

In questa sede saranno quindi affrontate esclusivamente le problematiche relative alle forme di messa in opera dei mattoni cotti nei paramenti murari dell'edificio, che saranno analizzate e discusse nelle loro caratteristiche tecniche e dimensionali al fine di trarre possibili indicazioni sull'organizzazione del cantiere, sulle dinamiche costruttive, e sul rapporto tra queste opere murarie dell'edificio per spettacoli e quelle di altri contesti monumentali di Gortina romana che ne fecero largo uso<sup>297</sup>.

L'analisi si basa su un approccio di tipo quantitativo (dimensionale) e statistico e mira quindi anche ad integrare gli studi mensiocronologici già condotti sulle murature di Gortina romana e utili a fornire informazioni sulle potenzialità dei parametri mensurali della muratura quali indicatori cronologici. Sebbene questo approccio alle strutture possieda un alto potenziale informativo è bene notare che esso va necessariamente usato con grande cautela, soprattutto per quanto riguarda le possibili relazioni tra i caratteri dimensionali dell'apparecchiatura laterizia e la cronologia assoluta del costruito.

Se infatti, come noto, da diversi anni una solida tradizione di studi ha cercato di porre in relazione i caratteri mensurali delle apparecchiature laterizie con le datazioni degli edifici, ponendo all'attenzione degli studiosi un possibile strumento di analisi, va anche detto che esso presenta considerevoli rischi se usato in forma non accuratamente calibrata con le varianti regionali e non attentamente connessa con le datazioni stratigrafiche degli edifici analizzati.

Il lungo percorso di studi sull'argomento fu iniziato con la definizione del concetto di modulo proposto da G. Lugli<sup>298</sup> nel 1957 ed applicato successivamente in Grecia da R. Ginouvès nel 1972 attraverso un ampio studio di casi di paramenti in laterizio cotto del panorama ellenico<sup>299</sup>. Un utilizzo sistematico del dato metrico si deve successivamente anche a J. C. Biers nel caso delle terme sulla strada del *Lechaion* di Corinto<sup>300</sup>, e a P. Aupert, che nel 1990 applicò e codificò una metodologia a partire da una vasta campionatura di edifici in laterizio ad Argo<sup>301</sup>. A lui si deve un intervento innovativo in materia con l'introduzione di un nuovo parametro rappresentato dal coefficiente di densità (*d*), un indice che permette di visualizzare e raffrontare in forma grafica e numerica (con valore unico) i valori metrici della tessitura muraria, ponendo in relazione diretta le quantità di elementi fittili e le quantità di legante impiegati nella muratura<sup>302</sup>.

Questi studi e altri di minor impatto hanno trovato un'eco anche nel panorama gortinio a partire dagli anni Novanta del secolo scorso.

Già N. Masturzo<sup>303</sup> si servì infatti dell'approccio dimensionale e statistico per l'analisi dei paramenti delle terme della Megali Porta e dei templi Gemelli, anche se solo con il fondamentale studio di tutte le murature del Pretorio a cura di M. Livadiotti e G. Rocco<sup>304</sup>, seguito nel metodo da G. Montali per il caso del Teatro in località Kazinedes<sup>305</sup>, si assiste all'applicazione sistematica e su ampia scala dell'analisi dimensionale e statistica di una campionatura rilevante di paramenti di riferimento.

Infatti gli approfondimenti condotti nel caso del Pretorio hanno posto in relazione la cronologia degli edifici con una serie di valori dimensionali per parametri costruttivi quali gli spessori dei laterizi usati, gli spessori dei giunti, il rapporto quantitativo tra laterizi e legante (densità), il modulo, la lavorazione dei pezzi, la posa in opera e la variabilità dimensionale; questo procedimento ha consentito di proporre un'evoluzione nel tempo di un serie di misure che sembrano riflettere svariati fattori legati alla diversificazione produttiva del laterizio, ma anche alle modalità di lavoro, all'economicità della costruzione, all'accuratezza della messa in opera con possibili riferimenti a gruppi di maestranze diverse<sup>306</sup>.

La metodologia applicata da G. Rocco e M. Livadiotti nel caso degli edifici del complesso detto del Pretorio si discosta in alcuni punti da quella già adottata da P. Aupert ad Argo, dal momento che nel caso del caso gortinio si adotta una più attenta esegesi che va oltre l'analisi "semplificata" della densità delle murature e prende in esame anche separatamente e analiticamente lo spessore dei giunti e dei mattoni. Inoltre,

<sup>297</sup> Sull'uso del mattone cotto a Gortina e a Creta sono fondamentali i contributi di: Rocco 2000b; LIVADIOTTI-ROCCO 2004.

<sup>298</sup> V. LUGLI 1957, 583-584 (e 9-31 per un'introduzione critico-metodologica generale) e seguenti per gli esempi dei vari periodi. Ricordiamo in questa sede l'esteso utilizzo dell'archeometria soprattutto nell'ambito dell'architettura medievale, v. ad esempio BOATO 2008.

<sup>299</sup> GINOUVÈS 1972.

<sup>300</sup> BIRS 1985.

<sup>301</sup> AUPERT 1990. Altri approfondimenti sui centri romani della Grecia settentrionale (Salonico, Dion, Filippi) sono in VITTI 1993.

<sup>302</sup> Alcuni accenni su questo parametro sono già in GINOUVÈS 1972, 218 che riprendeva note in proposito di R. Cagnat del 1904 e di V.

Chapot del 1916 (riferimenti in GINOUVÈS 1972, 218, n. 1). Grazie a questo parametro è possibile monitorare nel tempo il rapporto d'uso tra il più costoso materiale fittile e il più economico legante. Le evidenze mostrano come nel corso dell'età imperiale si assista ad una progressiva riduzione del valore, che denota una tendenza ad usare meno massivamente il laterizio a favore delle miscele essicanti, così da ridurre i costi della produzione (AUPERT 1990, 596 e *passim*).

<sup>303</sup> MASTURZO-TARDITI 1994/95.

<sup>304</sup> ROCCO 2000a; LIVADIOTTI 2000a; 2000b; 2004.

<sup>305</sup> MONTALI 2004 e 2006.

<sup>306</sup> ROCCO 2000b, 171.

sulla scorta di quanto già fatto da N. Masturzo e C. Tarditi<sup>307</sup>, in questo studio viene introdotto il calcolo dello scarto quadratico medio (detto anche deviazione standard o scarto tipo) per operare una stima della variabilità delle misure riscontrate nelle apparecchiature laterizie (spessori, moduli).

L'analisi delle murature del Teatro del *Pythion* si inserisce dal punto di vista metodologico in questa serie di studi che hanno proficuamente affrontato le forme del costruire in laterizio a Gortina.

Il caso in oggetto intende offrire un contributo a tale complicato studio che si auspica significativo perché fornisce una serie consistente di dati dimensionali corredati da una datazione delle strutture che risulta sufficientemente affidabile grazie all'indagine stratigrafica condotta e discussa in questo stesso volume.

Così, l'esame condotto mira anche a verificare e affinare le curve di evoluzione cronologica dei singoli parametri già proposte dagli studiosi citati.

J. B.

#### La campionatura dei dati

L'analisi dei paramenti in mattoni cotti del Teatro del *Pythion* è stata condotta prevalentemente nel corso della campagna di ricerca del 2014 e si è svolta attraverso una preliminare revisione di tutte le murature realizzate con fronti in laterizio e con una successiva selezione di una serie rappresentativa di 21 campioni di paramento (Tav. 11.24; Fig. 42); su questi sono state eseguite le misurazioni e i rilievi che permettono ora di disporre di una base di dati decisamente superiore a quella disponibile e utilizzata in passato per lo stesso edificio prima delle indagini sistematiche ivi condotte<sup>308</sup>. Si fornisce di seguito un breve elenco delle murature realizzate con paramenti in mattone cotto con indicazione dei campioni in esse esaminati, connotati dalla sigla "CP"<sup>309</sup>. Si precisa inoltre che per la fase di costruzione (Sottofase Ia: prima metà del II sec. d.C.) sono stati individuati e valutati 20 campioni (CP2-CP21), mentre per la fase di ristrutturazione (Sottofase Ib: fine II-inizi III sec. d.C.) è stato possibile individuare un solo campione (CP1).

