)
Raggruppamento N		4/6 (66%)	
Raggruppamento O			6/6 (100%)
Raggruppamento P			8/17 (47%)
Raggruppamento Q		9/13 (69%)	
Raggruppamento RS			8/25 (32%)
Raggruppamento TU		6/26 (23%)	

La percentuale minima del 50% di coincidenza di disposizione e distanza delle impressioni di chiodi è stata rinvenuta in 10 dei 15 casi analizzati. Come si può notare l'impronta 1 non ha trovato corrispondenze con i raggruppamenti, a netto dei 5 trovati sia per l'impronta 3 che per l'impronta 7. I raggruppamenti (B, G, L, N e Q) che hanno trovato una sovrapposizione valida con l'Impronta 3 sono distribuiti su tutta l'area in cui sono state rinvenute le impronte. I raggruppamenti (I, M, O, RS) che hanno trovato una sovrapposizione valida con l'Impronta 7 si concentrano maggiormente nella porzione nord dell'area studiata, ad eccezione del raggruppamento A, che si trova nella porzione sud dell'area indagata. Il riscontro di sovrapposizioni non valide è avvenuto nella maggior parte dei casi in cui i raggruppamenti erano costituiti da due o più impronte sovrapposte, come nei Raggruppamenti C, DE e TU, e quindi di più difficile lettura. Nel caso dei raggruppamenti F e P invece le coincidenze di disposizione dei chiodi non hanno superato la percentuale di validità prestabilita per garantirne la validità.

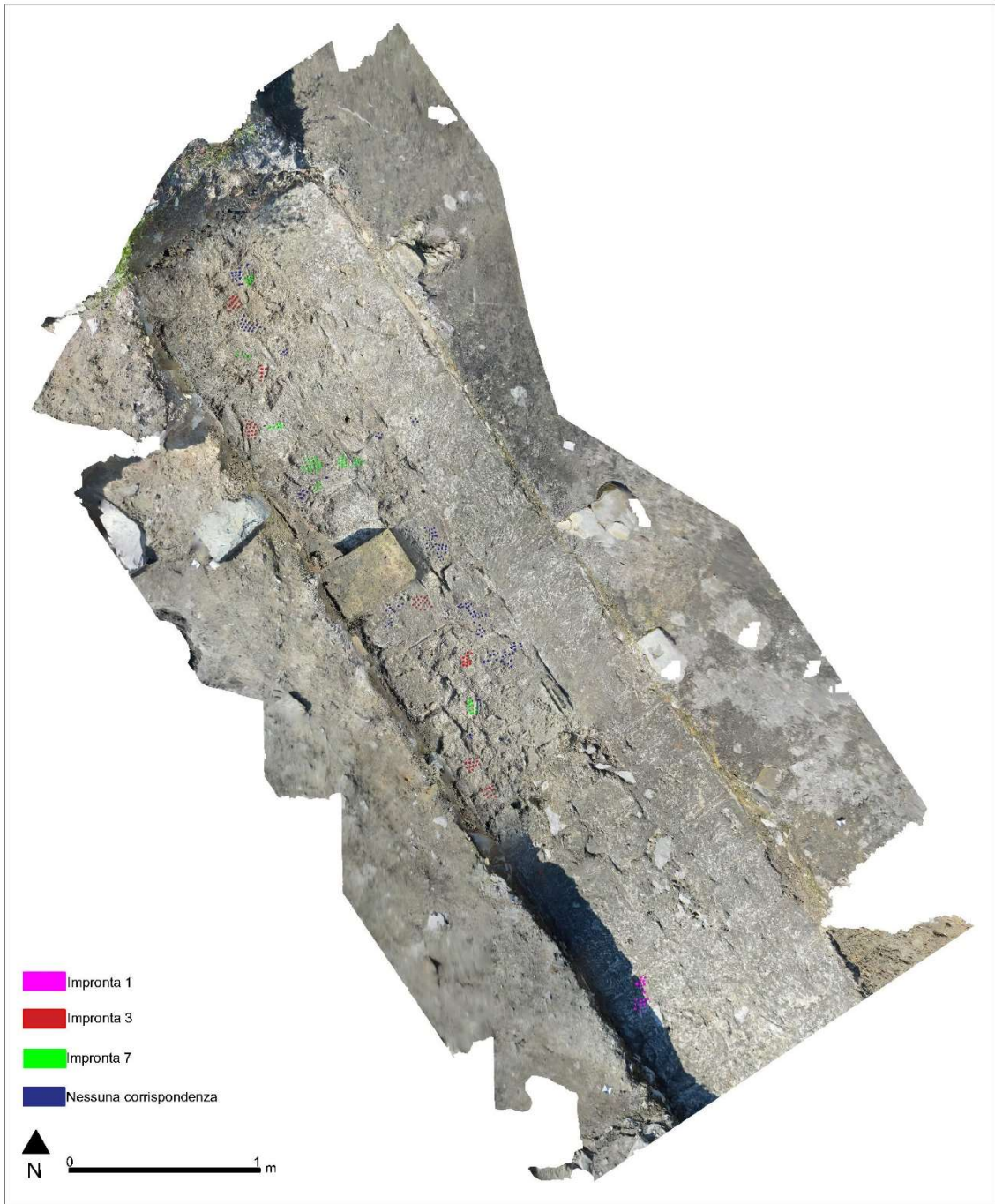


Figura 80 Aquileia, teatro romano (saggio 3): ortofoto della porzione nord del secondo muro radiale esterno. Le impressioni sono state evidenziate con diversi colori in base ai risultati della sovrapposizione. (Rielaborazione del rilievo di Simone Berto)



Figura 81 Aquileia, teatro romano: Impronta 1



Figura 82 Aquileia, teatro romano: Impronta 3



Figura 83 Aquileia, teatro romano: Impronta 7

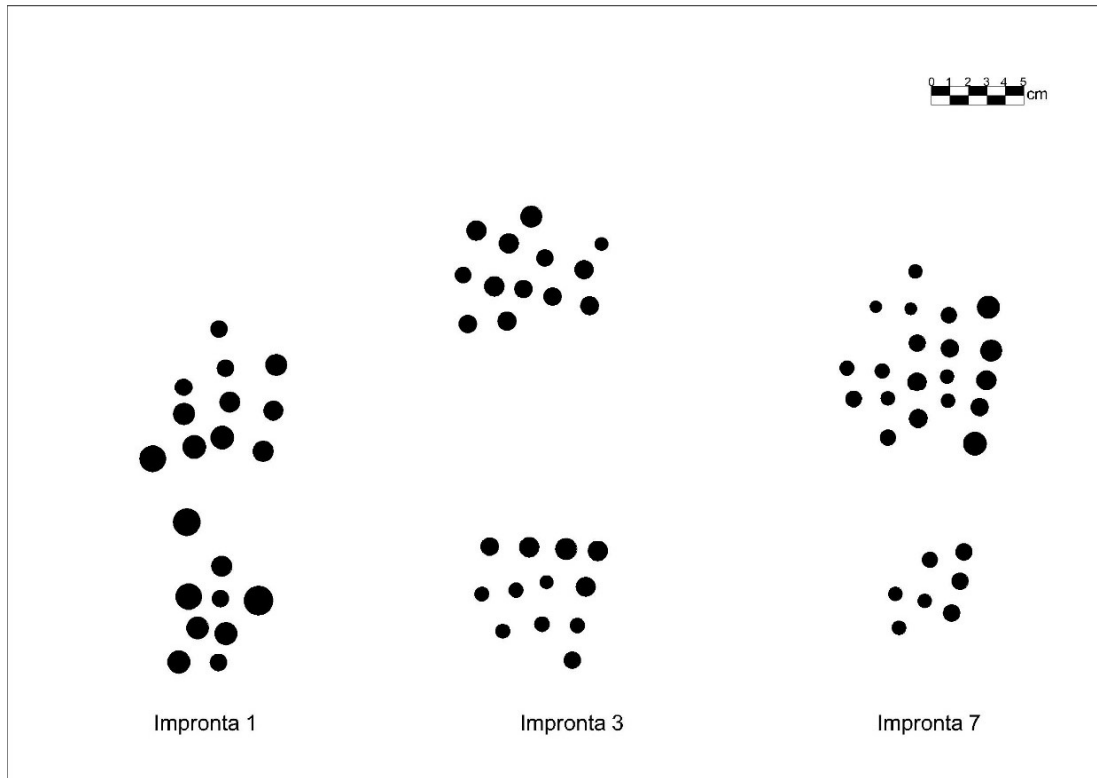


Figura 84 I tre raggruppamenti di impressioni che ci hanno restituito un'impronta della suola chiodata quasi del tutto completa e sono stati presi come modello di riferimento per le procedure di sovrapposizione.

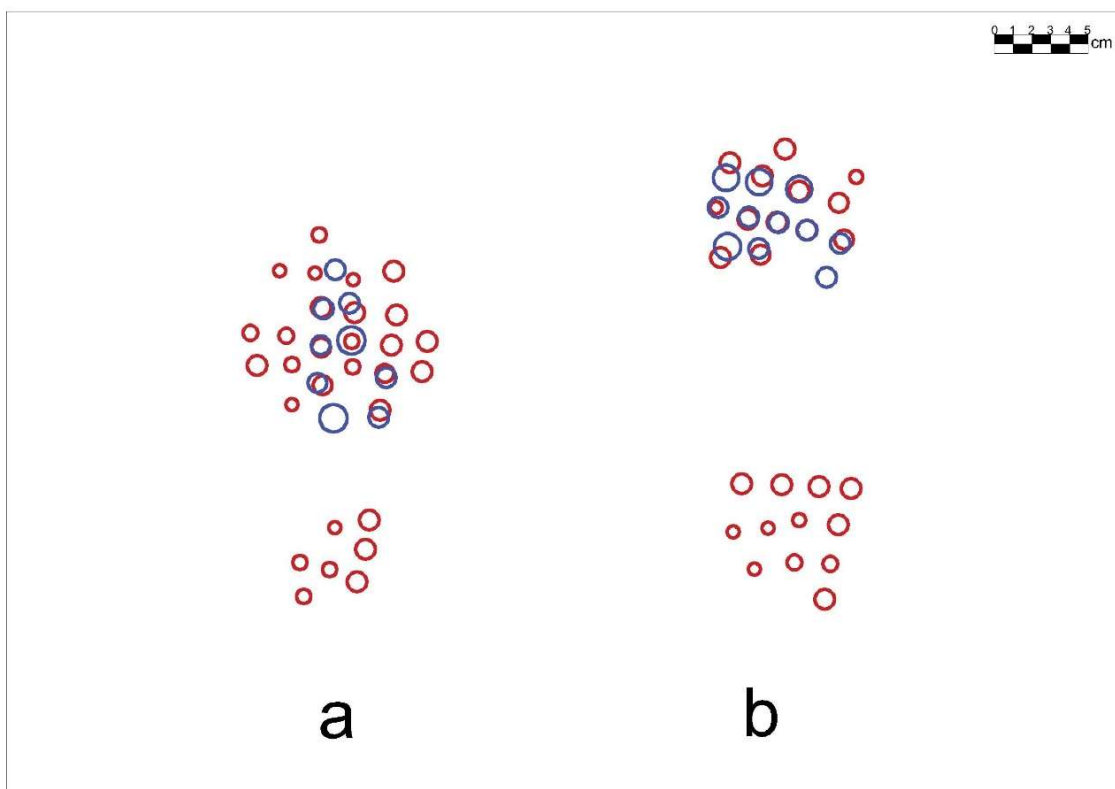


Figura 85 a) Sovrapposizione Raggruppamento A (cerchi blu), su Impronta 7 (cerchi rossi), b) Sovrapposizione Raggruppamento B (cerchi blu) su Impronta 3 (cerchi rossi)

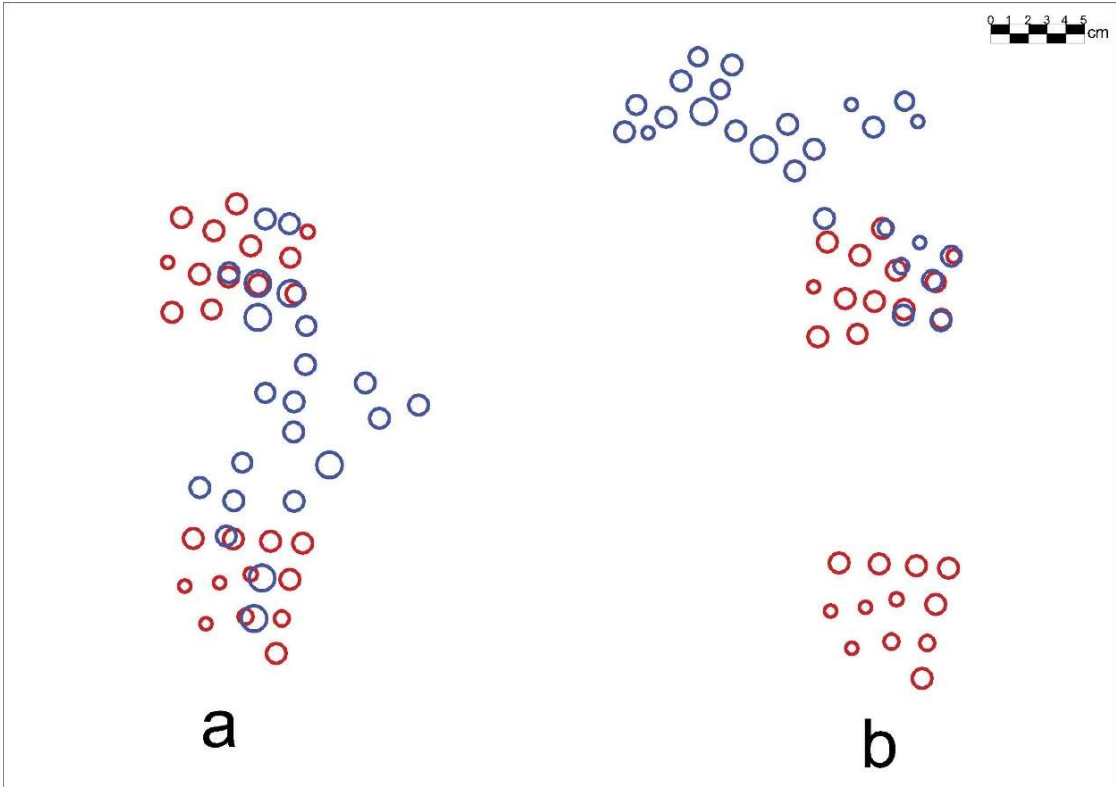


Figura 86 a) Sovrapposizione Raggruppamento C (cerchi blu) su Impronta 3 (cerchi rossi), b) Sovrapposizione Raggruppamento DE (cerchi blu) su Impronta 3 (cerchi rossi)

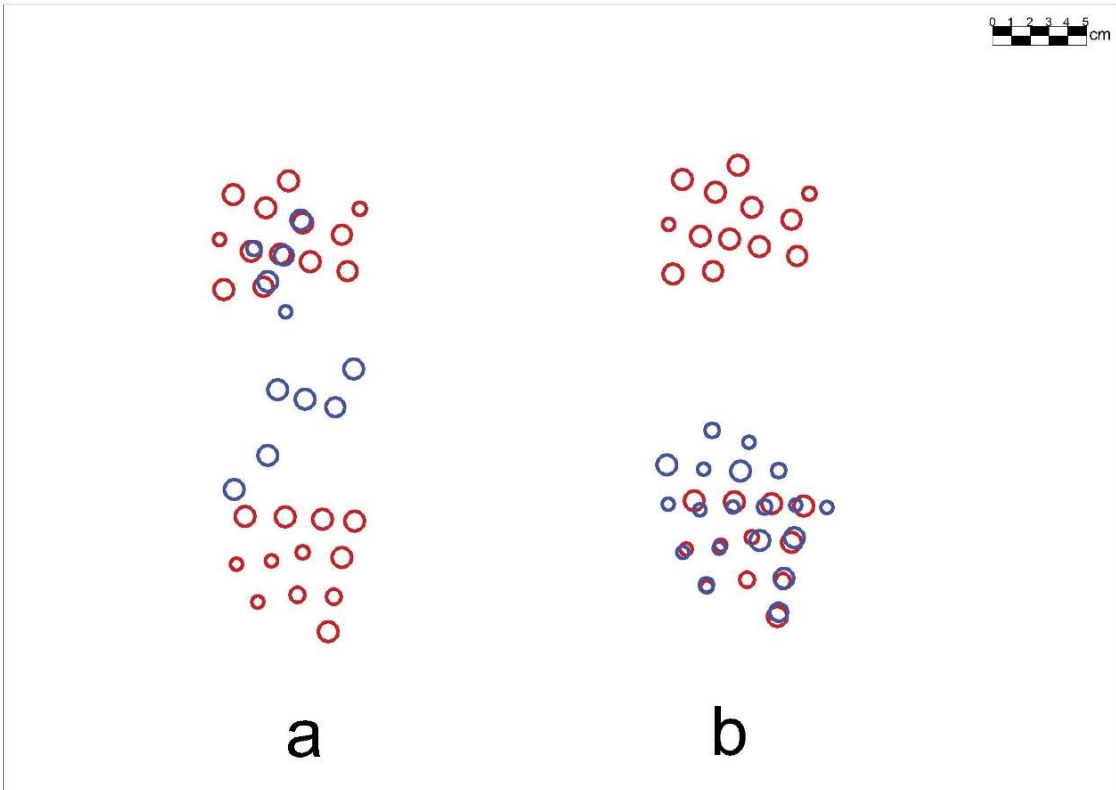


Figura 87 a) Sovrapposizione Raggruppamento F (cerchi blu) su Impronta 3 (cerchi rossi) b) Sovrapposizione Raggruppamento G (cerchi blu) su Impronta 3 (cerchi rossi)