- Muro di sostegno rettilineo della parte orientale della cavea (US 1 = US 166): CP15 e CP16.
- Tamponature delle nicchie ricavate sul muro semicircolare di delimitazione inferiore della cavea (US 273): CP1.
- Muri del passaggio ipogeo sottoposto al palcoscenico (US 423): CP 2.
- Muro di fronte-scena (US 20): CP6, CP7, CP11, CP12.
- Muro di fondo delle nicchie sulla fronte meridionale del muro di fronte-scena (US 20): CP 8.
- Muro di avancorpo della parte inferiore del muro di fronte-scena (US 20): CP3, CP4, CP5.
- Pilastro orientale nell'ambiente laterale («B») dell'edificio scenico (US 220): CP13, CP14.
- Pilastro occidentale nell'ambiente laterale («B») dell'edificio scenico (US 206): CP9.
- Muro occidentale dell'ambiente laterale («B») dell'edificio scenico (US 386): CP10.
- Muro semicircolare di sostegno della cavea e di separazione tra il primo e il secondo ordine: CP 17, CP 18.
- Muri sostruttivi radiali della cavea: CP19, CP20, CP21.

I campioni sono stati selezionati in base al miglior stato di conservazione del paramento nelle diverse fabbriche del Teatro, cercando di prendere in considerazione porzioni sufficientemente rappresentative di ogni parte costruttiva. In alcune zone sono stati presi in esame due campioni della stessa muratura sfruttando alcuni settori che conservano ancora ampi brani di cortina intatta (soprattutto nell'edificio scenico e nel muro di sostegno rettilineo dell'orchestra).

In ogni campione di paramento in mattone cotto è stata considerata l'unità standard (detta modulo) costituita da 10 mattoni e da dieci giunti di malta tra loro interposti<sup>310</sup>; tali porzioni forniscono

<sup>307</sup> MASTURZO-TARDITI 1994/95. V. anche le analisi eseguite da G. Montali all'interno del suo studio generale sul Teatro di Kazinedes (MONTALI 2006, 104-110).

<sup>308</sup> Le misure riferibili al Teatro del *Pythion* effettuate da G. Rocco (ROCCO 2000a, 85-86, n. 122: *d* = 1,74, modulo: 64-67 e impiego di laterizi 29,5×4 cm) e riportate anche da G. Montali (MONTALI 2006, 108, n. 306) vennero acquisite da una sola campionatura effettuata sulla "muratura dell'ambaculo interno".

<sup>309</sup> L'analisi e la schedatura delle murature che impiegano il matto-

ne cotto, come la selezione dei relativi campioni, ha naturalmente riguardato solo la metà orientale dell'edificio riportata alla luce dalle campagne di scavo, ma riflette con ogni probabilità (per simmetria costruttiva) l'articolazione strutturale dell'altra metà del complesso solo parzialmente nota.

<sup>310</sup> Primo ad utilizzare il modulo fu G. Lugli per Roma, basandosi però su misurazioni realizzate su 5 corsi di laterizi e 5 giunti. Per quanto riguarda l'analisi del modulo v. LUGLI 1957 e STEINBY 1974. Il modulo di 10 corsi e 10 giunti è applicato in altri contesti gortini (Roc-



singolarmente dati di valore dimensionale sufficientemente consistenti per le analisi statistiche e tali da annullare o mitigare effetti distorsivi provocati da variabilità di singoli elementi all'interno di campioni più ridotti, utilizzati talvolta in passato, costituiti da cinque corsi di mattoni e da cinque giunti di malta.

I parametri presi in esame per ciascun campione sono i seguenti:

- spessore dei mattoni<sup>311</sup> nei valori minimo, massimo, medio;
- deviazione standard dello spessore dei mattoni<sup>312</sup>;
- spessore dei giunti di malta nei valori minimo, massimo, medio;
- deviazione standard dello spessore dei giunti di malta;
- modulo (10 corsi di laterizi e 10 giunti);
- densità nel modulo, intesa come rapporto tra la somma degli spessori dei mattoni e la somma degli spessori dei giunti di malta<sup>313</sup>.

Inoltre, per ottenere una visione complessiva dell'attività di cantiere sarà valutata la deviazione standard tra i valori dei diversi moduli e la deviazione standard tra i valori della densità nei diversi moduli.

Di seguito si fornisce il quadro analitico completo delle misure registrate (Tabb. 11.24a-e).

Analisi e discussione dei dati: l'opera testacea nel Teatro del *Pythion* e le sequenze mensiocronologiche (Sottofase Ia, prima metà del II sec. d.C.)

I dati analitici fino ad ora raccolti sulle modalità di apparecchiatura delle cortine murarie in laterizio dell'edificio teatrale appaiono decisamente utili per avanzare alcune considerazioni di sintesi sulle modalità costruttive delle fabbriche studiate nel quadro storico-architettonico che ha come punto di riferimento essenziale il centro di Gortina e, in ottica più allargata, anche il panorama storico-edilizio della Grecia di età imperiale. Va infatti considerato che la specifica prassi costruttiva del laterizio cotto come rivestimento di nuclei cementizi inizia ad affermarsi diffusamente sia in Grecia sia a Gortina tra la fine del I sec. d.C. e l'inizio del II sec. d.C.<sup>314</sup>, per poi divenire preponderante nelle cortine murarie dei grandi monumenti pubblici del Mediterraneo centro orientale dalla seconda metà dello stesso secolo<sup>315</sup>.

L'obiettivo di questa breve sintesi è di comparare i dati dimensionali sull'apparechiatura delle muraure del Teatro del *Pythion* con una ricca base di dati omologhi già raccolti per altri edifici in Grecia e a Gortina che sono confluiti in tentativi di analisi storico-edilizia e di seriazione mensiocronologica delle murature in laterizio cotto.

Come già accennato, il caso qui studiato potrà fornire un contributo non indifferente a questi fini di ricerca sia per la quantità di nuovi dati sia per il decisivo vantaggio di presentare una serie di informazioni tecniche, dimensionali e quantitative agganciate ad una cronologia assoluta fondata su basi stratigrafiche.

Per questi motivi il caso in questione offre anche alcuni spunti per la sempre viva discussione sul complesso metodo che sta alla base dell'approccio statistico alle modalità di costruzione delle murature e delle considerazioni storico-cronologiche che esso può generare.

#### Lo spessore dei mattoni

Il punto di partenza della riflessione è necessariamente costituito dai caratteri del materiale laterizio con cui i paramenti vennero realizzati<sup>316</sup>.

co 2000b, 176, nota 9) riprendendo la prassi utilizzata dalla scuola francese nel caso di Argo (AUPERT 1990, 595).

<sup>311</sup> I valori dello spessore dei mattoni sono stati già considerati nell'analisi tipologica dei laterizi impiegati (cfr. par. 11.3.2); tale parametro viene qui ripreso perché risulta uno degli elementi decisivi, assieme allo spessore dei giunti, per la lettura delle dimensioni complessive dei moduli.

<sup>312</sup> Cfr. n. 37 per la definizione di tale indicatore. Come detto, si tratta di un parametro utile per comprendere l'omogeneità dei valori all'interno di una serie di misure che nel caso specifico sono proprie di elementi o di parti architettoniche. Sull'uso di questo parametro v. Roc-

co 2000b, 174. Qualche annotazione di cautela in merito è espressa da MASTURZO-TARDITI 1994/95, 259.

<sup>313</sup> O dal rapporto tra lo spessore medio dei mattoni di un modulo e lo spessore medio dei giunti di malta dello stesso modulo.

<sup>314</sup> I paramenti in laterizio sono attestati per la prima volta nella II fase del Pretorio, cioè all'inizio del II sec. d.C., cfr. LIVADIOTTI-ROCCO 2004, 741.

<sup>315</sup> ROCCO-LIVADIOTTI 2000, 67.

<sup>316</sup> Per la proposta di curva mensiocronologica relativa agli spessori v. Rocco 2000b, fig. 172.

CAMPIONE 2				CAMPIONE 3					
	misura relativa	misura assoluta	Valori di sintesi			misura relativa	misura assoluta	Valori di sintesi	
	cm	cm				cm	cm		
M1	3,6	3,6	Mattoni spess. totale	33,70	M1	4,4	4,4	Mattoni spess. totale	40,70
G1	2,7	6,3	Mattoni spess. medio	3,37	G1	3,3	7,7	Mattoni spess. medio	4,07
M2	3,6	9,9	Mattoni spess. min-max	3,1-3,7	M2	3,4	11,1	Mattoni spess. min-max	3,2-4,9
G2	3	12,9	Mattoni spess. dev. stand.	0,2	G2	2,9	14	Mattoni spess. dev. stand.	0,49
M3	3,3	16,2			M3	4,3	18,3		
G3	2,8	19	Giunti spess. totale	29,90	G3	2,8	21,1	Giunti spess. totale	26,30
M4	3,4	22,4	Giunti spess. medio	2,99	M4	4,3	25,4	Giunti spess. medio	2,63
G4	3,1	25,5	Giunti spess. min-max	2,6-3,6	G4	1,9	27,3	Giunti spess. min-max	1,9-3,3
M5	3,2	28,7	Giunti spess. dev. stand.	0,33	M5	4,2	31,5	Giunti spess. dev. stand.	0,44
G5	2,6	31,3			G5	2,3	33,8		
M6	3,7	35	Densità	1,13	M6	3,8	37,6	Densità	1,55
G6	2,8	37,8	Modulo	63,60	G6	2,5	40,1	Modulo	67,00
M7	3,2	41			M7	4,9	45		
G7	3,6	44,6	Mattoni lungh. min-max	24-37	G7	2	47	Mattoni lungh. min-max	22-30
M8	3,2	47,8	Mattoni lungh. media	28,93	M8	4	51	Mattoni lungh. media	26,66
G8	2,8	50,6	Mattoni lungh. dev. stand.	4,96	G8	2,8	53,8	Mattoni lungh. dev. stand.	3,03
M9	3,4	54			M9	3,2	57		
G9	3,5	57,5			G9	2,8	59,8		
M10	3,1	60,6			M10	4,2	64		
G10	3	63,6			G10	3	67		

CAMPIONE 4					CAMPIONE 5				
	misura relativa	misura assoluta	Valori di sintesi			misura relativa	misura assoluta	Valori di sintesi	
	cm	cm				cm	cm		
M1	4,3	4,3	Mattoni spess. totale	40,70	M1	3,5	3,5	Mattoni spess. totale	35,70
G1	2,7	7	Mattoni spess. medio	4,07	G1	2,9	6,4	Mattoni spess. medio	3,57
M2	3,6	10,6	Mattoni spess. min-max	3,6-5	M2	3,4	9,8	Mattoni spess. min-max	3,3-3,9
G2	3	13,6	Mattoni spess. dev. stand.	0,42	G2	2,8	12,6	Mattoni spess. dev. stand.	0,21
M3	3,9	17,5			M3	3,7	16,3		
G3	2,5	20	Giunti spess. totale	27,10	G3	2,7	19	Giunti spess. totale	27,10
M4	4	24	Giunti spess. medio	2,71	M4	3,8	22,8	Giunti spesso.medio	2,71
G4	2,8	26,8	Giunti spess. min-max	2,2-3,5	G4	2,7	25,5	Giunti spess. min-max	2,2-3,0
M5	3,9	30,7	Giunti spess. dev. stand.	0,36	M5	3,5	29	Giunti spess. dev. stand.	0,28
G5	2,8	33,5			G5	3	32		
M6	4	37,5	Densità	1,50	M6	3,3	35,3	Densità	1,32
G6	3,5	41	Modulo	67,80	G6	3	38,3	Modulo	62,80
M7	3,8	44,8			M7	3,3	41,6		
G7	2,7	47,5	Mattoni lungh. min-max	21-29,5	G7	2,4	44	Mattoni lungh. min-max	21-31
M8	4,5	52	Mattoni lungh. media	25,65	M8	3,5	47,5	Mattoni lungh. media	23,58
G8	2,6	54,6	Mattoni lungh. dev. stand	2,15	G8	3	50,5	Mattoni lungh. dev. stand	2,33
M9	3,7	58,3			M9	3,9	54,4		
G9	2,3	60,6			G9	2,4	56,8		
M10	5	65,6			M10	3,8	60,6		
G10	2,2	67,8			G10	2,2	62,8		

Tab. 11.24a. Tabelle riassuntive delle misure di spessore e lunghezza dei laterizi, di spessore dei giunti e del modulo nei 20 campioni di paramento pertinenti alla Sottofase Ia.

Per quanto riguarda il primo parametro dello spessore (Tab. 11.25) si è potuto notare che i mattoni campionati presentano misure molto variabili con valori distribuiti tra 2.8 e 6.0 cm<sup>317</sup> e uno spettro di oscillazione piuttosto ampio in tutti i singoli campioni; la media tra tutti i pezzi è di 4.07 cm, valore attorno al quale si attestano anche quasi tutte le medie dei singoli campioni. I valori che più si discostano da questa media sono quelli relativi ai campioni 15 e 16, appartenenti entrambi al muro di sostegno rettilineo

<sup>317</sup> Su tale importante questione della variabilità si tornerà in seguito attraverso la valutazione della deviazione standard delle misure.



CAMPIONE 6				CAMPIONE 7							
misura relativa		misura assoluta		Valori di sintesi		misura relativa		misura assoluta		Valori di sintesi	
cm		cm				cm		cm			
M1	3,5	3,5		Mattoni spess. totale	40,80	M1	4	4		Mattoni spess. totale	41,10
G1	2,1	5,6		Mattoni spess. medio	4,08	G1	2,5	6,5		Mattoni spess. medio	4,10
M2	4,2	9,8		Mattoni spess. min-max	3,5-4,5	M2	4,2	10,7		Mattoni spess. min-max	3,4-4,6
G2	3	12,8		Mattoni spess. dev. stand.	0,3	G2	3,3	14		Mattoni spess. dev. stand.	0,37
M3	4,2	17				M3	4	18			
G3	2	19		Giunti spess. totale	25,10	G3	2	20		Giunti spess. totale	25,90
M4	4,3	23,3		Giunti spess. medio	2,51	M4	4,6	24,6		Giunti spesso.medio	2,59
G4	2,1	25,4		Giunti spess. min-max	1,7-3,4	G4	1,8	26,4		Giunti spess. min-max	1,8-3,3
M5	4,2	29,6		Giunti spess. dev. stand.	0,6	M5	4,4	30,8		Giunti spess. dev. stand.	0,51
G5	1,7	31,3				G5	2	32,8			
M6	4,5	35,8		Densità	1,63	M6	4,2	37		Densità	1,59
G6	2,5	38,3		Modulo	65,90	G6	3	40		Modulo	67,00
M7	3,7	42				M7	3,4	43,4			
G7	3,4	45,4		Mattoni lungh. min-max	21-29	G7	2,6	46		Mattoni lungh. min-max	24-38
M8	3,9	49,3		Mattoni lungh. media	26,46	M8	4,3	50,3		Mattoni lungh. media	26,53
G8	3,3	52,6		Mattoni lungh. dev. stand	2,68	G8	3,1	53,4		Mattoni lungh. dev. stand	3,5
M9	4	56,6				M9	4,4	57,8			
G9	3,1	59,7				G9	2,6	60,4			
M10	4,3	64				M10	3,6	64			
G10	1,9	65,9				G10	3	67			

CAMPIONE 8				CAMPIONE 9					
misura relativa		misura assoluta		misura relativa		misura assoluta		Valori di sintesi	
cm		cm		cm		cm			
M1	4,5	4,5	Mattoni spess. totale	43,60	M1	4,4	4,4	Mattoni spess. totale	39,80
G1	2,5	7	Mattoni spess. medio	4,36	G1	2,6	7	Mattoni spess. medio	3,98
M2	4,4	11,4	Mattoni spess. min-max	3,8-4,7	M2	4,4	11,4	Mattoni spess. min-max	3,1-4,6
G2	2,5	14	Mattoni spess. dev. stand.	0,28	G2	2,4	13,8	Mattoni spess. dev. stand.	0,49
M3	3,8	17,8			M3	3,9	17,7		
G3	2,1	19,9	Giunti spess. totale	25,70	G3	2,6	20,3	Giunti spess. totale	25,20
M4	4,7	24,6	Giunti spess. medio	2,57	M4	4	24,3	Giunti spesso. medio	2,52
G4	2,6	27,2	Giunti spess. min-max	1,7-3,6	G4	2,9	27,2	Giunti spess. min-max	1,7-3,6
M5	4,6	31,8	Giunti spess. dev. stand.	0,54	M5	3,8	31	Giunti spess. dev. stand.	0,49
G5	1,6	33,4			G5	3	34		
M6	4	37,4	Densità	1,70	M6	3,9	37,9	Densità	1,58
G6	2,6	40	Modulo	65,00	G6	2,1	40	Modulo	65,00
M7	4,3	44,3			M7	4,6	44,6		
G7	2,1	46,4	Mattoni lungh. min-max	21,5-30	G7	2,2	46,8	Mattoni lungh. min-max	15-31
M8	4,5	50,9	Mattoni lungh. media	26,37	M8	3,1	49,9	Mattoni lungh. media	22,75
G8	2,7	53,6	Mattoni lungh. dev. stand	3,11	G8	2,1	52	Mattoni lungh. dev. stand	4,26
M9	4,2	57,8			M9	4,4	56,4		
G9	3,6	61,4			G9	3,6	60		
M10	4,6	66			M10	3,3	63,3		
G10	3,3	69,3			G10	1,7	65		

Tab. 11.24b. Tabelle riassuntive delle misure di spessore e lunghezza dei laterizi, di spessore dei giunti e del modulo nei 20 campioni di paramento pertinenti alla Sottofase Ia.

della cavea (US 166). Rispetto alla media di 4.07 cm essi presentano uno spessore medio di 4.58 cm (4.3-5.3 cm) e 4.72 cm (4.2-6.0 cm).