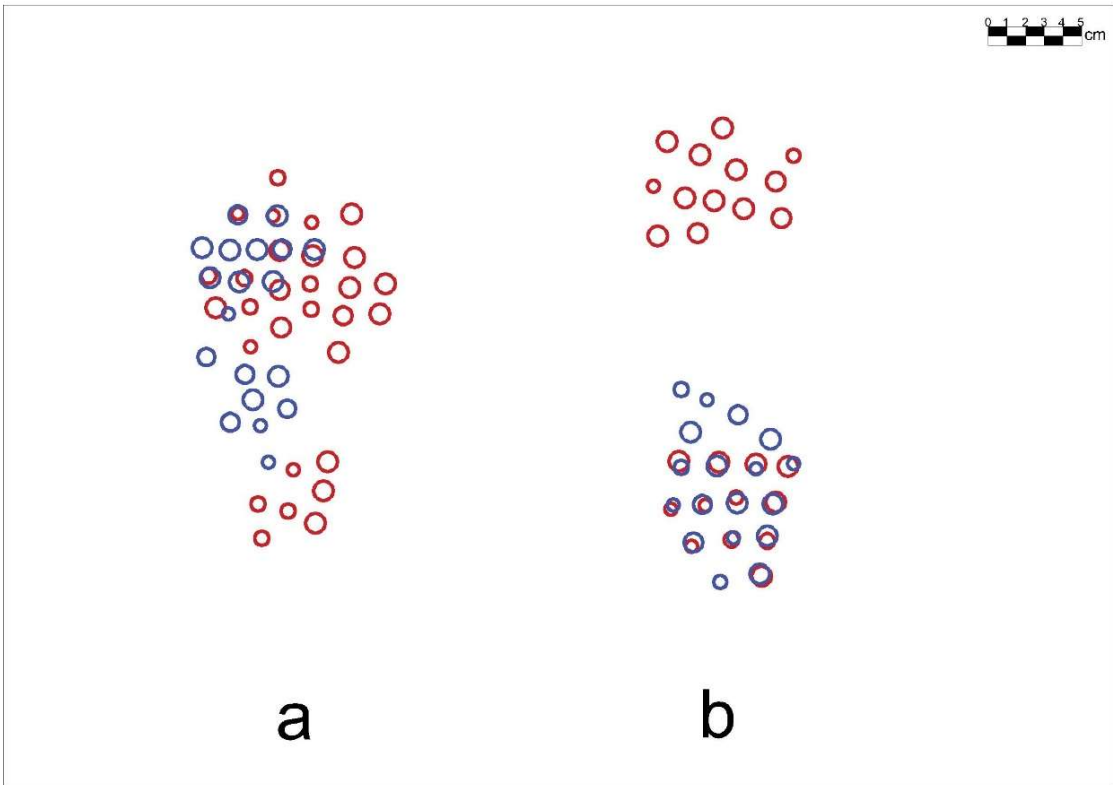


Figura 88 a) Sovrapposizione Raggruppamento 1 (cerchi blu) su Impronta 7 (cerchi rossi) b) Sovrapposizione Raggruppamento L (Cerchi blu) su Impronta 3 (cerchi rossi)

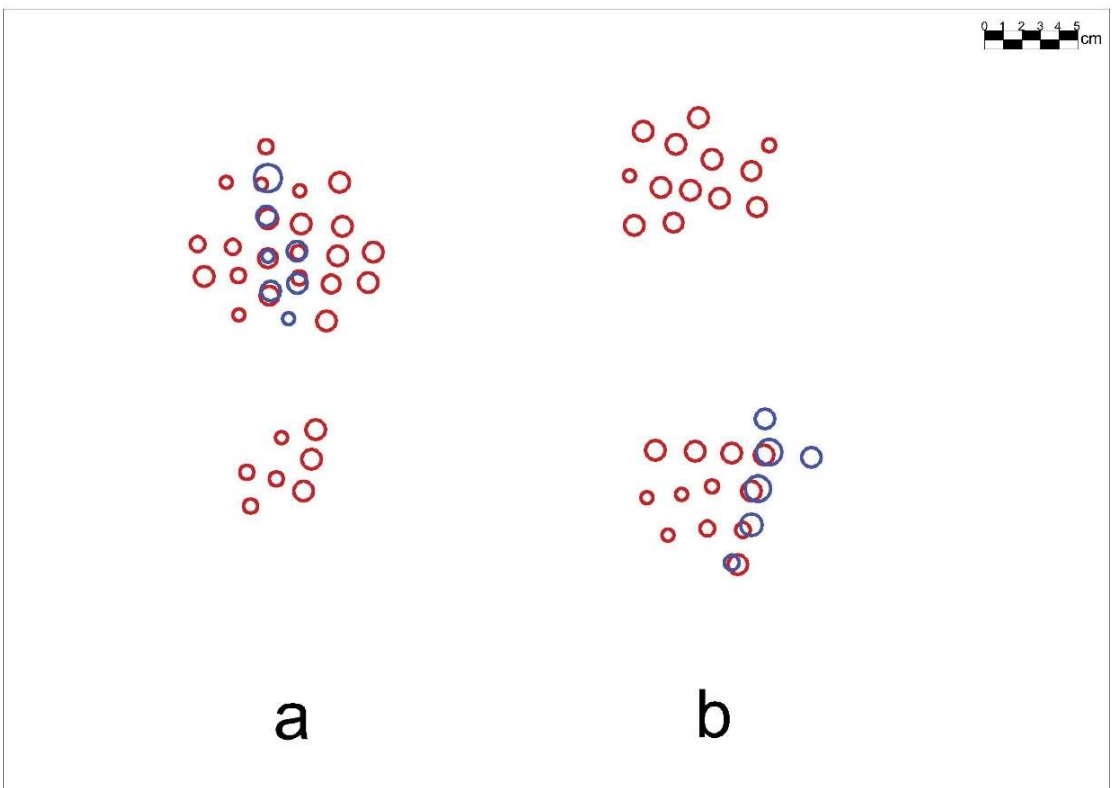


Figura 89 a) Sovrapposizione Raggruppamento M (cerchi blu) su Impronta 7 (cerchi rossi) b) Sovrapposizione Raggruppamento N (cerchi blu) su Impronta 3 (cerchi rossi)

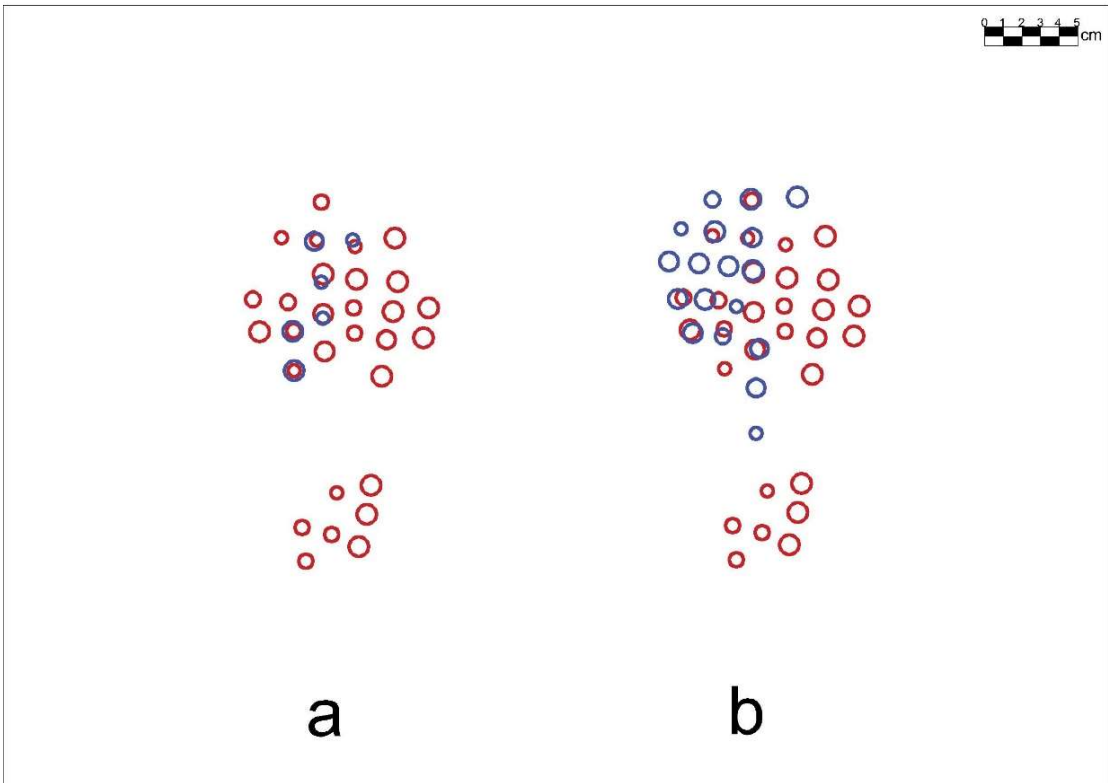


Figura 90 a) Sovrapposizione Raggruppamento O (cerchi blu) su Impronta 7 (cerchi rossi) b) Sovrapposizione Raggruppamento P (cerchi blu) su Impronta 7 (cerchi rossi)

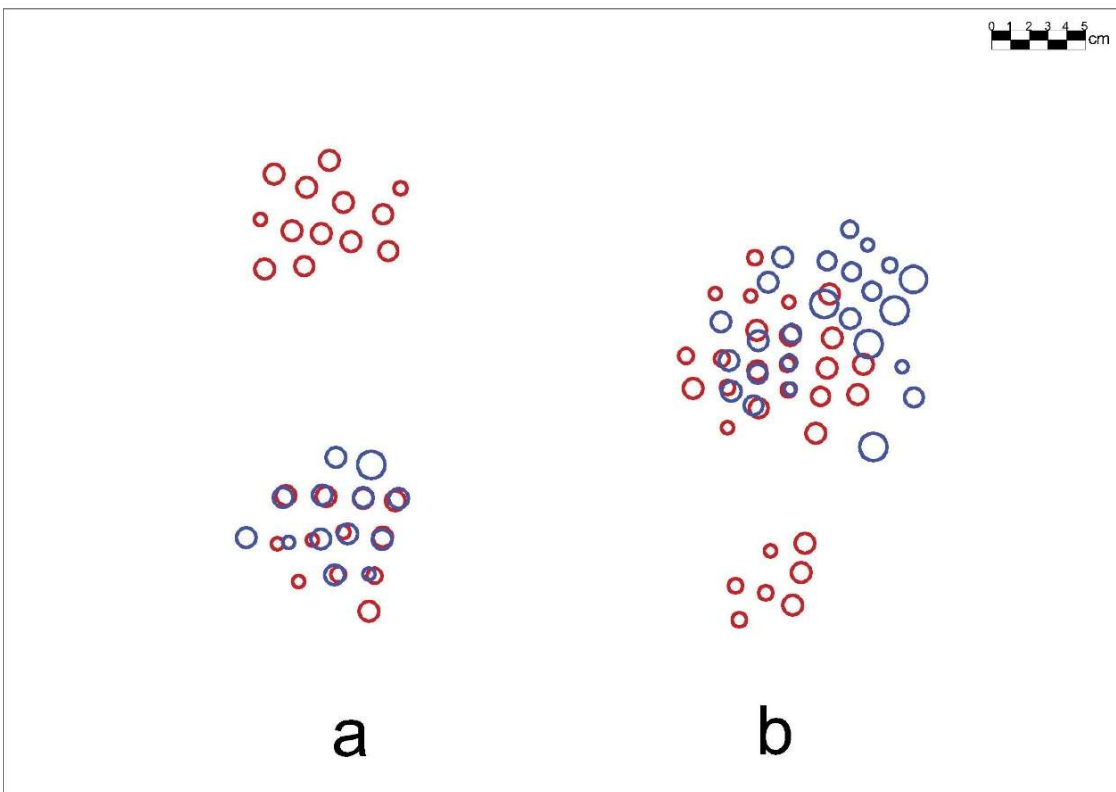


Figura 91 a) Sovrapposizione Raggruppamento Q (cerchi blu) su Impronta 3 (cerchi rossi) b) Sovrapposizione Raggruppamento RS (cerchi blu) su Impronta 7 (cerchi rossi)

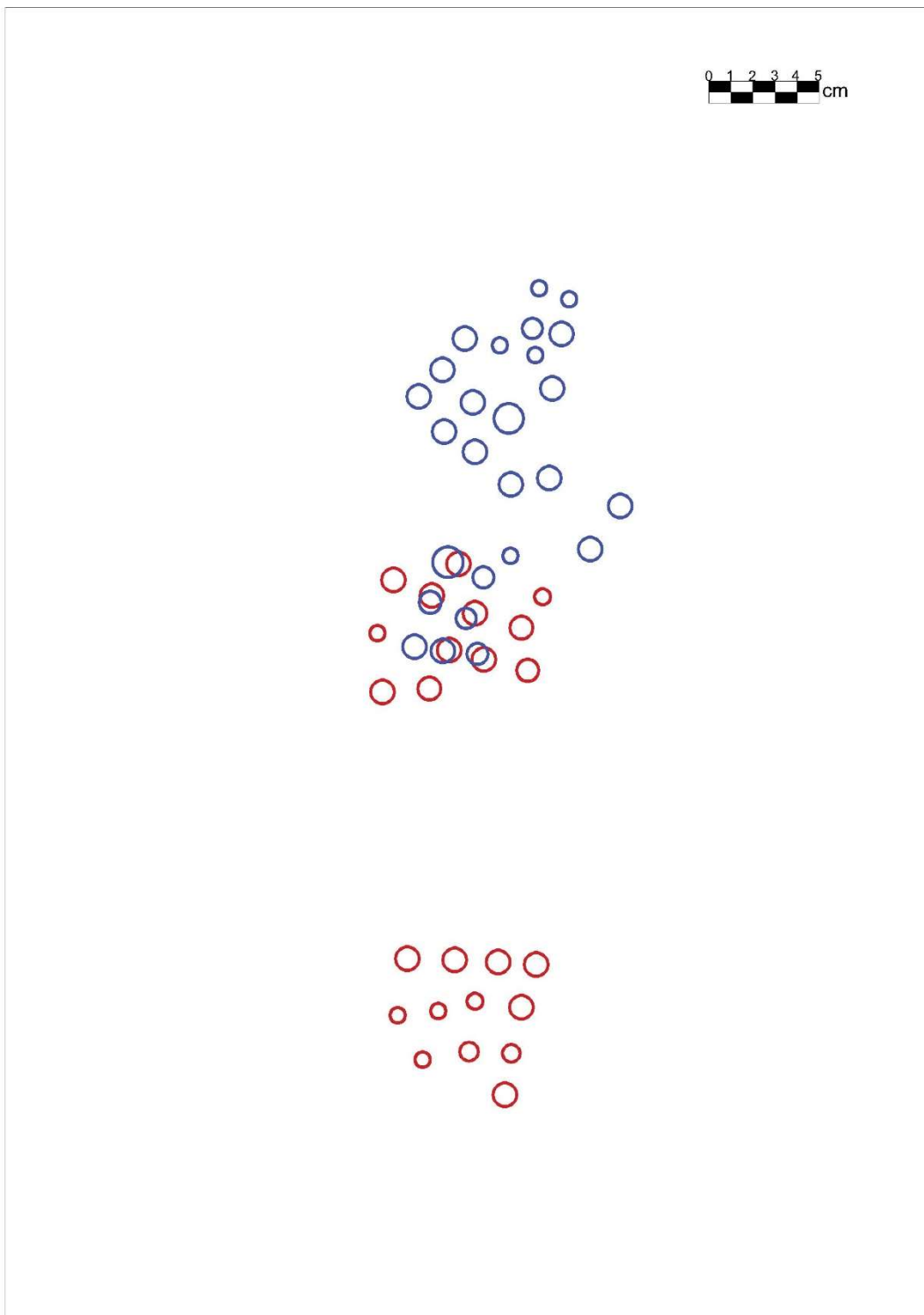


Figura 92 Sovrapposizione Raggruppamento TU (cerchi blu) su Impronta 3 (cerchi rossi)

Appendice. Raggio delle impressioni e distanze tra impressioni adiacenti (da centro a centro)

Tabella 4 Impronta 1

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,5 cm	1 2	2,2 cm
2	0,6 cm	1 3	1,6 cm
3	0,6 cm	2 4	2,1 cm
4	0,6 cm	3 6	1,9 cm
5	0,8 cm	4 7	1,8 cm
6	0,5 cm	5 6	2,1 cm
7	0,7 cm	6 7	1,8 cm
8	0,6 cm	6 8	1,8 cm
9	0,8 cm	7 9	4,1 cm
10	0,6 cm	9 12	4,2 cm
11	0,6 cm	10 11	2,4 cm
12	0,6 cm	10 14	2,3 cm
13	0,7 cm	11 12	1,6 cm
14	0,5 cm	11 15	2,0 cm
15	0,6 cm	12 13	2,4 cm
16	0,6 cm	12 16	1,9 cm
17	0,6 cm	14 15	2,4 cm
18	0,5 cm	14 17	2,6 cm
19	0,5 cm	15 16	2,6 cm
20	0,5 cm	15 18	1,9 cm
		16 19	1,5 cm
		17 18	2,8 cm
		18 19	2,5 cm
		18 20	2,2 cm