La media generale appare vistosamente non conforme (perché più elevata) rispetto a quelle registrate nella maggior parte degli edifici coevi della prima metà del II sec. d.C. (media 3.5 cm) dello stesso complesso<sup>318</sup>, che è anche l'unico ad offrire campioni datati in via stratigrafica e quindi validi. Questo parziale sallineamento tra i dati dimensionali medi dei laterizi del Teatro del *Pythion* e i dati fino ad ora disponibili per Gortina merita però di essere approfondito per essere realmente capito.

<sup>318</sup> Rocco 2000b, 186, fig. 176.

CAMPIONE 10				CAMPIONE 11					
	misura relativa	misura assoluta	Valori di sintesi			misura relativa	misura assoluta	Valori di sintesi	
	cm	cm				cm	cm		
M1	4,4	4,4	Mattoni spess. totale	41,00	M1	3,5	3,5	Mattoni spess. totale	39,00
G1	2,6	7	Mattoni spess. medio	4,10	G1	1,9	5,4	Mattoni spess. medio	3,90
M2	4,1	11,1	Mattoni spess. min-max	3,7-4,4	M2	4,3	9,7	Mattoni spess. min-max	3,5-4,3
G2	1,7	12,8	Mattoni spess. dev. stand.	0,24	G2	2,8	12,5	Mattoni spess. dev. stand.	0,29
M3	4,4	17,2			M3	3,8	16,3		
G3	3	20,2	Giunti spess. totale	26,00	G3	2,7	19	Giunti spess. totale	23,90
M4	4,3	24,5	Giunti spess. medio	2,60	M4	3,8	22,8	Giunti spesso.medio	2,39
G4	2,5	27	Giunti spess. min-max	1,7-3,5	G4	2,2	25	Giunti spess. min-max	1,9-3
M5	4	31	Giunti spess. dev. stand.	0,5	M5	3,8	28,8	Giunti spess. dev. stand.	0,39
G5	2,5	33,5			G5	2,7	31,5		
M6	4,3	37,8	Densità	1,58	M6	4	35,5	Densità	1,63
G6	2,7	40,5	Modulo	67,00	G6	3	38,5	Modulo	62,90
M7	3,9	44,4			M7	3,5	42		
G7	2	46,4	Mattoni lungh. min-max	24-34	G7	2	44	Mattoni lungh. min-max	21-29
M8	3,7	50,1	Mattoni lungh. media	26,5	M8	4,3	48,3	Mattoni lungh. media	26,45
G8	3,5	53,6	Mattoni lungh. dev. stand	2,55	G8	2	50,3	Mattoni lungh. dev. stand	2,25
M9	3,9	57,5			M9	4,2	54,5		
G9	3	60,5			G9	2,5	57		
M10	4	64,5			M10	3,8	60,8		
G10	2,5	67			G10	2,1	62,9		

CAMPIONE 12				CAMPIONE 13					
	misura relativa	misura assoluta	Valori di sintesi			misura relativa	misura assoluta	Valori di sintesi	
	cm	cm				cm	cm		
M1	4,4	4,4	Mattoni spess. totale	39,90	M1	3,4	3,4	Mattoni spess. totale	37,00
G1	2,1	6,5	Mattoni spess. medio	3,99	G1	2,7	6,1	Mattoni spess. medio	3,70
M2	4	10,5	Mattoni spess. min-max	3,3-4,4	M2	3,9	10	Mattoni spess. min-max	2,8-4,2
G2	2,3	12,8	Mattoni spess. dev. stand.	0,32	G2	2	12	Mattoni spess. dev. stand.	0,43
M3	4,4	17,2			M3	4,2	16,2		
G3	2,3	19,5	Giunti spess. totale	24,60	G3	3,2	19,4	Giunti spess. totale	27,10
M4	3,8	23,3	Giunti spess. medio	2,46	M4	3,6	23	Giunti spesso.medio	2,70
G4	2	25,3	Giunti spess. min-max	1,8-3,2	G4	2,7	25,7	Giunti spess. min-max	1,9-3,5
M5	4	29,3	Giunti spess. dev. stand.	0,44	M5	3,8	29,5	Giunti spess. dev. stand.	0,61
G5	2,7	32			G5	2,1	31,6		
M6	4	36	Densità	1,62	M6	3,8	35,4	Densità	1,37
G6	3	39	Modulo	64,50	G6	1,9	37,3	Modulo	64,10
M7	3,3	42,3			M7	4,2	41,5		
G7	2,7	45	Mattoni lungh. min-max	21,5-29	G7	3,5	45	Mattoni lungh. min-max	20-33
M8	4	49	Mattoni lungh. media	25,55	M8	2,8	47,8	Mattoni lungh. media	24,69
G8	3,2	52,2	Mattoni lungh. dev. stand	2	G8	3,4	51,2	Mattoni lungh. dev. stand	2,97
M9	3,8	56			M9	3,3	54,5		
G9	1,8	57,8			G9	2,3	56,8		
M10	4,2	62			M10	4	60,8		
G10	2,5	64,5			G10	3,3	64,1		

CAMPIONE 12				CAMPIONE 13					
	misura relativa	misura assoluta	Valori di sintesi			misura relativa	misura assoluta	Valori di sintesi	
	cm	cm				cm	cm		
M1	4,4	4,4	Mattoni spess. totale	39,90	M1	3,4	3,4	Mattoni spess. totale	37,00
G1	2,1	6,5	Mattoni spess. medio	3,99	G1	2,7	6,1	Mattoni spess. medio	3,70
M2	4	10,5	Mattoni spess. min-max	3,3-4,4	M2	3,9	10	Mattoni spess. min-max	2,8-4,2
G2	2,3	12,8	Mattoni spess. dev. stand.	0,32	G2	2	12	Mattoni spess. dev. stand.	0,43
M3	4,4	17,2			M3	4,2	16,2		
G3	2,3	19,5	Giunti spess. totale	24,60	G3	3,2	19,4	Giunti spess. totale	27,10
M4	3,8	23,3	Giunti spess. medio	2,46	M4	3,6	23	Giunti spesso.medio	2,70
G4	2	25,3	Giunti spess. min-max	1,8-3,2	G4	2,7	25,7	Giunti spess. min-max	1,9-3,5
M5	4	29,3	Giunti spess. dev. stand.	0,44	M5	3,8	29,5	Giunti spess. dev. stand.	0,61
G5	2,7	32			G5	2,1	31,6		
M6	4	36	Densità	1,62	M6	3,8	35,4	Densità	1,37
G6	3	39	Modulo	64,50	G6	1,9	37,3	Modulo	64,10
M7	3,3	42,3			M7	4,2	41,5		
G7	2,7	45	Mattoni lungh. min-max	21,5-29	G7	3,5	45	Mattoni lungh. min-max	20-33
M8	4	49	Mattoni lungh. media	25,55	M8	2,8	47,8	Mattoni lungh. media	24,69
G8	3,2	52,2	Mattoni lungh. dev. stand	2	G8	3,4	51,2	Mattoni lungh. dev. stand	2,97
M9	3,8	56			M9	3,3	54,5		
G9	1,8	57,8			G9	2,3	56,8		
M10	4,2	62			M10	4	60,8		
G10	2,5	64,5			G10	3,3	64,1		

Tab. 11.24c. Tabelle riassuntive delle misure di spessore e lunghezza dei laterizi, di spessore dei giunti e del modulo nei 20 campioni di paramento pertinenti alla Sottofase Ia.

Infatti per la citata variabilità tra le misure e la tendenza di questa a raggrupparsi in alcuni gruppi la valutazione della sola media non soddisfa e rischia anzi di essere fuorviante<sup>319</sup>.

Così, un'osservazione più attenta delle misure singole, delle misure minime e massime e delle frequenze delle misure (moda) nei singoli campioni, utile appunto a dipanare la semplificazione numerica data dalla

<sup>319</sup> La scarsa rappresentatività della media aritmetica in presenza di gruppi di elementi distinti tra loro all'interno di una muratura è stata notata e rilevata anche da MASTURZO-TARDITI 1994/95, 260, per alcune strutture delle Terme della Megali Porta. L'uso di lotti di materiali diversi, che è estremamente significativo in termini di filiera produttiva, risulta di fatto mascherata e sottovalutata dall'uso delle medie,

che risultano invece idonee e ben rappresentative quando le forniture di elementi costruttivi è omogenea e necessita di un valore unico come efficace "riassunto" di minime variabilità. Nel caso dell'uso di più tipi e gruppi di materiali sarebbe opportuno l'impiego di più valori medi per rendere l'immagine effettiva delle procedure di approvvigionamento e uso del materiale.



CAMPIONE 14				CAMPIONE 15			
	misura relativa cm	misura assoluta cm	Valori di sintesi		misura relativa cm	misura assoluta cm	Valori di sintesi
M1	4,4	4,4	Mattoni spess. totale 42,10	M1	4,3	4,3	Mattoni spess. totale 45,80
G1	2,1	6,5	Mattoni spess. medio 4,21	G1	3,1	7,4	Mattoni spess. medio 4,58
M2	3,8	10,3	Mattoni spess. min-max 3,2-5,8	M2	4,3	11,7	Mattoni spess. min-max 4,3-5,3
G2	3	13,3	Mattoni spess. dev. stand. 0,71	G2	2,7	14,4	Mattoni spess. dev. stand. 0,36
M3	3,5	16,8		M3	4,6	19	
G3	2,2	19	Giunti spess. totale 22,50	G3	2,5	21,5	Giunti spess. totale 23,70
M4	4,5	23,5	Giunti spess. medio 2,25	M4	4,3	25,8	Giunti spesso medio 2,37
G4	1,7	25,2	Giunti spess. min-max 1,7-3	G4	2,2	28	Giunti spess. min-max 1,7-3,1
M5	4,4	29,6	Giunti spess. dev. stand. 0,37	M5	4,4	32,4	Giunti spess. dev. stand. 0,49
G5	2,6	32,2		G5	2,1	34,5	
M6	3,2	35,4	Densità 1,87	M6	5,3	39,8	Densità 1,93
G6	2,6	38	Modulo 64,60	G6	1,7	41,5	Modulo 69,50
M7	4,5	42,5		M7	4,5	46	
G7	2	44,5	Mattoni lungh. min-max 18-28	G7	3	49	Mattoni lungh. min-max 20-37
M8	4	48,5	Mattoni lungh. media 24,08	M8	4,4	53,4	Mattoni lungh. media 27,33
G8	2	50,5	Mattoni lungh. dev. stand 3,05	G8	2,1	55,5	Mattoni lungh. dev. stand 5,37
M9	5,8	56,3		M9	4,5	60	
G9	2,2	58,5		G9	2,6	62,6	
M10	4	62,5		M10	5,2	67,8	
G10	2,1	64,6		G10	1,7	69,5	

CAMPIONE 16				CAMPIONE 17			
	misura relativa cm	misura assoluta cm	Valori di sintesi		misura relativa cm	misura assoluta cm	Valori di sintesi
M1	4,4	4,4	Mattoni spess. totale 47,20	M1	3,7	3,7	Mattoni spess. totale 41,70
G1	2,5	6,9	Mattoni spess. medio 4,72	G1	2,7	6,4	Mattoni spess. medio 4,17
M2	4,7	11,6	Mattoni spess. min-max 4,2-6	M2	4,2	10,6	Mattoni spess. min-max 3,6-4,8
G2	2	13,6	Mattoni spess. dev. stand. 0,55	G2	2,6	13,2	Mattoni spess. dev. stand. 0,39
M3	4,6	18,2		M3	4,6	17,8	
G3	2,3	20,5	Giunti spess. totale 21,80	G3	2,4	20,2	Giunti spess. totale 26,80
M4	5	25,5	Giunti spess. medio 2,18	M4	4,3	24,5	Giunti spesso medio 2,68
G4	1,5	27	Giunti spess. min-max 1,5-2,8	G4	3,1	27,6	Giunti spess. min-max 1,8-3,2
M5	5	32	Giunti spess. dev. stand. 0,37	M5	4,4	32	Giunti spess. dev. stand. 0,4
G5	1,8	33,8		G5	2,8	34,8	
M6	6	39,8	Densità 2,17	M6	3,6	38,4	Densità 1,56
G6	2,5	42,3	Modulo 69,00	G6	1,8	40,2	Modulo 68,50
M7	4,2	46,5		M7	4,8	45	
G7	2,3	48,8	Mattoni lungh. min-max 18-37	G7	3	48	Mattoni lungh. min-max 20-31
M8	4,2	53	Mattoni lungh. media 27,82	M8	3,8	51,8	Mattoni lungh. media 24,96
G8	2,8	55,8	Mattoni lungh. dev. stand 6,04	G8	2,7	54,5	Mattoni lungh. dev. stand 3,54
M9	4,2	60		M9	4	58,5	
G9	2	62		G9	2,5	61	
M10	4,9	66,9		M10	4,3	65,3	
G10	2,1	69		G10	3,2	68,5	

Tab. 11.24d. Tabelle riassuntive delle misure di spessore e lunghezza dei laterizi, di spessore dei giunti e del modulo nei 20 campioni di paramento pertinenti alla Sottofase Ia.

media, rivela una significativa percentuale (circa il 25%) di mattoni di spessore ridotto (tra 3.1 e 3.6 cm) riconducibili alla tipologia del *pedales* in uso all'epoca<sup>320</sup> e quasi certamente una ridotta percentuale (attorno al 16%) di materiali di spessore considerevole (4.5-4.6) riconducibili ai *bessales* usati in età traianea a Gortina<sup>321</sup>. Questo rivela una coerenza tra una parte consistente del materiale usato nel Teatro e quello abitualmente impiegato a Gortina tra la fine del I sec. d.C. e la prima metà del II sec. d.C.

L'attenzione va poi posta su una percentuale di laterizi decisamente elevata, pari a quasi il 60%, che presenta spessori molto vicini alla media generale di 4 cm e di modulo greco (25×25 cm), di cui si è già discusso precedentemente. Questi laterizi, per quanto ad oggi noto, sono usati in questo periodo solo

CAMPIONE 18				CAMPIONE 19			
	misura relativa cm	misura assoluta cm	Valori di sintesi		misura relativa cm	misura assoluta cm	Valori di sintesi
M1	4,2	4,2	Mattoni spess. totale 42,10	M1	4,4	4,4	Mattoni spess. totale 41,30
G1	2,4	6,6	Mattoni spess. medio 4,21	G1	3,8	8,2	Mattoni spess. medio 4,13
M2	4,1	10,7	Mattoni spess. min-max 3,6-4,8	M2	3,8	12	Mattoni spess. min-max 3,7-4,7
G2	2,3	13	Mattoni spess. dev. stand. 0,36	G2	2,8	14,8	Mattoni spess. dev. stand. 0,36
M3	4	17		M3	3,7	18,5	
G3	2,2	19,2	Giunti spess. totale 22,20	G3	2	20,5	Giunti spess. totale 23,10
M4	3,8	23	Giunti spess. medio 2,22	M4	4,1	24,6	Giunti spesso medio 2,31
G4	2,3	25,3	Giunti spess. min-max 1,8-2,9	G4	1,1	25,7	Giunti spess. min-max 1,1-3,8
M5	4,4	29,7	Giunti spess. dev. stand. 0,31	M5	4,7	30,4	Giunti spess. dev. stand. 0,76
G5	1,8	31,5		G5	2,1	32,5	
M6	4,8	36,3	Densità 1,90	M6	4	36,5	Densità 1,79
G6	1,8	38,1	Modulo 64,30	G6	3	39,5	Modulo 64,40
M7	4,6	42,7		M7	3,9	43,4	
G7	2,1	44,8	Mattoni lungh. min-max 15-29,5	G7	2,1	45,5	Mattoni lungh. min-max 17-38
M8	4,2	49	Mattoni lungh. media 23,27	M8	3,8	49,3	Mattoni lungh. media 27,12
G8	2,1	51,1	Mattoni lungh. dev. stand 4,7	G8	1,5	50,8	Mattoni lungh. dev. stand 5,38
M9	4,4	55,5		M9	4,7	55,5	
G9	2,9	58,4		G9	2,3	57,8	
M10	3,6	62		M10	4,2	62	
G10	2,3	64,3		G10	2,4	64,4	