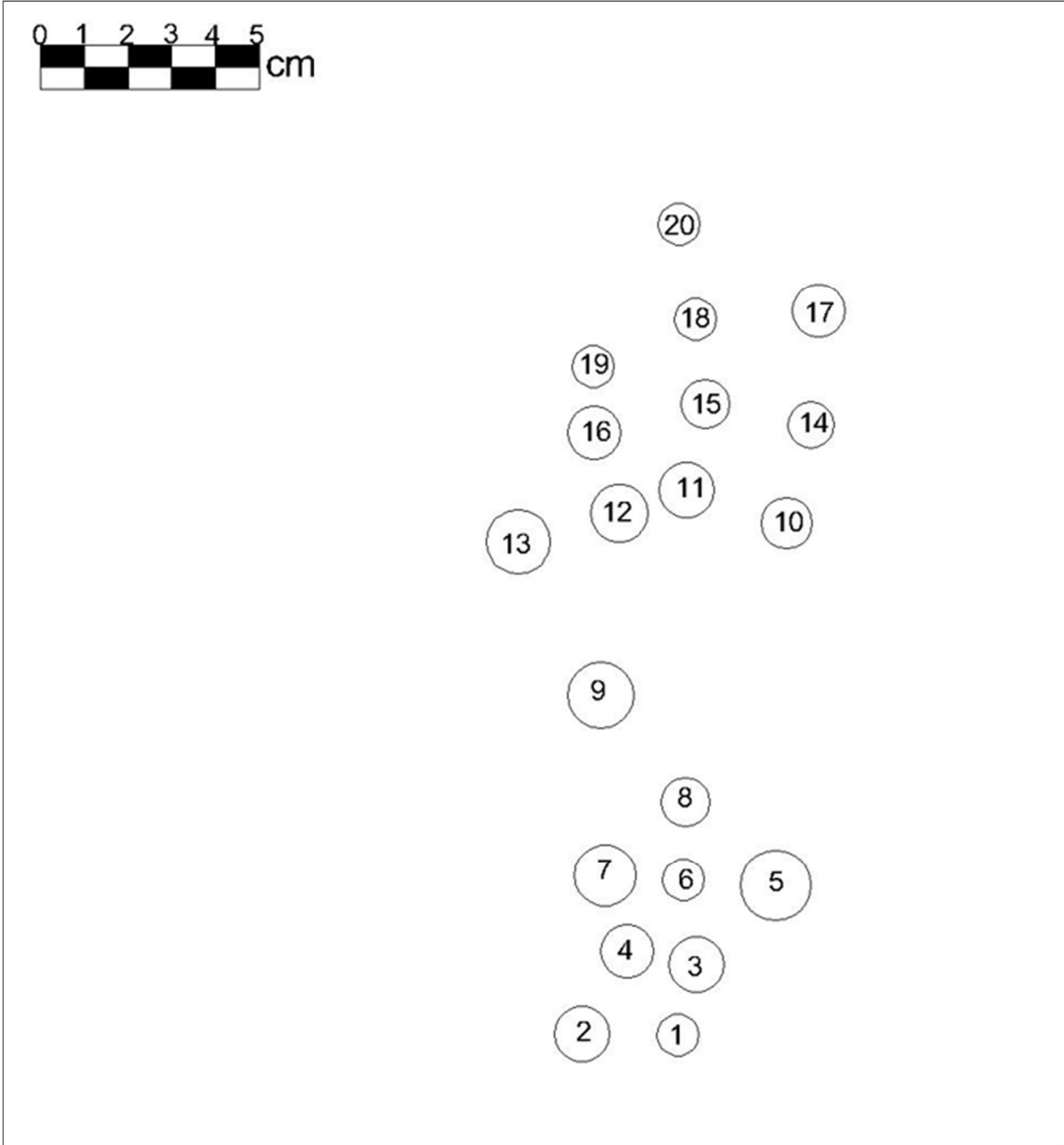


Figura 93 Impronta 1

Tabella 5 Impronta 3

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,6 cm	1 6	1,9 cm
3	0,4 cm	3 8	1,7 cm
5	0,6 cm	5 6	1,9 cm
6	0,6 cm	5 9	2,5 cm
7	0,5 cm	6 7	2,1 cm
8	0,5 cm	6 10	2,5 cm
9	0,4 cm	7 8	2,2 cm
10	0,6 cm	7 11	2,0 cm
11	0,5 cm	8 12	2,2 cm
12	0,5 cm	8 13	2,0 cm
13	0,5 cm	9 10	1,8 cm
15	0,5 cm	9 15	2,7 cm
16	0,5 cm	10 11	1,6 cm
17	0,5 cm	10 16	2,0 cm
18	0,6 cm	11 12	1,6 cm
19	0,6 cm	11 16	1,9 cm
20	0,6 cm	12 13	2,1 cm
22	0,4 cm	15 16	2,1 cm
23	0,4 cm	17 18	2,1 cm
24	0,4 cm	17 22	2,6 cm
25	0,5 cm	18 19	2,0 cm
26	0,4 cm	18 23	2,4 cm
27	0,4 cm	19 20	1,7 cm
28	0,4 cm	19 24	2,1 cm
29	0,5 cm	20 25	2,0 cm
		22 23	1,9 cm
		22 26	2,3 cm
		23 24	1,7 cm
		23 26	2,3 cm
		24 25	2,1 cm
		24 27	2,3 cm
		25 28	2,1 cm
		26 27	2,1 cm
		27 28	1,9 cm
		28 29	1,9 cm

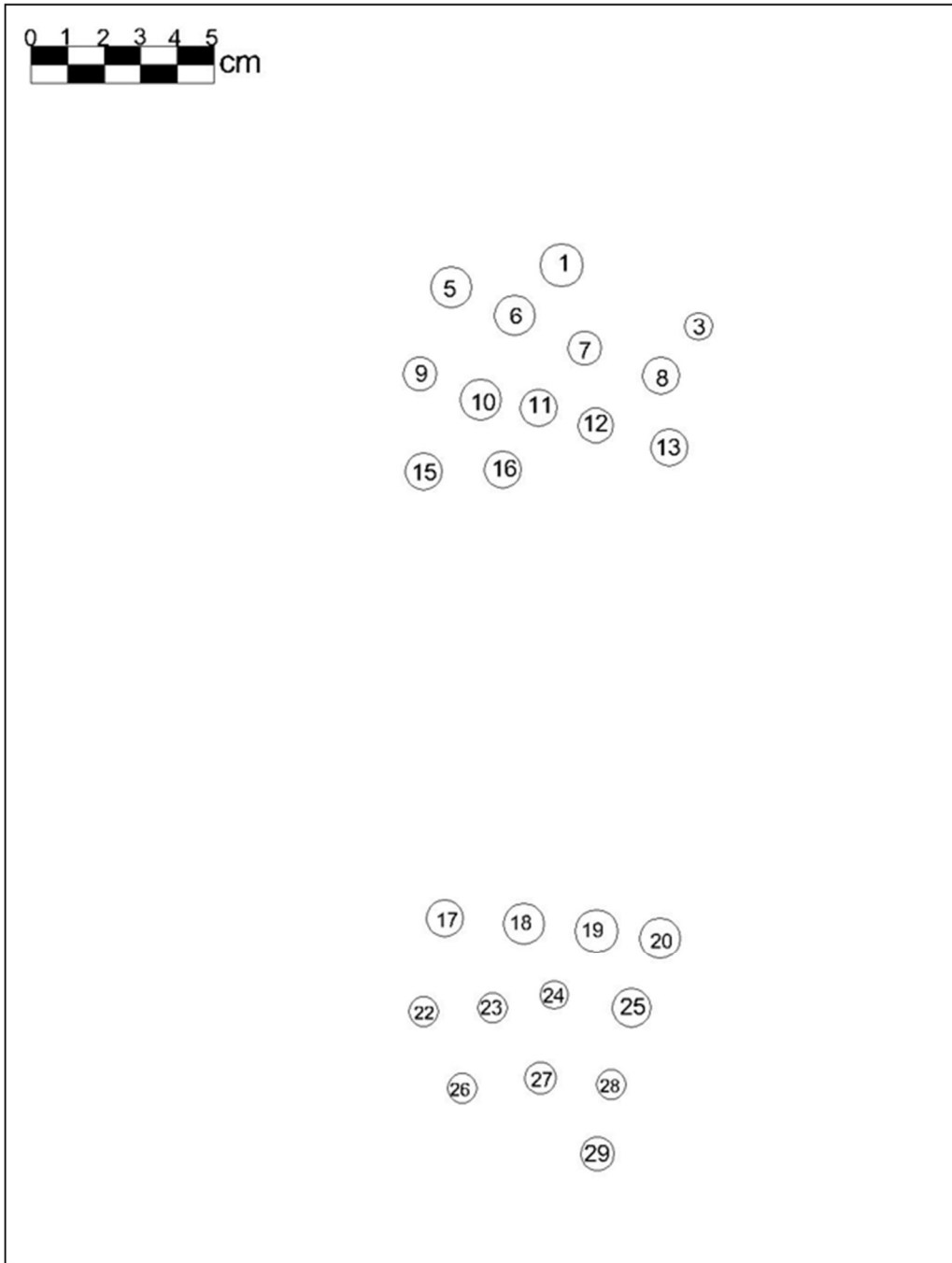


Figura 94 Impronta 3

Tabella 6 Impronta 7

N° chiodo	Raggio (cm)
1	0,4 cm
2	0,3 cm
3	0,3 cm
4	0,4 cm
5	0,6 cm
6	0,5 cm
7	0,5 cm
8	0,6 cm
9	0,4 cm
10	0,4 cm
11	0,5 cm
12	0,4 cm
13	0,5 cm
14	0,6 cm
15	0,5 cm
16	0,4 cm
17	0,4 cm
18	0,5 cm
19	0,6 cm
21	0,4 cm
22	0,5 cm
23	0,6 cm
24	0,5 cm
25	0,4 cm
26	0,5 cm
27	0,4 cm
28	0,4 cm
29	0,5 cm
30	0,4 cm

Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1 3	2,0 cm
2 3	1,9 cm
3 4	2,1 cm
3 6	1,9 cm
4 5	2,2 cm
4 7	1,8 cm
5 8	2,4 cm
6 7	1,8 cm
6 11	2,1 cm
7 8	2,2 cm
7 12	1,5 cm
8 13	1,6 cm
9 10	1,9 cm
9 15	1,8 cm
10 11	2,0 cm
10 16	1,6 cm
11 12	1,7 cm
11 22	2,0 cm
12 13	2,1 cm
12 17	1,4 cm
13 14	1,9 cm
13 18	1,5 cm
14 19	1,6 cm
17 18	1,7 cm
17 22	1,9 cm
18 19	2,0 cm
18 23	2,0 cm
21 22	1,9 cm
24 25	1,9 cm
24 26	1,6 cm
25 26	2,0 cm
26 29	1,8 cm
27 28	1,6 cm
27 30	1,8 cm
28 29	1,6 cm

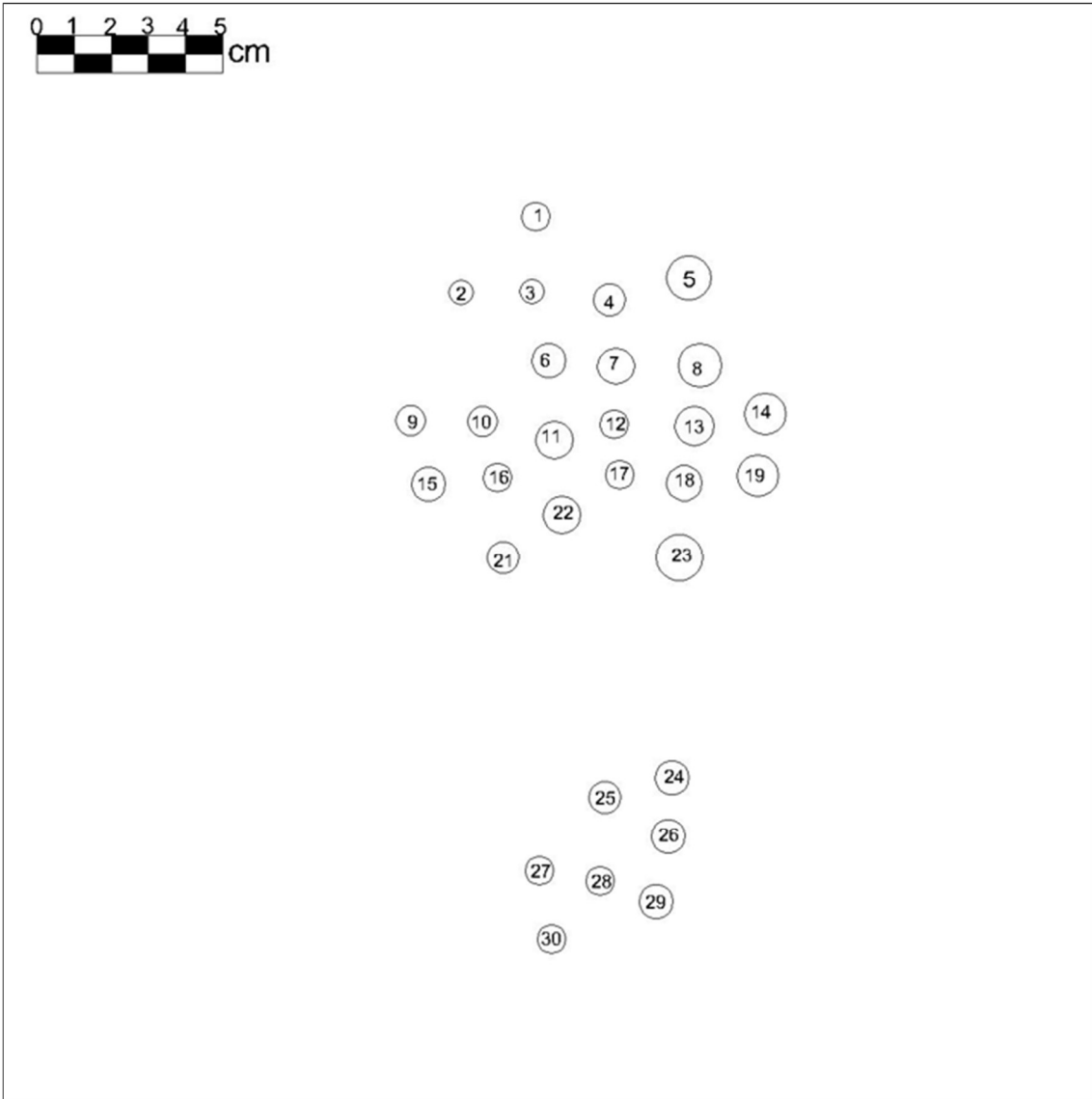


Figura 95 Impronta 7

Tabella 7 Raggruppamento A

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,5 cm	1 2	2,2 cm
2	0,6 cm	1 3	1,9 cm
3	0,6 cm	2 3	1,4 cm
4	0,4 cm	3 5	2,0 cm
5	0,7 cm	4 5	1,7 cm
6	0,5 cm	4 6	2,0 cm
7	0,6 cm	6 7	3,7 cm
8	0,8 cm	6 8	2,1 cm
9	0,6 cm	7 9	2,2 cm
		8 9	2,4 cm