CAMPIONE 20				CAMPIONE 21			
	misura relativa cm	misura assoluta cm	Valori di sintesi		misura relativa cm	misura assoluta cm	Valori di sintesi
M1	4,2	4,2	Mattoni spess. totale 41,10	M1	4,3	4,3	Mattoni spess. totale 39,20
G1	2,4	6,6	Mattoni spess. medio 4,11	G1	2,7	7	Mattoni spess. medio 3,92
M2	3,4	10	Mattoni spess. min-max 3,4-4,7	M2	3,3	10,3	Mattoni spess. min-max 3,3-4,3
G2	3,4	13,4	Mattoni spess. dev. stand. 0,34	G2	3,5	13,8	Mattoni spess. dev. stand. 0,26
M3	3,9	17,3		M3	3,7	17,5	
G3	2,7	20	Giunti spess. totale 24,90	G3	2,6	20,1	Giunti spess. totale 25,80
M4	3,9	23,9	Giunti spess. medio 2,49	M4	3,9	24	Giunti spesso medio 2,58
G4	2,1	26	Giunti spess. min-max 1,8-3,4	G4	2,9	26,9	Giunti spess. min-max 1,8-3,5
M5	4,2	30,2	Giunti spess. dev. stand. 0,57	M5	4,1	31	Giunti spess. dev. stand. 0,52
G5	1,8	32		G5	2,8	33,8	
M6	4,7	36,7	Densità 1,65	M6	3,9	37,7	Densità 1,52
G6	2,1	38,8	Modulo 66,00	G6	1,8	39,5	Modulo 65,00
M7	4,2	43		M7	4,1	43,6	
G7	3,2	46,2	Mattoni lungh. min-max 14-30	G7	2,4	46	Mattoni lungh. min-max 19-30
M8	4,4	50,6	Mattoni lungh. media 22,2	M8	4	50	Mattoni lungh. media 26,16
G8	1,9	52,5	Mattoni lungh. dev. stand 5,44	G8	2,2	52,2	Mattoni lungh. dev. stand 3,55
M9	4	56,5		M9	4	56,2	
G9	3,1	59,6		G9	1,9	58,1	
M10	4,2	63,8		M10	3,9	62	
G10	2,2	66		G10	3	65	

Tab. 11.24e. Tabelle riassuntive delle misure di spessore e lunghezza dei laterizi, di spessore dei giunti e del modulo nei 20 campioni di paramento pertinenti alla Sottofase Ia.

nel cantiere del Teatro e il loro spessore risulta quindi anomalo per il panorama coevo, che vede utilizzati prevalentemente (e anche nello stesso Teatro) altri tipi di mattoni (*pedales*) di spessore inferiore (3.3-3.6 cm)<sup>322</sup>.

Lo spessore della maggioranza dei mattoni usati, che viene a determinare la media generale, trova riscontri, seppur leggermente più alti (4.25 cm), nei laterizi usati in alcuni edifici del Pretorio nella seconda metà del II sec. d.C. (fase IV.1); inoltre riscontri simili si ritrovano sia nei laterizi impiegati nelle strutture

<sup>320</sup> Rocco 2000a, 49-57, ripreso da LIVADIOTTI-ROCCO 2004, 743.<sup>321</sup> *Ibid.*, 28-48, ripreso da LIVADIOTTI-ROCCO 2004, 741-743.<sup>322</sup> Oltre che per queste considerazioni, il dato sull'elevato spessore di una particolare e dominante tipologia di laterizi usati è da tenere in alta considerazione, perché, come si dirà, esso risulta determinante per

la generazione di valori di moduli piuttosto elevati e superiori a quelli fino ad ora riscontrati per edifici di età adrianea o della prima metà del II sec. d.C.



Campione	Mattoni h. totale	Mattoni h. medio	Mattoni h. min-max	Mattoni h. dev. stand.
<b>Fase I</b>				
Campione 2	33,7	3,37	3,1-3,7	0,2
Campione 3	40,7	4,07	3,2-4,9	0,49
Campione 4	40,7	4,07	3,6-5	0,42
Campione 5	35,7	3,57	3,3-3,9	0,21
Campione 6	40,8	4,08	3,5-4,5	0,3
Campione 7	41,1	4,1	3,4-4,6	0,37
Campione 8	43,6	4,36	3,8-4,7	0,28
Campione 9	39,8	3,98	3,1-4,6	0,49
Campione 10	41	4,1	3,7-4,4	0,24
Campione 11	39	3,9	3,5-4,3	0,29
Campione 12	39,9	3,99	3,3-4,4	0,32
Campione 13	37	3,7	2,8-4,2	0,43
Campione 14	42,1	4,21	3,2-5,8	0,71
Campione 15	45,8	4,58	4,3-5,3	0,36
Campione 16	47,2	4,72	4,2-6	0,55
Campione 17	41,7	4,17	3,6-4,8	0,39
Campione 18	42,1	4,21	3,6-4,8	0,36
Campione 19	41,3	4,13	3,7-4,7	0,36
Campione 20	41,1	4,11	3,4-4,7	0,34
Campione 21	39,2	3,92	3,3-4,3	0,26
Media Fase I	40,68			
Tutti i pezzi		4,07	2,8-6	0,47

Tab. 11.25. Spessore in cm dei mattoni nei vari campioni di paramento.

campione esaminato sia della combinata analisi tipologica. Infatti la sola disponibilità della media dello spessore dei mattoni del Teatro e la sua proiezione sulla curva mensiocronologica degli spessori dei laterizi di altri edifici gortinii, sarebbero risultate in larga misura fuorvianti, perché avrebbero portato ad assimilare pezzi e murature che condividono solo tale specifico valore dimensionale, ma che sono risultati appartenere a tipi completamente diversi e a momenti di produzione ed uso pure differenti.

In sintesi la lettura degli spessori dei laterizi usati nel Teatro operata oltre la generale media centimetrica e anche in relazione alla tipologia dei pezzi rivela che in questo edificio vennero usati due lotti di laterizi di tradizione romana, simili a quelli diffusi tra la fine del I sec. d.C. e la prima metà del II sec. d.C. in altri edifici gortinii, e un terzo maggioritario lotto di pezzi molto particolari, di tradizione modulare e dimensionale greca, che non trova riscontro all'epoca in altri complessi edilizi.

Questo uso congiunto di mattoni di spessore e tipologie diverse entro lo stesso edificio nello stesso momento storico sottolinea la difficoltà o il valore solo parziale che assume in questi casi il valore medio quale dato rappresentativo di una popolazione disomogenea. Da qui emerge la necessità di costruire seriazioni statistiche e curve mensiocronologiche attraverso linee di valori minimi e massimi, o meglio attraverso l'impiego di medie diversificate per nuclei omogenei di dati quando questi, come nel caso in questione, si presentano con una certa evidenza.

Il dato acquisito permette pertanto di integrare la curva mensiocronologica relativa agli spessori dei mattoni in uso a Gortina nella prima metà del II sec. d.C. riaffermando, da un lato, l'uso di mattoni *pedales* di spessore attorno ai 3.5 cm e di mattoni *bessales* di spessore attorno ai 4.5 cm, ma introducendo anche, dall'altro, la novità dell'impiego di materiali con valori medi prossimi ai 4 cm, documentati fino ad ora solo per la seconda parte del secolo. È così evidente che materiali pressoché identici per il singolo parametro dimensionale dello spessore prossimo ai 4 cm, ma ben diversi per tipologia e tradizione produttiva, erano utilizzati in periodi diversi nel corso dei decenni che occupano buona parte del II sec. d.C.

<sup>323</sup> V. l'ottimo lavoro di MELFI 2007, 69, 71, 84, per l'uso di laterizi *pedales* di 3.6-4.0 cm nella fase IV (160-180 d.C.). In una fase posteriore alla IV (IV.2: età severiana) la ristrutturazione dell'edificio porta ad usare laterizi con spessore di 4/4.2 cm in una ghiera di mattoni e nelle

del santuario di Lebena (3.6-4 cm), datate al terzo quarto del II sec. d.C. in base a considerazioni storico-epigrafiche<sup>323</sup>, sia nel teatro in località Kazinedes (4.0 cm), datato all'incirca nello stesso periodo (150-180 d.C.) sulla base del confronto tecnico-edilizio con le strutture del Pretorio<sup>324</sup>, che resta quindi l'unico caso di solido riferimento. Al di fuori di Gortina, potrebbe risultare interessante il dato offerto da Argo, che ha restituito per questo periodo (prima metà del II sec. d.C.) mattoni dello spessore molto prossimo ai 4 cm, ma va notato che sono state avanzate fondate proposte di slittamento di tale cronologia verso la seconda metà dello stesso secolo<sup>325</sup>.