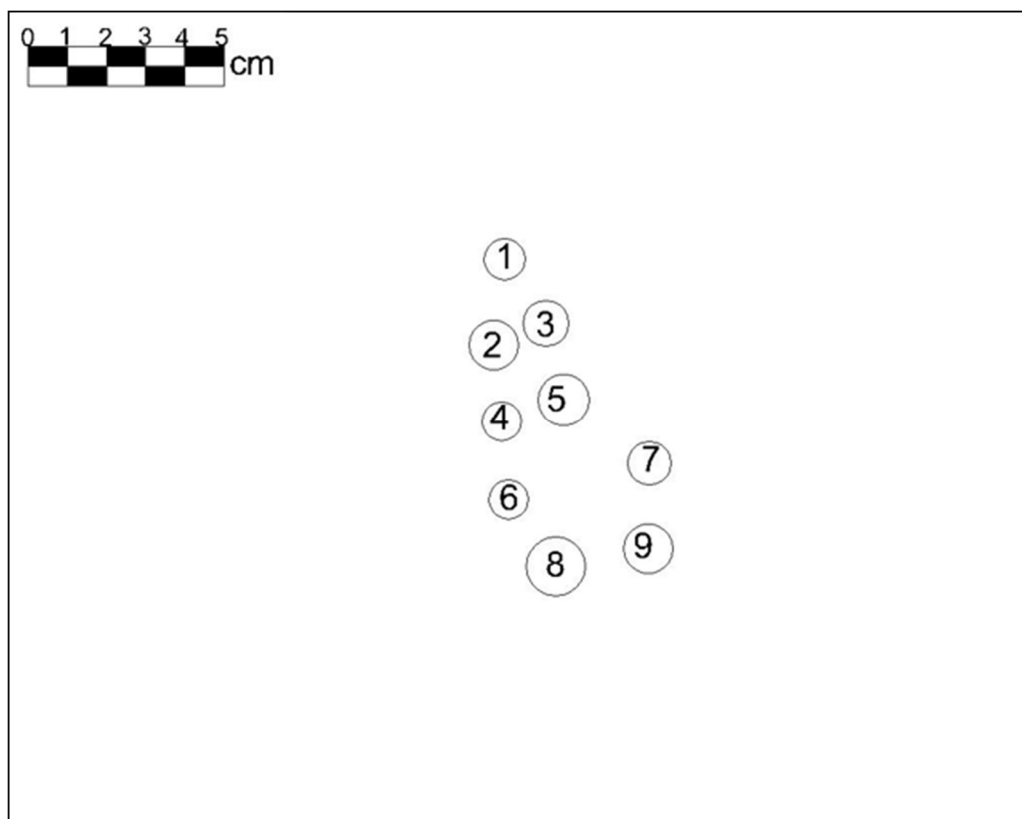


Figura 96 Raggruppamento A

Tabella 8 Raggruppamento B

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,7 cm	1 2	2,2 cm
2	0,7 cm	1 5	2,2 cm
3	0,7 cm	1 6	2,1 cm
4	0,6 cm	2 3	1,8 cm
5	0,6 cm	2 7	1,9 cm
6	0,6 cm	3 8	1,6 cm
7	0,6 cm	4 5	1,9 cm
8	0,6 cm	4 9	1,9 cm
9	0,6 cm	5 6	1,6 cm
10	0,6 cm	6 7	1,6 cm
11	0,7 cm	6 10	1,7 cm
		7 8	1,7 cm
		7 10	1,8 cm
		7 11	1,9 cm
		8 11	2,1 cm
		10 11	1,7 cm

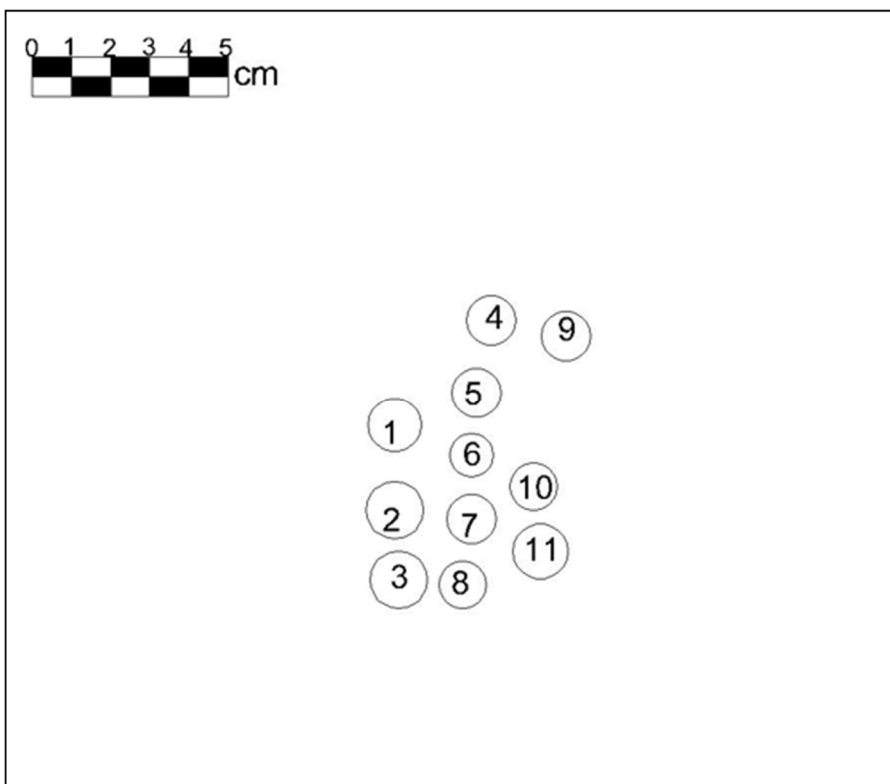


Figura 97 Raggruppamento B

Tabella 9 Raggruppamento C

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,7 cm	1 2	2,2 cm
2	0,7 cm	2 3	2,9 cm
3	0,6 cm	3 5	1,9 cm
4	0,5 cm	4 5	1,9 cm
5	0,5 cm	5 6	2,1 cm
6	0,5 cm	5 7	3,2 cm
7	0,6 cm	6 9	3,9 cm
8	0,5 cm	7 8	3,7 cm
9	0,5 cm	8 10	1,6 cm
10	0,5 cm	9 10	1,6 cm
11	0,6 cm	10 11	2,1 cm
12	0,5 cm	11 12	2,0 cm
13	0,6 cm	12 13	2,6 cm
14	0,7 cm	12 16	1,9 cm
15	0,7 cm	13 15	1,8 cm
16	0,7 cm	14 15	1,7 cm
17	0,5 cm	15 16	1,8 cm
18	0,6 cm	15 17	3,5 cm
A	0,7 cm	16 18	3,7 cm
B	0,6 cm	17 18	1,3 cm
C	0,6 cm	A B	3,7 cm
D	0,6 cm	B C	2,0 cm
		B D	2,2 cm

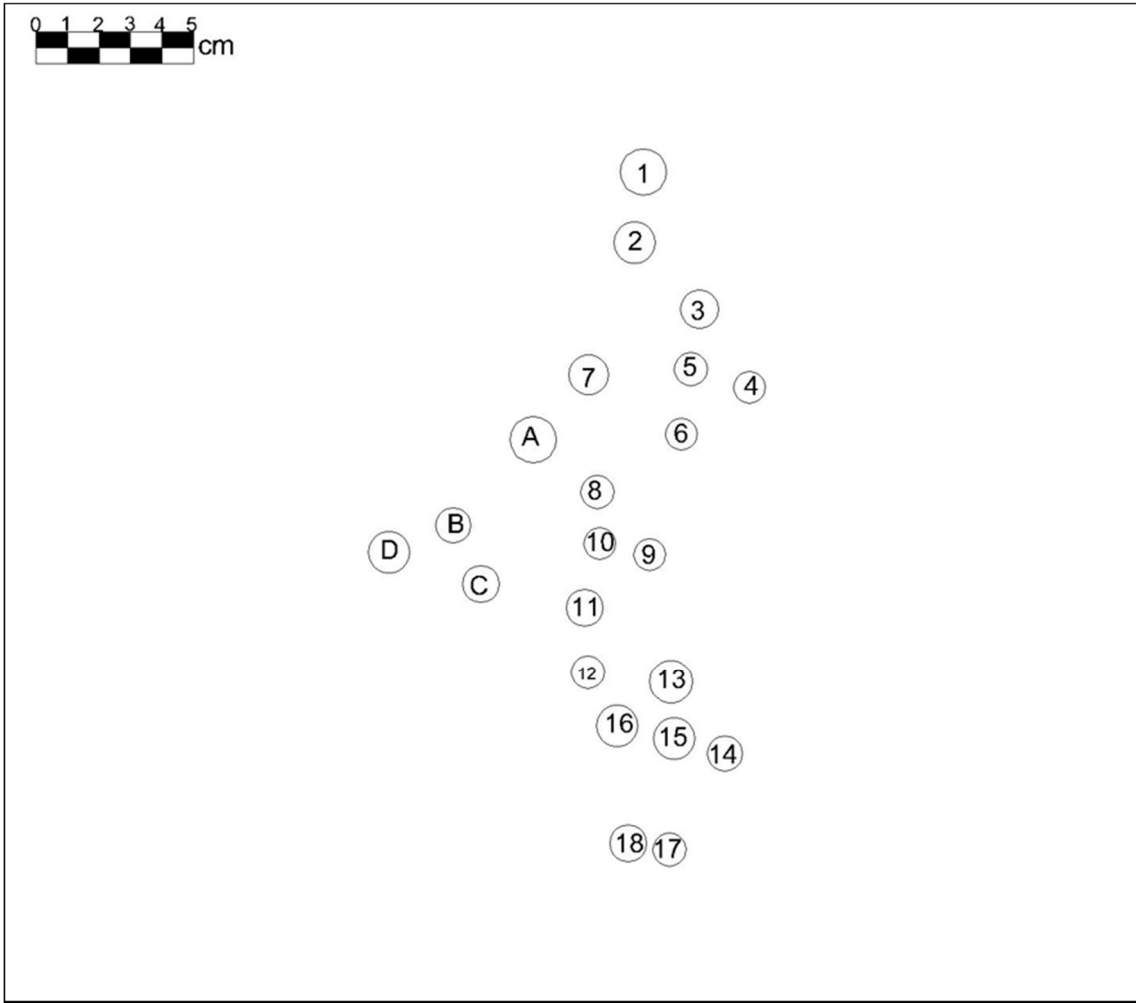


Figura 98 Raggruppamento C

Tabella 10 Raggruppamento DE

N° chiodo	Raggio (cm)
1	0,6 cm
2	0,5 cm
3	0,4 cm
4	0,5 cm
5	0,6 cm
6	0,5 cm
7	0,7 cm
8	0,5 cm
9	0,6 cm
10	0,6 cm
11	0,7 cm
12	0,6 cm
13	0,6 cm
14	0,6 cm
15	0,6 cm
16	0,4 cm
17	0,4 cm
18	0,4 cm
19	0,6 cm
20	0,5 cm
21	0,5 cm
22	0,6 cm
A	0,4 cm
B	0,6 cm
C	0,5 cm
D	0,4 cm

Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1 2	1,6 cm
1 3	1,3 cm
2 4	1,7 cm
3 4	1,3 cm
4 5	2,1 cm
5 6	1,6 cm
5 7	2,0 cm
6 8	2,1 cm
6 9	1,9 cm
7 8	1,5 cm
7 10	2,0 cm
8 9	1,5 cm
10 11	1,8 cm
11 12	1,8 cm
11 13	2,0 cm
12 14	1,9 cm
13 14	1,6 cm
13 15	3,0 cm
15 16	3,3 cm
16 18	2,0 cm
17 18	1,6 cm
17 20	1,8 cm
18 21	1,8 cm
19 20	2,4 cm
19 22	2,0 cm
20 21	1,6 cm
14 A	3,1 cm
A B	1,7 cm
B C	2,1 cm
C D	1,3 cm

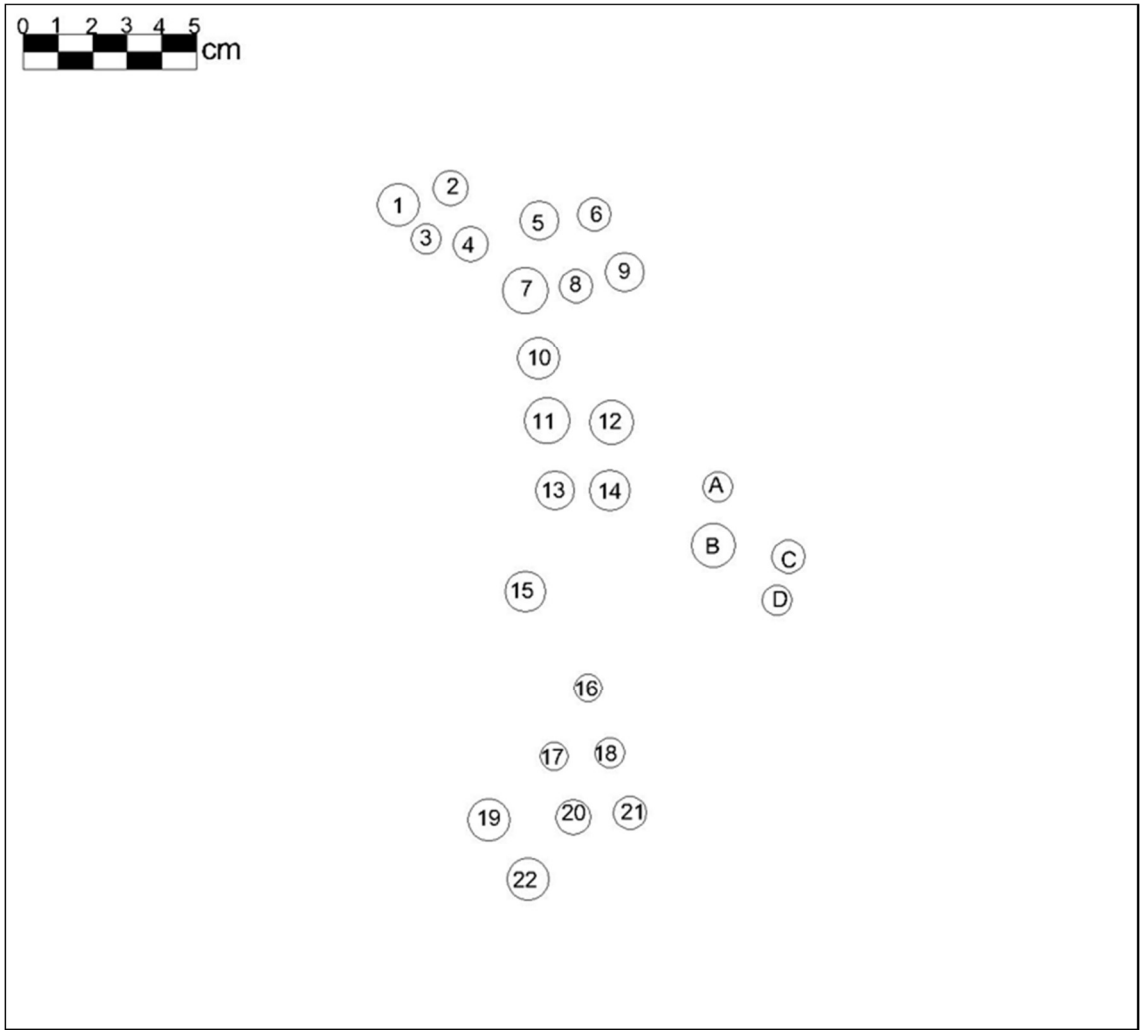


Figura 99 Raggruppamento DE

Tabella 11 Raggruppamento F

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,6 cm	1 2	2,5 cm
2	0,5 cm	2 4	3,6 cm
3	0,6 cm	3 4	1,7 cm
4	0,6 cm	3 6	2,3 cm
5	0,5 cm	4 5	1,6 cm
6	0,6 cm	7 8	1,9 cm
7	0,4 cm	8 9	1,9 cm
8	0,6 cm	8 10	1,6 cm
9	0,4 cm	9 10	1,6 cm
10	0,5 cm	10 11	2,1 cm
11	0,5 cm		

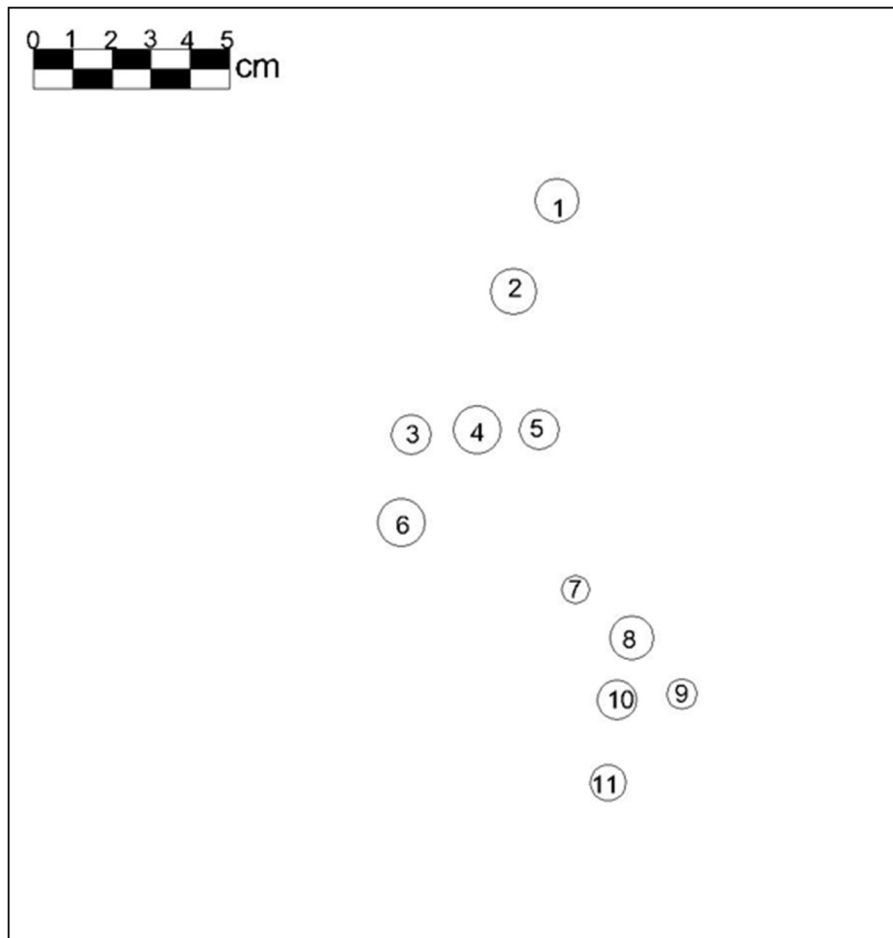


Figura 100 Raggruppamento F

Tabella 12 Raggruppamento G

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,4 cm	1 3	1,7 cm
2	0,4 cm	2 7	2,1 cm
3	0,4 cm	2 10	2,0 cm
4	0,5 cm	3 4	1,8 cm
5	0,5 cm	3 7	1,7 cm
6	0,5 cm	4 5	2,2 cm
7	0,4 cm	4 8	1,9 cm
8	0,5 cm	5 6	1,8 cm
9	0,3 cm	7 8	1,8 cm
10	0,5 cm	7 11	1,7 cm
11	0,3 cm	8 12	2,2 cm
12	0,3 cm	9 10	1,6 cm
13	0,4 cm	9 14	2,1 cm
14	0,4 cm	10 11	2,0 cm
15	0,4 cm	10 15	2,0 cm
16	0,3 cm	11 12	2,3 cm
17	0,3 cm	11 16	1,8 cm
18	0,5 cm	12 13	2,1 cm
19	0,4 cm	12 17	1,9 cm
		14 15	2,1 cm
		15 16	2,2 cm
		15 18	2,0 cm
		16 17	2,4 cm
		16 19	1,7 cm
		18 19	2,1 cm

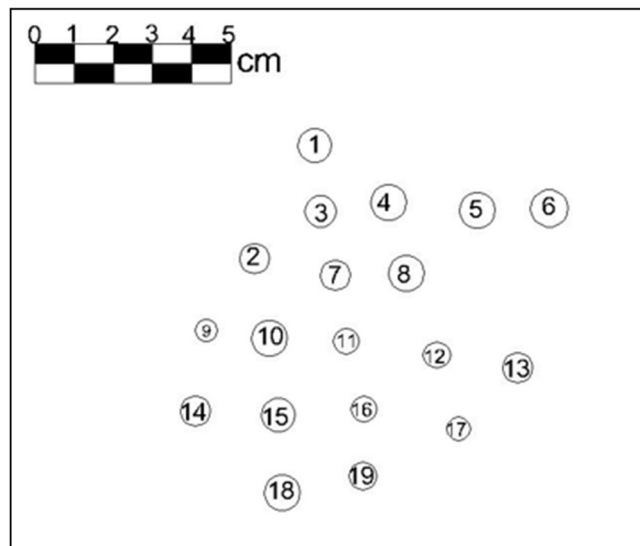


Figura 101 Raggruppamento G

Tabella 13 Raggruppamento I

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,6 cm	1 3	1,7 cm
2	0,5 cm	2 3	1,8 cm
3	0,5 cm	2 6	2,1 cm
4	0,5 cm	3 4	1,8 cm
5	0,5 cm	3 5	1,3 cm
6	0,5 cm	4 8	1,8 cm
7	0,5 cm	5 7	1,4 cm
8	0,5 cm	6 7	1,9 cm
9	0,5 cm	7 8	1,8 cm
10	0,5 cm	7 9	1,5 cm
11	0,4 cm	8 10	1,6 cm
12	0,5 cm	8 11	1,8 cm
13	0,5 cm	9 10	1,7 cm
14	0,5 cm	10 11	2,2 cm
15	0,5 cm	11 14	3,4 cm
16	0,4 cm	12 13	1,8 cm
17	0,4 cm	12 14	1,8 cm
18	0,5 cm	13 16	1,7 cm
19	0,5 cm	14 15	1,4 cm
		15 16	1,4 cm
		15 19	1,7 cm
		16 17	2,0 cm
		16 19	1,6 cm

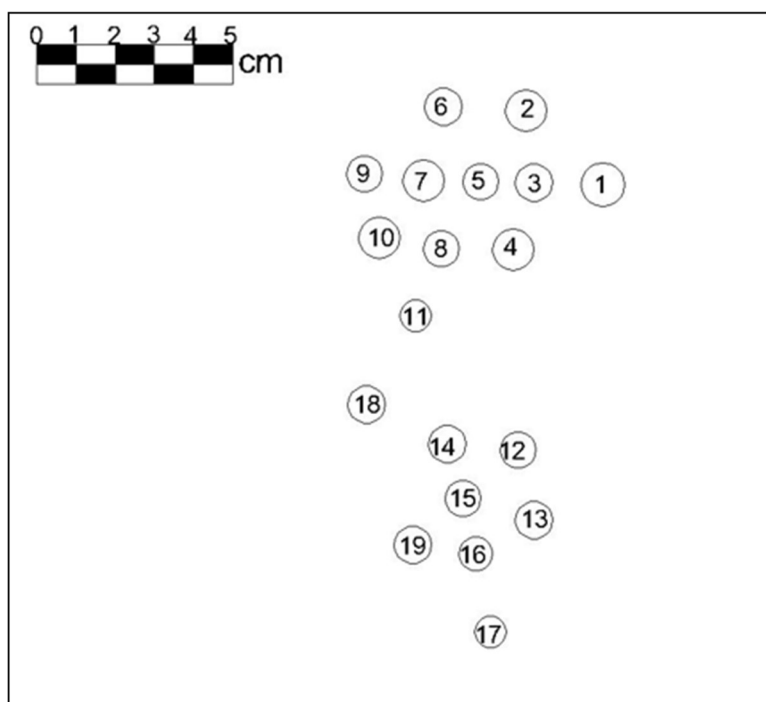


Figura 102 Raggruppamento I

Tabella 14 Raggruppamento L

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,4 cm	1 2	1,5 cm
2	0,4 cm	2 3	1,9 cm
3	0,5 cm	3 4	2,2 cm
4	0,5 cm	4 5	4,3 cm
5	0,5 cm	4 9	1,8 cm
6	0,4 cm	5 6	2,0 cm
7	0,5 cm	6 7	1,9 cm
8	0,4 cm	6 10	2,0 cm
9	0,4 cm	7 8	2,1 cm
10	0,4 cm	7 11	2,2 cm
11	0,5 cm	8 9	2,0 cm
12	0,5 cm	8 12	2,1 cm
13	0,5 cm	9 13	2,4 cm
14	0,5 cm	10 11	1,5 cm
15	0,4 cm	10 14	2,3 cm
16	0,5 cm	11 12	1,9 cm
17	0,4 cm	11 14	2,1 cm
18	0,5 cm	12 13	1,9 cm
		12 15	1,9 cm
		13 16	1,7 cm
		14 17	2,5 cm
		16 18	2,1 cm
		17 18	2,2 cm

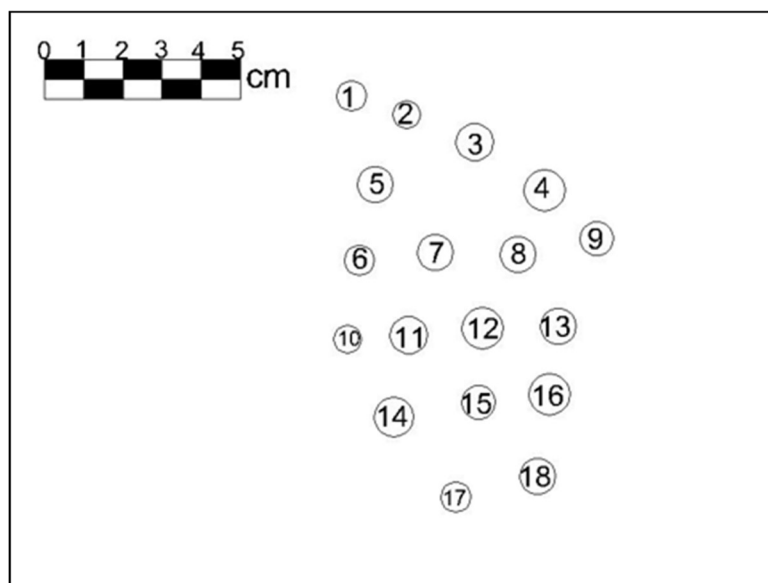


Figura 103 Raggruppamento L

Tabella 15 Raggruppamento M

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,5 cm	1 2	1,7 cm
2	0,6 cm	1 5	1,6 cm
3	0,7 cm	2 6	1,5 cm
4	0,6 cm	2 7	2,0 cm
5	0,4 cm	3 4	2,0 cm
6	0,6 cm	4 5	2,2 cm
7	0,4 cm	5 6	1,9 cm
		6 7	1,8 cm

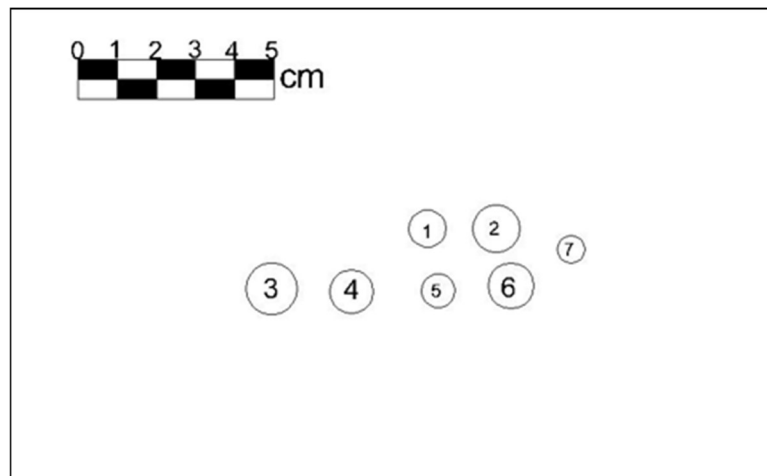


Figura 104 Raggruppamento M

Tabella 16 Raggruppamento N

Raggio chiodi		Distanze chiodi vicini	
1	0,6 cm	1 2	1,8 cm
2	0,7 cm	1 5	7,9 cm
3	0,7 cm	2 3	2,1 cm
4	0,6 cm	2 6	2,1 cm
5	0,4 cm	3 4	2,0 cm
6	0,6 cm	4 5	2,3 cm

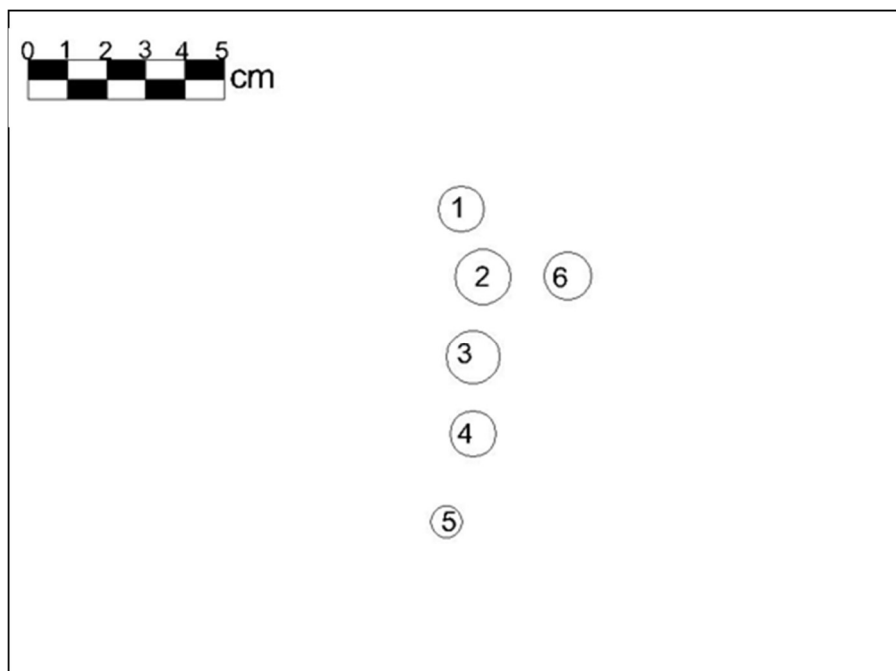


Figura 105 Raggruppamento N

Tabella 17 Raggruppamento O

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,4 cm	1 2	2,0 cm
2	0,5 cm	2 4	4,1 cm
3	0,4 cm	3 4	1,9 cm
4	0,4 cm	4 5	1,7 cm
5	0,6 cm	5 6	2,1 cm
6	0,5 cm		

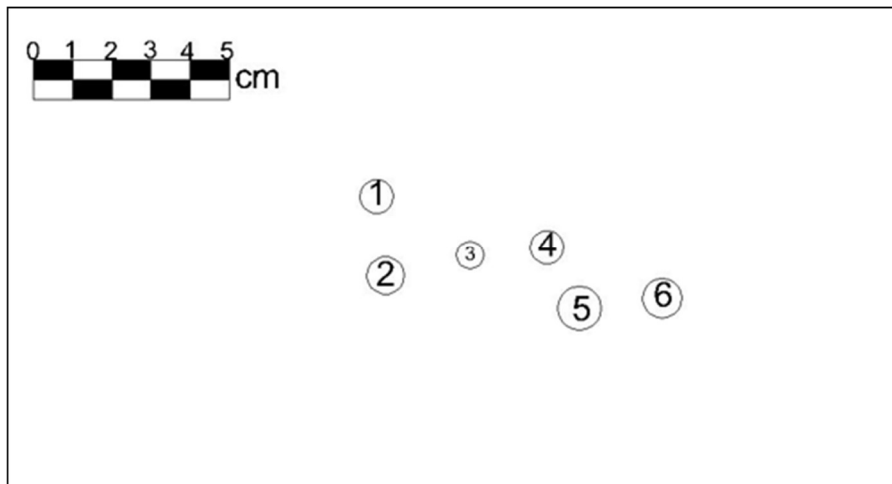


Figura 106 Raggruppamento O

Tabella 18 Raggruppamento P

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,6 cm	1 2	2,5 cm
2	0,5 cm	2 3	2,1 cm
3	0,5 cm	2 8	2,1 cm
4	0,5 cm	3 4	1,8 cm
5	0,5 cm	3 9	2,0 cm
6	0,5 cm	4 5	4,2 cm
7	0,4 cm	4 10	1,3 cm
8	0,4 cm	5 6	2,1 cm
9	0,5 cm	5 12	2,1 cm
10	0,5 cm	6 7	2,4 cm
11	0,4 cm	8 9	1,7 cm
12	0,4 cm	9 10	2,0 cm
13	0,4 cm	9 13	1,8 cm
14	0,5 cm	10 11	2,2 cm
15	0,5 cm	10 14	1,6 cm
16	0,5 cm	11 12	1,8 cm
17	0,5 cm	11 15	1,7 cm
18	0,5 cm	12 18	1,6 cm
		13 14	2,1 cm
		14 15	2,0 cm
		14 16	1,6 cm
		15 17	1,5 cm
		15 18	1,9 cm

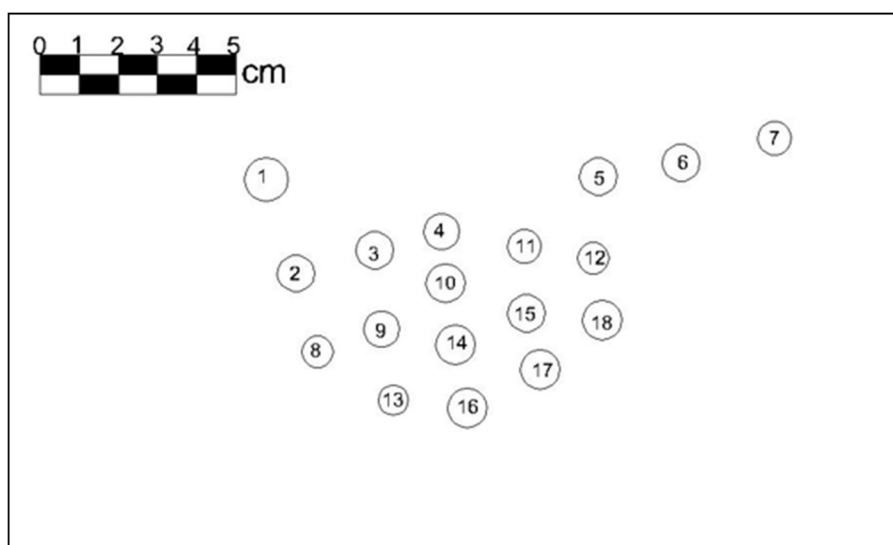


Figura 107 Raggruppamento P

Tabella 19 Raggruppamento Q

N° chiodo	Raggio (cm)	Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1	0,6 cm	1 2	1,9 cm
2	0,7 cm	1 4	2,2 cm
3	0,6 cm	2 5	1,8 cm
4	0,6 cm	3 4	2,1 cm
5	0,6 cm	3 8	2,4 cm
6	0,5 cm	4 5	2,2 cm
7	0,6 cm	4 9	2,3 cm
8	0,4 cm	5 6	1,9 cm
9	0,5 cm	5 10	2,1 cm
10	0,5 cm	6 11	2,3 cm
11	0,5 cm	7 8	2,5 cm
12	0,5 cm	8 9	1,6 cm
13	0,4 cm	9 10	1,5 cm
		10 11	1,8 cm
		10 12	2,3 cm
		11 13	2,0 cm