Tutti questi riferimenti possono sembrare termini comparativi utili per i laterizi di spessore pari a 4 cm usati nel Teatro, ma la coerenza è solo apparente e formale, perché in questi complessi della seconda metà del II sec. d.C. (Pretorio, teatro di Kazinedes, Lebena) viene impiegato sempre il *pedales* di spessore di 4/4.2 cm e mai la tipologia del mattone greco impiegato nel Teatro, apparentato al mattone romano, diffuso successivamente, solo dallo spessore.

Emerge in questo caso l'importanza sia dell'agancio alla dirimente datazione stratigrafica del

campione esaminato sia della combinata analisi tipologica.

Infatti la sola disponibilità della media dello spessore dei mattoni del Teatro e la sua proiezione sulla curva mensiocronologica degli spessori dei laterizi di altri edifici gortinii, sarebbero risultate in larga misura fuorvianti, perché avrebbero portato ad assimilare pezzi e murature che condividono solo tale specifico valore dimensionale, ma che sono risultati appartenere a tipi completamente diversi e a momenti di produzione ed uso pure differenti.

In sintesi la lettura degli spessori dei laterizi usati nel Teatro operata oltre la generale media centimetrica e anche in relazione alla tipologia dei pezzi rivela che in questo edificio vennero usati due lotti di laterizi di tradizione romana, simili a quelli diffusi tra la fine del I sec. d.C. e la prima metà del II sec. d.C. in altri edifici gortinii, e un terzo maggioritario lotto di pezzi molto particolari, di tradizione modulare e dimensionale greca, che non trova riscontro all'epoca in altri complessi edilizi.

Questo uso congiunto di mattoni di spessore e tipologie diverse entro lo stesso edificio nello stesso momento storico sottolinea la difficoltà o il valore solo parziale che assume in questi casi il valore medio quale dato rappresentativo di una popolazione disomogenea. Da qui emerge la necessità di costruire seriazioni statistiche e curve mensiocronologiche attraverso linee di valori minimi e massimi, o meglio attraverso l'impiego di medie diversificate per nuclei omogenei di dati quando questi, come nel caso in questione, si presentano con una certa evidenza.

Il dato acquisito permette pertanto di integrare la curva mensiocronologica relativa agli spessori dei mattoni in uso a Gortina nella prima metà del II sec. d.C. riaffermando, da un lato, l'uso di mattoni *pedales* di spessore attorno ai 3.5 cm e di mattoni *bessales* di spessore attorno ai 4.5 cm, ma introducendo anche, dall'altro, la novità dell'impiego di materiali con valori medi prossimi ai 4 cm, documentati fino ad ora solo per la seconda parte del secolo. È così evidente che materiali pressoché identici per il singolo parametro dimensionale dello spessore prossimo ai 4 cm, ma ben diversi per tipologia e tradizione produttiva, erano utilizzati in periodi diversi nel corso dei decenni che occupano buona parte del II sec. d.C.

absidi dell'edificio.

<sup>324</sup> V. MONTALI 2006, tab. 1.

<sup>325</sup> V. Rocco 2000b, 176-178 e fig. 172.

Ad ogni modo per capire il rischio di eccessive schematizzazioni nella definizione dei parametri cronologici è forse utile menzionare nell'analisi dello spessore dei mattoni usati nel corso del II sec. d.C. il caso delle strutture della prima fase delle Terme della Megali Porta<sup>326</sup>: non oggetto di scavo stratigrafico e già datato all'età adrianea nel primo impianto, l'edificio è stato più tardi attribuito all'età antoniniana avanzata<sup>327</sup>, ma mostra laterizi di spessore medio comunque maggiore (4.6 cm) a quelli riscontrati nel Teatro del *Pythion*, nel complesso del Pretorio e nel Teatro in località Kazinedes. Così pure indicativo della difficoltà del riscontro comparativo è il fatto che altri riferimenti agli spessori dei laterizi usati nelle fabbriche qui studiate sono in murature molto più tarde (seconda metà del III sec. d.C.) di alcuni edifici del Pretorio<sup>328</sup>.

Per effetto dei differenziati caratteri dimensionali dei materiali messi in opera, fino ad ora discussi, molto particolare risulta il dato sulla deviazione standard degli spessori dei mattoni nella relativa curva mensiocronologica elaborata per Gortina<sup>329</sup>. Si è già visto infatti nello studio tipologico dei mattoni che lo spessore medio di 4.07 cm è accompagnato da un valore di deviazione standard molto elevato (0.47) e pure mai registrato negli altri casi di Gortina, che mostrano al Pretorio (0.07 e 0.18)<sup>330</sup> e al Teatro in località Kazinedes (0.16)<sup>331</sup> valori di molto inferiori. L'anomalia è leggibile da una lettura approfondita della sequenza di misure di spessore, cui già si è fatto cenno, che rivela un'accentuata dispersione delle stesse e frequenze piuttosto elevate tra misure anche molto diverse. Una percentuale prossima al 20% è costituita da pezzi di misure comprese tra 3.2 e 3.5 cm, una percentuale più elevata (62%) occupa la frazione tra 3.8 e 4.4 cm e una quantità inferiore (circa 16%) presenta invece spessori superiori ai 4.4 cm.

Come già osservato nel corso dello studio tipologico dei mattoni, questa spiccata variabilità è indice di un utilizzo di materiale eterogeneo, forse da ricondurre alla provenienza da forniture diverse o alla produzione di diverse figline, oppure di un impiego di materiale di spoglio<sup>332</sup>.

Il dato registrato al Teatro del *Pythion* esce di molto dall'andamento tendenziale della linea<sup>333</sup> registrata per tutta l'età romana imperiale, toccando livelli che sono documentati solo per l'età bizantina. La particolare e inusuale logica di approvvigionamento del materiale rende pertanto questo valore "eccezionale" e decisamente poco utile per integrare la curva mensiocronologica in questione.

A fronte di questa bassa valenza statistica in relazione al periodo, la fortissima diversificazione del materiale impiegato e la derivata elevata deviazione vanno tenute in massima considerazione perché assumono un'importanza fondamentale nel seguito dell'analisi degli altri parametri mensiocronologici. La presenza di almeno tre nuclei di mattoni di diverso spessore influisce infatti in modo decisivo sullo spessore dei giunti, sul modulo e sulla densità, condizionandone i valori e il significato nel quadro mensiocronologico.

#### Lo spessore dei giunti di malta

Come appena anticipato, l'accentuata variabilità dello spessore dei laterizi, letta attraverso l'elevata deviazione standard (0.47 cm), produce chiaramente conseguenze significative anche sullo spessore dei giunti di malta utilizzati nei paramenti del Teatro del *Pythion* e nella proiezione dei valori relativi sulle curve mensiocronologiche legate a questo parametro<sup>334</sup>.

La misura dello spessore dei giunti di malta di allettamento mostra valori compresi tra 1.1 cm e 3.8 cm con un valore medio di 2.52 cm (Tab. 11.26).

Si tratta di spessori decisamente elevati se paragonati a quelli di edifici di poco precedenti o coevi presenti al Pretorio (1.5 cm)<sup>335</sup>, come in altri siti greci<sup>336</sup>, ma superiori anche a quelli riscontrati nei paramenti laterizi del teatro in località Kazinedes, che mostrano un valore medio generale di 1.9 cm<sup>337</sup>, datato sulla scorta del confronto con le strutture del Pretorio alla fase del 150-180 d.C.

<sup>326</sup> V. su questo complesso MASTURZO-TARDITI 1994/95.

<sup>327</sup> Da Rocco 2000b, 185.

<sup>328</sup> *Ibid.*, 186, fig. 176.

<sup>329</sup> Rocco 2000b, fig. 175.

<sup>330</sup> *Ibid.*, 186, figg. 175-176.

<sup>331</sup> MONTALI 2006, 105, tab. 1.

<sup>332</sup> È possibile che i laterizi del Teatro del *Pythion* non siano stati realizzati appositamente per la fabbrica di questo edificio, ma possono aver fatto parte di un deposito precedente o di più figline con produ-

zione per impieghi su larga scala. Su queste dinamiche v. anche MASTURZO-TARDITI 1994/95, 258.