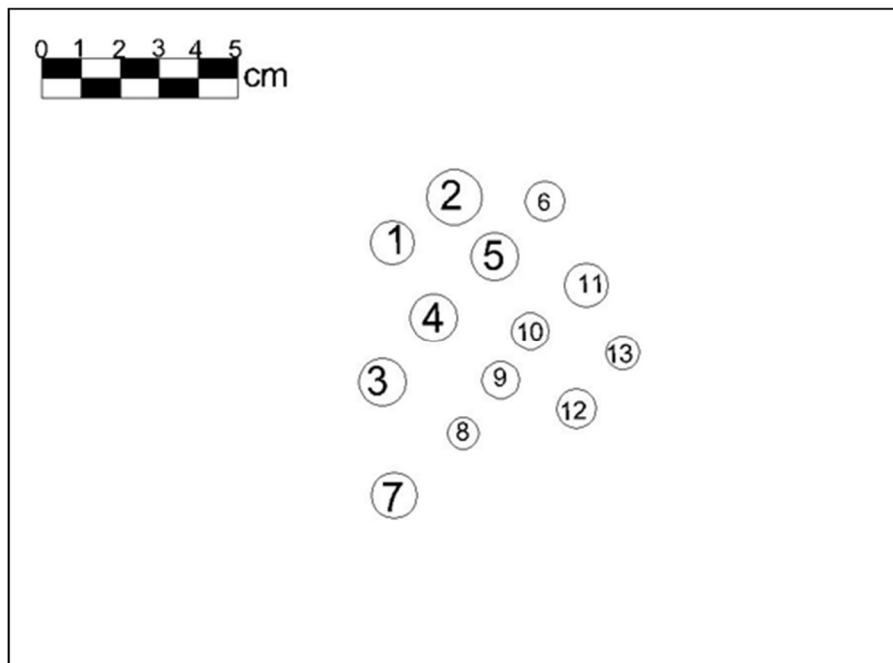


Figura 108 Raggruppamento Q

Tabella 20 Raggruppamento RS

N° chiodo	Raggio (cm)
1	0,7 cm
2	0,7 cm
3	0,7 cm
4	0,4 cm
5	0,5 cm
6	0,6 cm
7	0,3 cm
8	0,5 cm
9	0,7 cm
10	0,4 cm
11	0,5 cm
12	0,6 cm
13	0,5 cm
14	0,3 cm
15	0,5 cm
16	0,4 cm
17	0,5 cm
18	0,5 cm
19	0,5 cm
20	0,6 cm
21	0,6 cm
22	0,6 cm
A	0,5 cm
B	0,7 cm
C	0,4 cm

Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1 2	1,9 cm
1 4	1,5 cm
2 3	2,2 cm
2 5	1,6 cm
3 6	1,7 cm
4 5	1,7 cm
4 7	1,6 cm
5 6	1,9 cm
5 8	1,5 cm
6 9	1,6 cm
7 8	1,7 cm
7 10	1,3 cm
8 9	2,2 cm
8 11	1,4 cm
11 12	2,4 cm
12 13	1,5 cm
14 15	2,2 cm
14 16	1,4 cm
15 17	1,7 cm
16 17	1,8 cm
16 19	1,5 cm
17 18	1,7 cm
17 20	1,8 cm
18 21	1,6 cm
19 20	1,8 cm
20 21	1,9 cm
21 22	2,1 cm

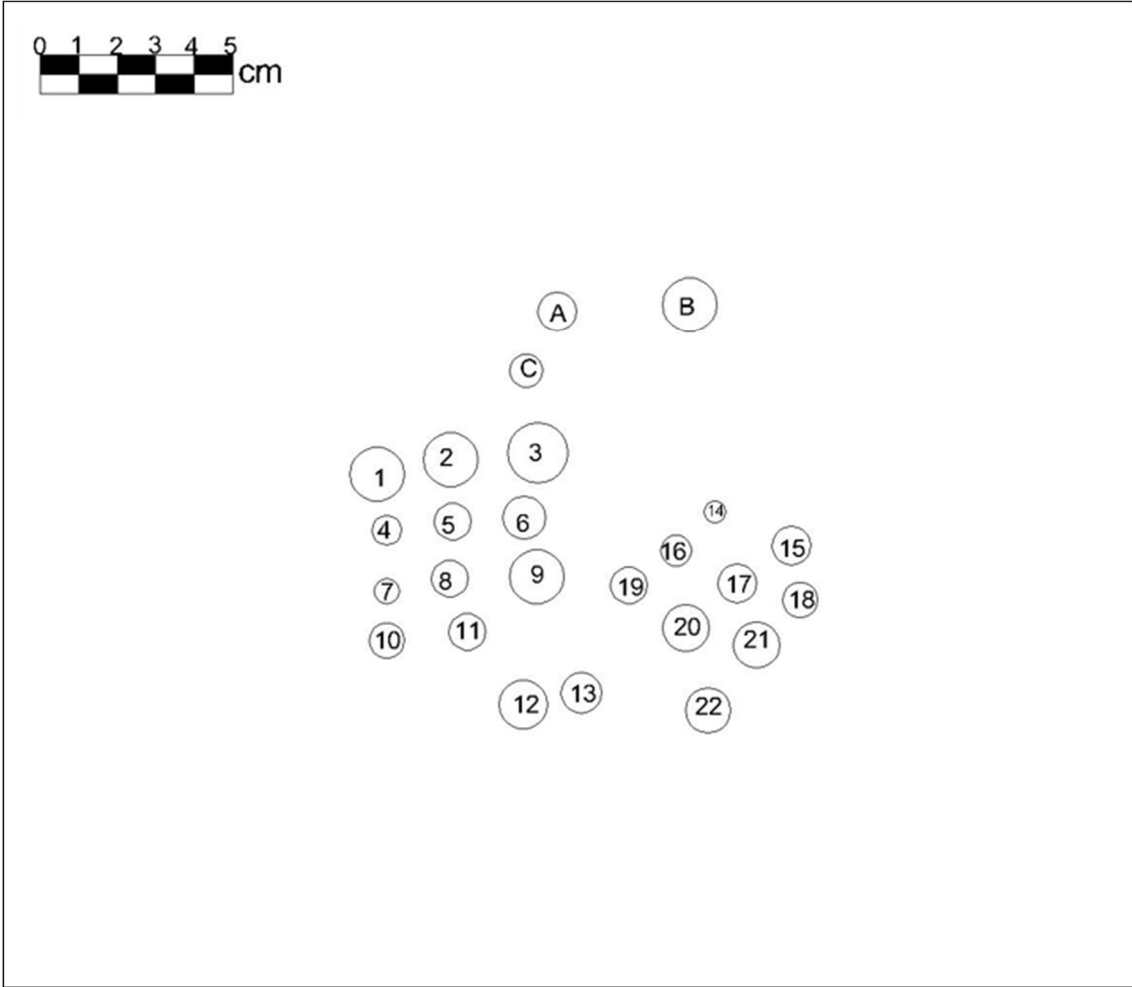


Figura 109 Raggruppamento RS

Tabella 21 Raggruppamento TU

N° chiodo	Raggio (cm)
1	0,4 cm
2	0,3 cm
3	0,5 cm
4	0,5 cm
5	0,6 cm
6	0,5 cm
7	0,5 cm
8	0,5 cm
9	0,7 cm
10	0,4 cm
11	0,5 cm
12	0,5 cm
13	0,6 cm
14	0,6 cm
15	0,6 cm
16	0,5 cm
17	0,5 cm
18	0,7 cm
19	0,5 cm
20	0,6 cm
21	0,5 cm
22	0,5 cm
23	0,5 cm
24	0,5 cm
25	0,3 cm
26	0,3 cm

Chiodi di riferimento	Distanza da centro a centro (cm)
1 2	1,7 cm
2 3	2,2 cm
3 4	1,6 cm
3 6	1,7 cm
4 5	1,3 cm
4 7	2,3 cm
5 7	2,1 cm
6 7	1,8 cm
6 8	2,0 cm
7 9	2,0 cm
8 9	1,7 cm
8 10	1,6 cm
11 12	4,6 cm
11 16	2,4 cm
12 13	2,2 cm
12 17	1,8 cm
13 14	1,7 cm
13 18	2,1 cm
14 15	2,0 cm
14 19	1,9 cm
15 20	1,6 cm
18 19	1,8 cm
18 21	2,4 cm
19 20	2,0 cm
20 22	1,7 cm
21 22	4,6 cm
23 24	1,3 cm
23 25	1,6 cm
24 26	1,8 cm
25 26	1,4 cm

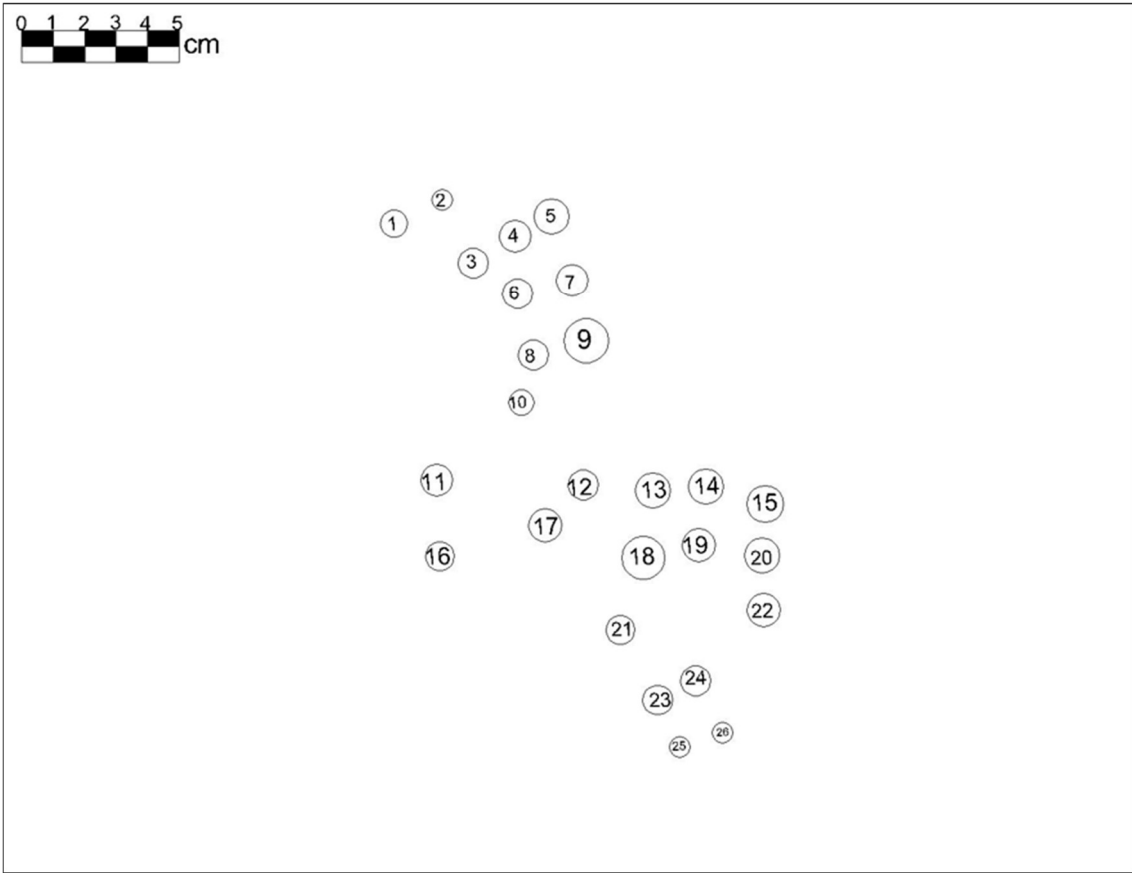


Figura 110 Raggruppamento TU

CAPITOLO 5. OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi del materiale prodotto dal lavoro di sovrapposizioni ha consentito di poter formulare alcune osservazioni che riguardano una proposta d'identificazione della tipologia di calzatura, e di poter comprendere alcuni aspetti delle operazioni di cantiere del teatro romano di Aquileia.

5.1 Proposta d'identificazione della tipologia di calzatura

Tra i 18 raggruppamenti individuati sulla malta del muro radiale, come già si è visto solo tre mostrano la conformazione di un'impronta definita, seppur non completa al 100 %, mentre i restanti rappresentano la suola solo in maniera parziale. Per questo motivo, per dare un'identità alla tipologia della calzatura, l'attenzione si è concentrata sulle tre impronte, conservatesi in maniera migliore. L'Impronta 1 (Figura 84), tra le tre, è quella che si è conservata in maniera meno completa, ma al contrario delle Impronte 3 e 7 (Figura 84), conserva anche l'impressione lasciata dal tacco della scarpa. Delle tre impronte, quella conservata meglio, è l'Impronta 3 che misura 25,4 cm, corrispondente a un'attuale taglia 40 di scarpa. Questa misura trova un confronto con lo studio effettuato da Van Driel Murray, che individua le taglie di scarpa per gli uomini adulti, considerando i ritrovamenti di calzature effettuati nei contesti romani, tra la taglia 37 e la taglia 40. L'Impronta 1 e 7, che sono solo parzialmente complete, hanno una misura minima rispettivamente di 22 e 21 cm, il che presuppone che la lunghezza completa potesse corrispondere alle taglie, che Van Driel Murray considera calzate da un uomo adulto¹⁶³.

Le calzature, che hanno lasciato le impressioni, erano indossate da uomini adulti, i muratori che lavoravano nel cantiere del teatro agli inizi dell'età imperiale. Considerando quindi il contesto di cantiere e il periodo, si proverà a proporre un'identificazione idonea per le calzature degli operai, passando in rassegna le varie tipologie di calzature che potevano essere dotate di una suola chiodata.

Tra le calzature, la cui suola poteva essere rinforzata con chiodi, la *caliga* è la prima



Figura 111 Disegni di caligae indossate dai soldati romani, ricavate dal rilievo della Colonna Traiana. (Da Volken 2014, p. 88, fig. 102)

¹⁶³ Driel Murray 2001, p. 360

tipologia da escludere nell'identificazione delle calzature che hanno lasciato le impressioni puntiformi sulla superficie del muro radiale, considerando il contesto di cantiere in cui le impronte sono state trovate. Questa scarpa era utilizzata nel I secolo a. C. e in quello successivo esclusivamente dai soldati, più precisamente di grado inferiore al centurione, come si può osservare anche nei rilievi della colonna di Traiano (Figura 111), ma incominciano a non essere più di moda dalla fine del I secolo d. C.¹⁶⁴. Solamente in epoca più tarda, tra la fine del II e l'inizio del III secolo d. C., ebbe termine il monopolio d'uso militare, come testimoniato dall'Editto di Diocleziano, che, oltre a citare tra le merci sia una *caliga* con suola chiodata sia una con una suola normale, elenca per le *caligae* misure non solo da uomo, ma anche da donna e bambino, segno del trasferimento d'uso della scarpa¹⁶⁵. Quindi le *caligae*, nel periodo di costruzione del teatro, erano ancora utilizzate solamente dai soldati e difficilmente sarebbero state utilizzate nel cantiere di un edificio civile sito in un centro abitato.

La seconda tipologia da escludere è quella delle *solae*. Queste scarpe erano indossate principalmente in casa ed uscire fuori dall'ambito domestico con questo tipo di sandali era considerato di cattivo gusto. Nonostante questa considerazione riguardo le *solae*, i cittadini di basso rango sociale, che non potevano permettersi scarpe come i *calcei*, probabilmente non seguivano questa consuetudine e le indossavano anche per uscire¹⁶⁶. Il contesto di costruzione dell'edificio, in cui sono state ritrovate le impressioni, rende difficile credere che gli operai indossassero questo tipo di scarpa in cantiere, dal momento che questa scarpa era un tipo di sandalo che lasciava la maggior parte del piede esposta e quindi sarebbe stato inidonea alle operazioni di cantiere.

Le *sculponae*, a differenza delle due tipologie precedenti realizzate in cuoio, erano scarpe realizzate in legno, simili a degli zoccoli. Questa tipologia di scarpa, per via della sua struttura in legno, possedeva una

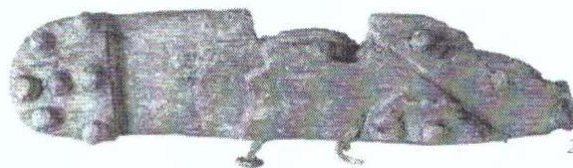


Figura 112 *Sculpona* chiodata rinvenuta a Vindolanda. (Da Driel Murray 2001, p. 358)

grande resistenza al deterioramento e ai terreni umidi, proprietà consona a persone che lavoravano in ambienti sporchi, come stallieri, trasportatori d'acqua o addetti alle

¹⁶⁴ Volken 2014, pp. 101-102, Goldman pp. 122-123

¹⁶⁵ Goldman 2001, pp. 114-116

¹⁶⁶ Goldman 2001, pp. 109

operazioni di lavaggio. Non sono state riscontrate testimonianze o ritrovamenti che le colleghino a contesti di cantiere¹⁶⁷.

Il *pero* è una tipologia di calzatura di cui si conosce molto poco. Non sappiamo con certezza che aspetto avesse, anche se, i rari riferimenti letterari su di essi, ci fanno presupporre che questa tipologia di scarpa potesse essere una specie di stivale¹⁶⁸. Se della sua forma si conosce poco, al contrario si sa che la scarpa era utilizzata da lavoratori o contadini durante le loro attività¹⁶⁹. Risulta difficile, visto la scarsità d'informazioni e ritrovamenti, attribuire una datazione certa alla tipologia dei *perones*; l'unica constatazione certa che si può fare è che la scarpa venisse utilizzata nel I secolo a. C. e nel I secolo d. C., visti i riferimenti di Virgilio¹⁷⁰ e Giovenale¹⁷¹. Una possibile identificazione di questa scarpa Fabry la riconosce nelle impressioni rilasciate in un mattone nelle fornaci di Albinia, dove interpreta l'assenza di impressioni al centro dell'impronta dovuta a una parte rialzata della scarpa che non sarebbe entrata a contatto con la superficie del mattone e di conseguenza, quindi la presenza di un tacco di stivale¹⁷². Questa situazione è paragonabile al caso dell'Impronta 3, individuata nel teatro di Aquileia, dove il centro della suola risulta sguarnito della presenza di chiodi. Considerando quindi la possibilità che i *perones* fossero delle specie di stivali, utilizzati dai lavoratori, e il confronto con il caso di Albinia è possibile che l'Impronta 3 sia riconducibile a questo tipo di scarpa. L'Impronta 1, rispetto alle altre due, risulta meno definita, quindi più problematica da analizzare. Un aiuto per identificarla però proviene dalla marcata impressione del tacco della scarpa che è rimasta conservata; anche questa evidenza potrebbe suggerirci un possibile collegamento con la tipologia del *pero*.

Nonostante non si fossero conservate le impressioni dei chiodi posizionati nella parte centrale della suola, come nel caso dell'Impronta 3, grazie al lavoro di sovrapposizione si è potuto osservare che l'Impronta 7 presentava dei chiodi anche nella parte centrale della suola. La sovrapposizione effettuata con il raggruppamento I (Figura 102), che si trovava a poco meno di 10 cm dall'Impronta 7, ha dimostrato effettivamente la presenza di chiodi nella parte della suola, come si può notare dalla Figura 88a del Capitolo 3. In questo caso quindi non si può identificare la calzatura con la tipologia dei *perones*. Vista

¹⁶⁷ Driel Murray 2001, pp. 358-359

¹⁶⁸ Goldman 2001, p. 105

¹⁶⁹ Sette 2000, p. 70

¹⁷⁰ Virgilio, Eneide, 7, 222

¹⁷¹ Giovenale, Satire, 14, 185

¹⁷² Fabry 2006, pp. 222-224

però la presenza su tutto l'area della suola di chiodi si può forse ipotizzare che la tipologia incriminata sia la *carbatina*. La *carbatina* era un tipo di calzatura che assomigliava ai mocassini moderni, realizzata con un solo pezzo di cuoio, la cui suola tendenzialmente non veniva rivestita di chiodi, ma ne sono stati rinvenuti alcuni esemplari che presentano una soletta aggiuntiva al fine proteggere la pianta del piede dai chiodi¹⁷³. Tale proposta di riconoscimento appare però piuttosto problematica dal punto di vista storico. Questo tipo di calzatura era molto apprezzato e diffuso tra la popolazione romana dal I secolo d. C. fino al III secolo d. C. e veniva indossata dai lavoratori che svolgevano lavori pesanti¹⁷⁴. La sua diffusione sembra pertanto successiva rispetto alla fase di costruzione del teatro. Ne consegue un'oggettiva difficoltà nel riconoscimento del tipo di calzatura chiodata riferibile all'Impronta 7.

Come osservato nei paragrafi precedenti, l'Impronta 1 e l'Impronta 3, in virtù della probabile presenza di un tacco, potrebbero essere associate alla tipologia dei *perones*, scarpa di cui conosciamo l'uso nel periodo tra il I secolo a.C. e il secolo successivo. Per l'Impronta 7 risulta più difficile ritrovare l'identificazione di una tipologia di calzatura.

Un'ulteriore osservazione può essere fatta analizzando il *pattern* di distribuzione dei chiodi sulla suola della scarpa. Solo i chiodi posizionati sul perimetro della suola erano fondamentali per la realizzazione della scarpa, mentre quelli all'interno subivano l'influenza dei cambiamenti della moda. Nonostante non sia possibile eseguire una datazione puntuale partendo da una singola suola, Van Driel Murray ha proposto una

¹⁷³ Goldman 2001, p. 114, Driel Murray 2001, pp. 351-352

¹⁷⁴ Sette 2000, p. 84

distinzione cronologica tripartita, basata sugli studi compiuti sui ritrovamenti delle province settentrionali (Figura 113): il *pattern* 3 è comune nella parte finale del I secolo d. C. e nel II secolo d. C., ma viene sostituito alla fine del II secolo d. C. dal *pattern* 1, che presenta una concentrazione di chiodi meno fitta. Il *pattern* 2 invece è stato possibile osservarlo solamente in grandi contesti, apparendo verso la fine del II secolo d. C., ma scomparendo agli inizi del secolo successivo¹⁷⁵. L'Impronta 7 (Capitolo 3, Figura 28) sembra condividere lo stesso *pattern* del tipo 3A, ma la datazione fornitaci da Driel Murray non corrisponde al periodo della costruzione del teatro Romano di Aquileia. Per quanto riguarda il pattern di chiodi sulla suola, per l'Impronta 3 e l'Impronta 1 non è stato possibile riconoscere un confronto valido.

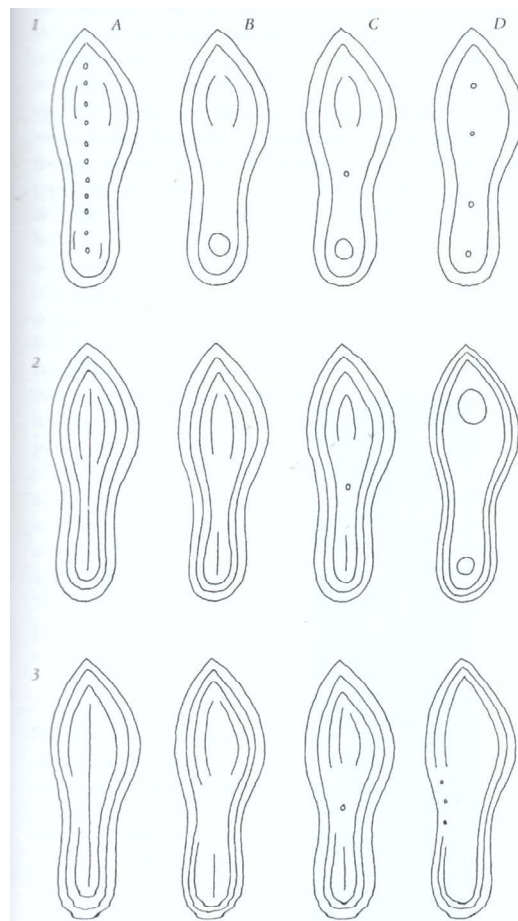


Figura 113 Pattern di distribuzione dei chiodi proposti da Driel Murray (Da Driel Murray 2001, p. 350)

¹⁷⁵ Driel Murray 2001, pp. 350-351

5.2 Informazioni sulle operazioni di cantiere: organizzazione del lavoro e tempi di realizzazione del filare di mattoni



Figura 114 Aquileia, teatro romano (saggio 3): ortofoto della porzione nord del secondo muro radiale esterno. In rosso sono state evidenziate le impressioni lasciate dai chiodi sulla malta fresca del muro. In blu sono state evidenziate le impressioni di chiodi che non sono state analizzate a causa dell'elevato tasso di deterioramento delle tracce (rielaborazione di rilievo di Simone Berto).

La superficie della stesura di malta del muro radiale si può suddividere longitudinalmente in tre fasce che corrispondevano ai tre filari di mattoni, di cui rimangono le tracce rettilinee della loro messa in opera; inoltre è rimasto conservato un mattone sesquipedale

“padano” *in situ*. Il rapporto che queste tre fasce hanno con le impronte è diverso fra loro: la fascia orientale non presenta impronte sulla sua superficie (ad eccezione di un piccolo raggruppamento isolato di 5 impronte), la fascia centrale ha restituito impronte che nella maggior parte dei casi sono costituite da impronte che si sovrappongono (Raggruppamenti C, DE, RS, TU) e infine la fascia occidentale ha conservato impronte che formano impronte quasi complete e ben definite come le tre



Figura 115 Aquileia, teatro romano (saggio 3): rilievo della porzione nord del secondo muro radiale esterno Distribuzione dei tre tipi di impronta distinguibili sulla malta di allettamento del filare di mattoni oggetto di spoliazione. (Rielaborazione del rilievo di V. Di Marco)

impronte analizzate nel paragrafo precedente. Questa situazione così articolata può essere spiegata ragionando sulle operazioni di cantiere.

La fascia orientale non presenta impressioni (ad eccezione di qualche minima traccia), quindi molto probabilmente è stata la prima area da cui gli operai hanno iniziato a mettere in opera dei mattoni, lavorando all'esterno della struttura o calpestandola in corrispondenza della porzione centrale e occidentale. La seconda area, in ordine di tempo, interessata dall'alloggiamento dei mattoni, è stata verosimilmente la fascia occidentale per completare l'allineamento lungo il lato opposto della struttura. Ragionando sulle impressioni individuate nella fascia centrale di risulta, in cui la maggior parte dei raggruppamenti è composta da impronte sovrapposte, quest'ultima zona appare essere stata sfruttata dagli operai come corridoio centrale di passaggio durante le operazioni di lavoro e le sovrapposizioni sarebbero dovute quindi a questo transito continuo. Infine gli operai si sarebbero occupati di sistemare i mattoni nella fascia centrale, terminando il lavoro.

Al fine di comprendere se i raggruppamenti, che presentavano un'impronta parziale, fossero attribuibili a una delle tre impronte quasi totalmente complete (Impronta 1, 3 e 7), nel capitolo precedente è stato eseguito un lavoro di sovrapposizione, i cui risultati hanno reso possibili alcune osservazioni (Figura 115). L'impronta 3 e l'Impronta 7 sono state entrambe individuate in 6 occasioni, mentre l'Impronta 1 non ha trovato altri riscontri al di fuori di essa. Di conseguenza nel tratto di muro indagato era possibile che lavorassero da un minimo di 2 a un massimo di 3 operai, considerando le tre impronte di riferimento diverse fra loro.

L'area più a nord, dove si trova la totalità di impressioni, ad eccezione dell'Impronta 1, era di sicuro di pertinenza degli operai che indossavano le calzature che hanno lasciato le Impronte 3 e 7. La totale assenza per l'Impronta 1 di sovrapposizioni valide con altri raggruppamenti nell'area in cui sono presenti l'Impronta 3 e l'Impronta 7, e la sua posizione isolata, potrebbe invece essere frutto di una presenza occasionale del soggetto in questione oppure dipendere da altre ragioni. Forse il lavoratore, che indossava la calzatura che ha lasciato l'Impronta 1, aveva la sua area di lavoro nella zona più meridionale (dove però non sono presenti altre impronte a confermare tale ipotesi), o si trattava più probabilmente di un supervisore che coordinasse i lavori.

Il numero di 3 lavoratori operanti sul muro potrebbe trovare riscontro in un affresco osservabile nell'ipogeo di Trebio Giusto (Figura 116)¹⁷⁶. L'ipogeo, datato alla metà del IV secolo d. C., era stato dedicato dai genitori al figlio, da cui la struttura prende il nome, morto in giovane età. Tutte le pareti della camera sepolcrale sono decorate ad affresco con scene realistiche di vita ordinaria, che rievocano le attività quotidiane del defunto, un soggetto di decorazione che era molto diffuso nella pittura funeraria di età costantiniana. L'affresco, che è collocato sopra una serie di tre loculi, nella parte inferiore della parete sinistra dell'ipogeo, rappresenta una scena di costruzione di una villa, in cui sono rappresentati 5 individui. L'importanza della decorazione di questo affresco è dovuta alla raffigurazione di una struttura di ponteggio, unica nell'iconografia romana, che ci fornisce informazioni sui cantieri in età romana. In primo piano si notano un personaggio che sulle spalle porta un cesto pieno di mattoni e un altro lavoratore che sta smuovendo il terreno con uno strumento simile a una zappa. I restanti tre operai invece si stanno occupando della costruzione di un muro di laterizi. Uno degli operai sta salendo una scala, portando sulle spalle un recipiente con malta al suo interno. Gli altri due operai, uno davanti al muro sul ponteggio e l'altro dietro il muro, si occupano invece di stendere la



Figura 116 Roma, Ipogeo di Trebio Giusto: affresco della parete sinistra dell'ipogeo raffigurante una scena di costruzione. (Da Bisconti 2006, p. 263 fig. 3)

¹⁷⁶ Bisconti 2006, pp. 259- 263; Petrassi 1976, pp. 17-32

malta e posizionare i mattoni. La situazione raffigurata è simile in quella riscontrata nel caso studio in esame: due operai che si occupano della messa in opera dei mattoni e un supervisore o un coordinatore del lavoro che li assiste nelle operazioni. Purtroppo lo stato di conservazione e la documentazione fotografica non permettono di distinguere chiaramente se gli operai stiano indossando delle calzature. Per quanto riguarda l'individuo sulle scale sembra che sia scalzo, mentre l'individuo sul ponteggio sembra che stia indossando una specie di scarpa chiusa che è alta fino alla caviglia.

Un'ulteriore osservazione sulla fase di cantiere può essere fatta sul tempo di messa in posa dei mattoni, ricollegandosi allo studio innovativo di analisi quantitativa che Janet De Laine condusse sulle terme pubbliche di Caracalla nel 1997¹⁷⁷. La studiosa, col fine di comprendere il numero di uomini impiegati nella costruzione dell'edificio e i costi e la durata del cantiere, elaborò un modello di studio che partiva dal presupposto che fosse possibile, partendo da un edificio finito, procedere a ritroso fino alle singole azioni che erano state eseguite in fase di cantiere per la sua realizzazione. Ogni singola azione poteva così essere quantificata in termini di unità "tempo-lavoro", che dava risposta alla domanda di quante ore-uomo richiedesse l'esecuzione di una determinata azione. Le tecniche edilizie di epoca romana sono rimaste quasi completamente immutate in Europa fino alla metà del XIX secolo, per via della natura conservativa di molte pratiche di costruzione tradizionali¹⁷⁸. Per questo motivo per quantificare l'unità "lavoro-tempo" di ogni azione viene utilizzato il manuale per i lavori architettonici pubblicato da Pegoretti nel 1843¹⁷⁹, nel quale vengono descritte le singole azioni che possono avvenire in fase di costruzione e quantificate in unità ora-uomo. Un lavoro di questo tipo è stato recentemente proposto da Jacopo Bonetto e Caterina Previato, che lo hanno utilizzato per investigare l'impatto socio-economico della costruzione delle mura repubblicane di Aquileia¹⁸⁰.

Nel caso specifico in esame, il secondo muro radiale esterno è stato indagato per circa 10 m, ma si sviluppava in lunghezza per 12 m. Sappiamo, grazie alle tracce di alloggiamento e al mattone trovato *in situ*, che i tre filari di mattoni erano sistemati in maniera diversa. I mattoni nelle due fasce laterali erano disposti con il lato corto (30 cm), parallelo al bordo del muro, al contrario nella fascia centrale era il lato lungo (45 cm) ad essere parallelo.

¹⁷⁷ De Laine 1997

¹⁷⁸ De Laine 2001, pp. 232-233

¹⁷⁹ Pegoretti 1863

¹⁸⁰ Bonetto e Previato 2018

Tenendo quindi in considerazione una lunghezza totale del muro di 12 m, sono stati calcolati i mattoni che dovevano essere alloggiati sulla superficie del muro. Il risultato è stato ottenuto dividendo la lunghezza del muro, 1200 cm, per il lato corto dei mattoni, 30 cm, trovando così la quantità di mattoni disposti sulla fascia laterale, e successivamente, si è divisa la lunghezza del muro per il lato lungo dei mattoni, 45 cm, per ottenere la quantità di mattoni collocati sulla fascia centrale. Moltiplicando per due il risultato riguardante la fascia laterale e sommandolo al risultato della fascia centrale si è ottenuto un totale di 106 mattoni. Considerando la formula elaborata da Pegoretti per il calcolo della posa di un muro in mattoni¹⁸¹ e conoscendo le dimensioni dei tre allineamenti di mattoni, è stato possibile calcolare la misura della costruzione del filare di mattoni, con l'esclusione del tempo impiegato per le operazioni legate alla lavorazione della malta di cui non abbiamo notizie precise. Il tempo restituitoci dalla formula è di 2,3 h, ovvero 2 ore e 20 minuti circa, di lavoro per una squadra composta da un muratore esperto, un assistente e un supervisore dei lavori.

¹⁸¹ Pegoretti 1863, II, analisi 201. La formula, per la costruzione di un muro in mattoni da parte di un muratore esperto, fornita da Pegoretti, è: $t + 0,03 \times t(a-1) + 0,40/g$, nella quale $t = 0,80 \text{ h}/100 \text{ mattoni}$, a = altezza del muro e g = spessore del muro. Nel nostro caso dobbiamo considerare la stima di 106 mattoni che fossero posizionati sul muro, l'altezza di 0,06 m e lo spessore di 1,2 m si ha: $(0,85 \text{ h}) + (0,03)(0,85\text{h})(0,06-1) + (0,40/1,2) = 1,1 \text{ h}$. A questa indicazione di tempo vanno aggiunti i tempi di lavoro dell'assistente (considerato $\frac{1}{2}$ del muratore esperto da Pegoretti) e quello del supervisore (considerato $\frac{1}{10}$ del muratore esperto). Il risultato è $1,1 \text{ h} + 0,75 \text{ h} + 0,42 = 2,27 \text{ h}$.

Bibliografia

AICARDI I., CHIABRANDO F., MARIA LINGUA A., NOARDO F. 2018, *Recent trends in cultural heritage 3D survey: The photogrammetric computer vision approach*, in “Journal of Cultural Heritage”, 32, pp. 257–266.

ATZBACH R. 2005, *Leder und Pelz am Ende des Mittelalters und zu Beginn der Neuzeit, Die Funde aus den Gebäudehöhlräumen de Mühlberg-Ensembles in Kempten (Allgäu)*, Bonn.

BAKER S. A. 1997, *Loosing a shoe latchet sandals and footwear in the First Century*, in *Masada and the world of the New Testament*, a cura di J. F. Hall e J. W. Welch, Provo, Utah, vol 36:3, pp. 196-206.

BASSO P. 2004, *Topografia degli spazi ludici di Aquileia*, in *Aquileia dalle origini alla costituzione del Ducato longobardo. Topografia, urbanistica, edilizia pubblica* a cura di G. Cuscito e M. Verzar-Bass, in “Antichità Alto Adriatiche”, LIX, Trieste, pp. 317-337.

BELLESE S. 2002, *Frequentazioni antropiche ad Adegliacco*, in “Quaderni friulani di archeologia”, 12, pp. 115-137.

BERNARDINI, F., VINCI G., HORVAT J., DE MIN A., FORTE E., FURLANI S., LENA Z. D., PIPAN M., ZHAO W., SGAMBATI A., POTLECA M., MICHELI R., FRAGIACOMO A., TUNIZ C. 2015, *Early Roman military fortifications and the origin of Trieste, Italy*, in “Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America”, 112(13), pp. E1520–E1529.

BERNARDINI F., VINCI G. 2016, *Footwear hobnails from the surroundings of Mt Grociana piccola Roman fort (Trieste)*, in *The Roman army between the Alps and the Adriatic* a cura di J. Horvat, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 31, Zalozba ZRC, pp. 77–83.

BERNARDINI F. VINCI G., FORTE E., FURLANI S., PIPAN M., BIOLCHI S., DE MIN A., FRAGIACOMO A., MICHELI R., VENTURA P., TUNIZ C. 2018, *Discovery of ancient Roman "highway" reveals geomorphic changes in karst environments during historic times*, in “PLoS ONE”, 13,3, pp. 1-19.

BERTACCHI L. 1994, *Aquileia: anfiteatro teatro e circo*, in *Spettacolo in Aquileia e nella Cisalpina Romana*, in “Antichità Alto Adriatiche”, XLI, Trieste, pp. 163-181.

BERTACCHI L. 1995, *Il teatro romano di Aquileia*, in *Splendida civitas nostra Studi archeologici in onore di Antonio Frova* a cura di G. Cavalieri Manasse e E. Roffia, Roma, pp. 119-135.

BERTACCHI L. 2003, *Nuova pianta archeologica di Aquileia*, Udine.

BERTARIONE S., JORIS C. 2013, *Condotte le acque attraverso impervi luoghi (CIL, II, 5961). Nuovi elementi di riflessione dalle indagini archeologiche al ponte-acquedotto romano di Pont d'Ael (campagne 2010-2011-2012)*, in “Bulletin d'Études Préhistoriques Alpines”, XXIV, pp. 162-172.

BIERNACKI A. B 1976, *Abdruck einer Schuhsohle auf der keramischen Platte aus Novae*, in “Archaeologia”, 27, pp. 133-136.

BIRLEY R. 2009, *Vindolanda a roman frontier fort on Hadrian's wall*, Stroud, Gloucestershire.

BISCONTI F. 2006, *Le pitture dell'ipogeo di Trebio Giusto*, in *L'orizzonte tardoantico e le nuove immagini*, vol. 1, a cura di M. Andaloro, Milano, pp. 259-263.

BONETTO J., PREVIATO C. 2018, *The construction process of the Republican city walls of Aquileia (northeastern Italy): A case study of the quantitative analysis on ancient buildings*, in *Constructing monuments, perceiving monumentality & the economics of building* a cura di A. Brysbaert, V. Klinkenberg, A. G. Garcia e I. Vikatou, Leiden, pp. 339-332.

BOWEN G. E. 2002, *Textiles, basketry and leather goods from Ismant el-Kharab*, in *Dakhleh Oasis Project: preliminary reports on the 1994-1995 to 1998-1999 field seasons* a cura di G. E. Bowen e C. A. Hope, Oxford, pp. 87-99.

BRANDOLINI F., PATRUCCO G. 2019, *Structure-from-Motion (SFM) Photogrammetry as a Non-Invasive Methodology to Digitalize Historical Documents: A Highly Flexible and Low-Cost Approach?*, in “Heritage”, 2, pp. 2124-2136.

BRUSAPORCI S., MAIEZZA P., TATA A., CENTOFANTI M. 2021, *Ricostruire per riscoprire storie: la chiesa di S. Francesco a Piazza Palazzo all'Aquila*, 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione, Congresso della Unione Italiana per il Disegno, Reggio Calabria e Messina, pp. 1397-1414.

- BUORA M. 2016, *Militaria dagli scavi delle fognature di Aquileia*, in *The Roman army between the Alps and the Adriatic* a cura di J. Horvat, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 31, Založba ZRC, pp. 27-42.
- CAMAGNI F., COLACECI S., RUSSO M. 2019, *Reverse modeling of cultural heritage: pipeline and bottlenecks*, in “The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences”, XLII-2/W9, pp.197-204.
- CARLSSON E., FONTAN B. 2011, *El Material Constructivo Latericio en el Campamento Romano de Cidadela (Sobrado dos Monxes, A Coruña)*, in “Gallaecia”, 30, pp. 167-180.
- CASARI P. 2002, *Le sepolture romane e il catalogo dei materiali*, in *La necropoli di San Servolo. Veneti, Istri, Celti e Romani nel territorio di Trieste* a cura di M. Vidulli Torio, Civici musei di Storia ed Arte Trieste, pp. 95-129.
- CIVIDINI T. 2012, *Rituali e società nelle necropoli friulane. Il territorio della collinare in epoca romana 3*, Basaldella di Campoformido (Udine).
- CIVIDINI T. 2016, *Ritrovamenti di militaria dal Friuli Centrale: un aggiornamento*, in *The Roman army between the Alps and the Adriatic*, a cura di J. Horvat, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 31, Založba ZRC, pp. 43-59.
- COARELLI F. 1999, *La colonna Traiana*, Roma.
- D'EREDITÀ G. 2020, *Il rilievo fotogrammetrico di Doclea*, in “Archeologia e Calcolatori”, 31.1, pp. 213-230.
- DELAINE J. 1997, *The baths of Caracalla. A study in the design, construction, and economics of largescale building projects in imperial Rome*, Portsmouth: Journal of Roman Archaeology, 1997.
- DELAINE J. 2000, *Bricks and Mortar. Exploring the Economics of Building Techniques at Rome and Ostia*, in *Economies beyond agriculture in the classical world*, a cura di D. J. Mattingly e J. Salmon, Leicester-Nottingham Studies in Ancient Society, London, pp. 230-268.
- DEMETRESCU E., FERDANI D., TRIZIO I. 2021, *Virtual reconstruction and restoration. Comparing methodologies, practices, and experiences*, in “Disegnarecon”, 14/27, pp. ED.1-DW.8.

- DOBOSI L. 2016, *Animal and human footprints on Roman tiles from Brigetio*, in “Dissertationes Archaeologicae”, ser.3, 4, pp. 117-133.
- DRIEL-MURRAY C. 1987, *Roman Footwear a mirror of fashion and society*, in “Association of Archaeological Illustrators & Surveyors Technical Paper”, 8, pp. 32-42.
- DRIEL-MURRAY C. 2001, *Footwear in the North Western Provinces of the Roman Empire*, in *Stepping through the time*, a cura di O. Goubitz, Zwolle, pp. 337-376.
- EISENBERG M. 2013, *Military Architecture, in Hippos - Sussita of the Decapolis The First Twelve Seasons of Excavations 2000-2011, Volume I*, a cura di A. Segal, J. Młynarczyk, M. Burdajewicz e M. Schuler, Haifa, pp. 86-127.
- FABRY N. B. 2006, *Piedi di uomini tra i forni di Albinia*, in “Acta archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae”, LVII, pp. 219-224.
- FERNANDEZ A. F., ABAD. P. V., NOVOA A. A. R. 2022, *3D photogrammetry as a tool for studying erosive processes at a Roman coastal site: the case of the Roman fish-salting plant at Sobreira (Vigo, Spain)*, in “Archaeological and Anthropological Sciences”, 14:32, pp. 1-21.
- FORRER R. 1942, *Archäologisches zur Geschichte des Schuhs aller Zeiten*, Schönenwerd, Bally Schuhmuseum “Haus Felsgarten”.
- GANSSER-BURCHKHARDT A. 1940, *Die frühzeitliche Handwerkersiedlung am Petersberg in Basel*, in “Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte”, 2, pp. 10-29.
- GARCIA A., BELLIDO A. 1970, *Estudios sobre la Legio VII Gemina y su campamento en León*, Leon.
- GHIOTTO A. R. 2018, *Considerazioni sul teatro e sul quartiere degli spettacoli, L'anfiteatro d'Aquileia Ricerche d'archivio e nuove indagini di scavo* a cura di P. Basso, Quingentole (MN), pp. 253-260.
- GHIOTTO A. R., BERTO S., DEIANA R., FIORATTO G., FURLAN G. 2018, *Il teatro romano di Aquileia: l'individuazione dell'edificio e lo scavo della cavea*, in *Fasti online Documents & Research 404: 1-20*: www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2018-404.pdf.

GHIOTTO A. R., BERTO S., FIORATTO G., ZANUS-FORTES V. 2020, *Lo scavo del teatro romano di Aquileia: ricerche in corso*, in “Quaderni Friulani di archeologia”, XXX, pp. 27-46.

GHIOTTO A. R., FIORATTO G., FURLAN G. 2021, *Il teatro romano di Aquileia: lo scavo dell'aditus maximus settentrionale e dell'edificio scenico*, in *Fasti online Documents & Research 495:1-24*: <http://www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2021-495.pdf>

GOLDMAN N. 2001, *Roman Footwear*, in *The world of Roman costume*, a cura di J. L. Sebesta e L. Bonfante, (prima edizione 1999), Madison, pp. 101-129.

GREENE E. M. 2019, *Metal fittings on the Vindolanda shoes Footwear and evidence for podiatric knowledge in the Roman world*, in *Shoes, slippers, and sandals: feet and footwear in classical antiquity*, a cura di S. Pickup e S. Waite, Londra, pp. 310-324.

GUIDI G., RUSSO M., BERARDIN J. A. 2010, *Acquisizione 3D e modellazione poligonale*, Milano.

HARDERER H. 2020, *Des semelles clouteés au “45 rue de Thillois” a Reims (Marne, FR)*, in “Instrumentum”, n. 51, pp. 45-55.

HARJULA J. 2008, *Before the Heels, Footwear and Shoemaking in Turku in the Middle Age and in the Beginning of the Early Modern Period*, vol. 15, *Archaeologia Medii Aevi Finlandiae*, Saarijärvi.

HASSANI F. 2015, *Documentation of cultural heritage; techniques, potentials, and constraints*, in “The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences”, XL5-/W7, pp. 207-214.

ISTENIC I. 2005, *Evidence for a very late Republican siege at Grad near Reka in Western Slovenia*, in “Carnuntum Jahrbuch 2005”, pp. 77-87.

LAHARNAR B. 2009, *The Žerovnišček Iron Age hillfort near Bločice in the Notranjska region*, in “Arheoloski vestnik”, 60, pp. 97-157

LAHARNAR B. 2013, *Early Roman military equipment from the fortified settlements in the Notranjska region (SW Slovenia)*, Proceedings of the XVIIth Roman Military Equipment Conference: Weapons and Military Equipment in a Funerary Context t (XVII

Roman Military Equipment Conference, Zagreb, 24th – 27th May, 2010), Zagabria, pp. 379-392.

LAHARNAR B. 2016, *Small finds from the Roman fort at Nadleški hrib, the Notranjska region (SW Slovenia)*, in *The Roman army between the Alps and the Adriatic*, a cura di J. Horvat, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 31, Založba ZRC, pp. 85-97.

LAI D. S., LEUNG A. K. H., CHAN D., CHING S. H. 2019, *Cultural heritage preservation using new media methods: Yingxian Wooden Pagoda, China*, in “Virtual Archaeology Review”, 10 (21), pp. 103-115.

LIVA G. 2021, *Digital identities. Technologies for the Conservation, Reconstruction and Fruition of the Sculptural Heritage*, in “Disegnarecon”, 14/27, pp. 12.1-12.20.

MARADO L. M., RIBEIRO J. 2018, *Biological Profile Estimation Based on Footprints and Shoeprints from Bracara Augusta Figlinae (Brick Workshops)*, in “Heritage”, 1, pp. 33-44.

MELI P. 2014, *La ricostruzione 3d in ambito archeologico e possibile utilizzo nel campo delle infrastrutture stradali: analisi delle potenzialità delle tecniche image-based*, Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Palermo.

MONETA C. 2010, *Der Vicus des römischen Kastells Saalburg*, vol. 2, Mainz.

MORALES J. R., MONTORO J. L. F., SANCHEZ J. S., ENRICH L. B. D. L. 2012, *Los clavi caligarii o tachuelas de caliga. Elementos identificadores de las calzadas romanas*, in “Lucentum”, XXXI, pp. 147–164.

MORILLO A., DOMINGUEZ J. S. 2013, *Material constructivo latercio procedente del campamento de la Legio VII Gemina en Leon. La intervencion arqueologica de Puerta Obispo*, in “Lucentum”, XXXII, pp. 147-170.

PADLEY T. G. 1991, *The roman shoes*, in *The wooden, leather and bone objects from Castle Street, Carlisle*, a cura di S. Winnterbottom, Kendal: The Cumberland and Westmorland Antiquarian and Archaeological Society, pp. 228-243.

PARRINELLO S., MICELI. A., GALASSO F. 2020, *From digital survey to serious game. A process of knowledge for the Ark of Mastino II*, in “Disegnarecon”, 14/27, pp. 17.1-17.22

- PEGORETTI G. 1863, *Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione*, vol. I-II, Milano.
- PETRASSI M. 1976, *Torna alla luce l'ipogeo di Trebio Giusto*, in "Capitolium", anno LI, n. 2-3, pp. 17-32.
- PHILIPS J. B. 2001, *Leather*, in *Myos Hormos – Quseir al-Qadim: A Roman and Islamic port site on the Red Sea Coast of Egypt*, a cura di L. Blue, University of Southampton, Southampton.
- POLLINI J. 1978, *Studies in Augustan Historical Reliefs*, University of California, Berkeley.
- REDDÉ M. 2003, *Alesia: l'archeologie face a l'imaginaire*, Parigi.
- REMONDINO F., POLI D. 2014, *Back to the future: il ritorno della Fotogrammetria*, in "GEOmedia", 18(2), 6-8.
- ROSSINI O. 2006, *Ara Pacis*, Mondadori, Roma.
- RUPNIK E, DAAKIR M., DESEILLIGNY M. P. 2017, *MicMac a free, open-source solution for photogrammetry*, in "Open Geospatial Data Software and Standards", 2, 14, pp. 1-9.
- RUSSO M., GUIDI G., REMONDINO F. 2011, *Principali tecniche e strumenti per il rilievo tridimensionale in ambito archeologico*, in "Archeologia e Calcolatori", 22, pp. 169-198.
- SETTE G. 2000, *L'abbigliamento*, Museo della Civiltà Romana, 22, Roma.
- SMITH C. R. 1864, *Catalogue of the Museum of London Antiquities, collected by and the property of CRS*, Londra.
- STYLIANIDIS E., REMONDINO F. 2016, *3D Recording, Documentation and Management of Cultural Heritage*, Caithness, Scozia.
- VELDMEIJER A. J. 2007, *Preliminary report on leatherwork from Roman Berenike, Egyptian Red Sea Coast (1994-2000)*, in "PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology", 1, pp. 1-36.

VOLKEN M. 2011, *Les clous de chaussure du site de Pfyngut*, in *Pfyn/Finges, évolution d'un terroir de la plaine du Rhône: le site archéologique de "Pfyngut"* a cura di O. Paccolat, *Archaeologia Vallesiana*, 4, Losanna, Svizzera, pp. 315-391.

VOLKEN M., 2014, *Archaeological Footwear: Development of Shoe Patterns and Styles from Prehistory til the 1600's*, Zwolle.

WINNTERBOTTOM S. 2001, *Leather*, in *Survey and excavations Mons Claudianus 1987–1993, volume II, excavations: part 1* a cura di W. A. Maxfield e D. P. S. Peacock, Parigi, pp. 313-353.

ZANNI S., DE ROSA A., MALASPINA M., FORTUNATI M. 2014, *Applicazioni di Structure from Motion (SFM) e realizzazioni di fotopiani georeferenziati nell'ambito dell'archeologia d'emergenza*, in "Archeomatica", 4, pp. 6-9.