<sup>333</sup> Rocco 2000b, 183, fig. 175.

<sup>334</sup> V. *ibid.*, figg. 173, 175.

<sup>335</sup> *Ibid.*, 186, fig. 176.

<sup>336</sup> Ad Argo lo spessore dei giunti sale anche al di sopra dei 2 cm nella prima metà del II sec., ma non raggiunge mai i valori riscontrati nel caso in esame.

<sup>337</sup> MONTALI 2006, 105, tab. 1.



Campione	Giunti h. totale	Giunti h. medio	Giunti h. min-max	Giunti h. dev. stand.
<b>Fase I</b>				
Campione 2	29,9	2,99	2,6-3,6	0,33
Campione 3	26,3	2,63	1,9-3,3	0,44
Campione 4	27,1	2,71	2,2-3,5	0,36
Campione 5	27,1	2,71	2,2-3	0,28
Campione 6	25,1	2,51	1,7-3,4	0,6
Campione 7	25,9	2,59	1,8-3,3	0,51
Campione 8	25,7	2,57	1,7-3,6	0,54
Campione 9	25,2	2,52	1,7-3,6	0,49
Campione 10	26	2,6	1,7-3,5	0,5
Campione 11	23,9	2,39	1,9-3	0,39
Campione 12	24,6	2,46	1,8-3,2	0,44
Campione 13	27,1	2,7	1,9-3,5	0,61
Campione 14	22,5	2,25	1,7-3	0,37
Campione 15	23,7	2,37	1,7-3,1	0,49
Campione 16	21,8	2,18	1,5-2,8	0,37
Campione 17	26,8	2,68	1,8-3,2	0,4
Campione 18	22,2	2,22	1,8-2,9	0,31
Campione 19	23,1	2,31	1,1-3,8	0,76
Campione 20	24,9	2,49	1,8-3,4	0,57
Campione 21	25,8	2,58	1,8-3,5	0,52
Medie Fase I	25,24			
Tutti i pezzi		2,52	1,1-3,8	0,5

Tab. 11.26. Spessore in cm dei giunti di malta nei vari campioni di paramento.

delle varie porzioni strutturali di tale marcata variabilità di spessore dei giunti può essere un buon riflesso di come le modalità di stesura dei livelli di allettamento, rivelatisi piuttosto disomogenea, fosse probabilmente attuata dalle medesime maestranze o da gruppi omogenei dal punto di vista delle prassi di cantiere<sup>342</sup>. Ugualmente l'elevato spessore dei giunti e la loro disomogeneità potrebbero in parte essere dovuti anche ad un'attività di cantiere piuttosto affrettata e/o dalla volontà di ridurre il numero dei laterizi da impiegare.

Tuttavia il fattore più importante che dovette determinare tali caratteristiche anomale per il periodo di riferimento va identificato nel tipo di materiale fittile impiegato, che, come già accennato, presentava sensibili differenze di spessori e la cui messa in opera poteva aver richiesto l'impiego di giunti di allettamento variabili e spesso consistenti per pareggiare la superficie orizzontale di attesa delle assise di mattoni il loro spessore non costante<sup>343</sup>.

Quindi anche nella valutazione degli spessori dei giunti di malta, il disallineamento tra i valori riscontrati al Teatro del *Pythion* e la curva mensiocronologica deve essere valutata con molta cautela e risulta facilmente comprensibile come conseguenza diretta della tipologia del particolare materiale impiegato.

Pertanto nel caso dell'altezza dei giunti la presente analisi integra la curva mensiocronologica di Gortina per lo specifico parametro con un valore che, per le citate ragioni, appare discordante da quelli fino ad ora registrati e torna a suggerire una realistica dose di flessibilità nella definizione delle tendenze dimensionali dei vari periodi.

A. B.

<sup>338</sup> Nella prima fase di questo complesso lo spessore dei giunti varia da 1,8 a 2,8 cm con media di 2,2 (MASTURZO-TARDITI 1994/95, 261).

<sup>339</sup> L'inquadramento cronologico originario ad età adrianea non deriva da scavi stratigrafici. Per la revisione della datazione v. ROCCO 2000b, 185.

<sup>340</sup> V. *ibid.*, 185. La seconda fase di questo edificio è realizzata con uno spessore dei giunti compreso tra 2,0 e 3,0 cm (MASTURZO - TARDITI

1994/95, 263).

<sup>341</sup> A confronto la deviazione standard dei giunti dei paramenti del Teatro in località Kazinedes è pari a 0,352 (MONTALI 2006, 105, tab. 1).

<sup>342</sup> V. ROCCO 2000b, 171.

<sup>343</sup> Come osserva per alcuni contesti ROCCO 2000b, 172, e nota 6 per l'esempio dell'acquedotto adrianeo di Corinto.

### Il modulo

Valutazioni simili derivano anche dall'analisi dei valori del parametro del modulo per i paramenti laterizi del Teatro del *Pythion* e e dal confronto con la specifica curva formulata per Gortina<sup>344</sup> come per altri siti greci. Poiché infatti il valore del modulo ha alla base i valori di spessore dei mattoni e dei giunti di malta, le anomalie di periodo di questi, sopra evidenziate, trovano in esso una diretta conseguenza.

L'uso di laterizi di tipologia particolare e spesso elevato, come l'uso derivato di giunti di notevole spessore produce un modulo variabile tra un minimo di 62,8 cm e un massimo di 69,5 cm per un valore medio di 65,7 cm (Tab. 11.27).

Questo dato appare decisamente elevato per il periodo di realizzazione del Teatro del *Pythion*, quando sono documentati nella città cretese moduli di circa 50-57 cm (Pretorio, fasi IIIa-c)<sup>345</sup>. Non molto diverso è il panorama riscontrato ad Argo, dove i valori medi dei moduli per la prima metà del II sec. d.C. oscillano tra i 52 e i 64 cm<sup>346</sup>.

Il modulo registrato nelle murature qui studiate è invece vicino ad alcune misure registrate nel complesso del Pretorio (fasi IV.1-2, V)<sup>347</sup> per edifici del periodo compreso tra la metà del II e la metà del III sec. d.C. Il valore del modulo riscontrato (65,7 cm) diverge invece abbastanza significativamente da quello ricavato dalle murature dei due complessi del teatro in località Kazinedes (60 cm) e delle Terme della Megali Porta (68-72 cm) che sono entrambi datati nell'ambito del II sec. d.C. con preferenza per la seconda parte del periodo<sup>348</sup>. Va peraltro notato che questi due grandi edifici non possiedono una propria datazione generata da indagini stratigrafiche, ma sono riferiti a questa fase proprio sulla base del confronto tecnico edilizio con le murature del Pretorio, che resta quindi l'unico punto di riferimento utile sul piano comparativo.

Anche per il parametro del modulo i dati del Teatro forniscono quindi indicazioni che risultano non allineate con quelle degli esempi coevi e piuttosto simili a quelli di parecchi decenni più tardi. Come accennato, tale evidenza apparentemente anomala si spiega facilmente con l'impiego di una tipologia particolare di mattoni, di maggior altezza rispetto a quelli in uso negli altri edifici nel periodo di riferimento (prima parte del II sec. d.C.), e con l'alto spessore dei giunti, derivato dalla particolare variabilità del materiale impiegato. Questi fattori producono chiaramente moduli più elevati della media che tornano ad essere riscontrati per la seconda parte del secolo per l'effetto dell'entrata in uso di mattoni di altra tipologia ma di spessore simile (*pedales* da 4 cm). Ancora una volta quindi le particolarità del materiale producono esiti dimensionali che impongono di valutare e riarticolare con la dovuta flessibilità la curva mensiocronologica del modulo fino ad ora prodotta, inserendo il valore medio di 65,7 come ulteriore riferimento (pur forse eccezionale) attestato per la prima metà del II sec. d.C.

La deviazione standard tra i valori dei moduli del Teatro del *Pythion* (2,0) risulta invece simile a quella del Teatro in località Kazinedes (2,0) ed è riflesso di valori tra loro non particolarmente distanti e distribuiti in tutte le aree dell'edificio. L'impressione che si ricava da questo valore di riferimento è quella di una certa omogenea distribuzione delle modalità operative e quindi di maestranze nelle varie parti dell'edificio.

Campione	Densità	Modulo
<b>Fase I</b>		
Campione 2	1,13	63,6
Campione 3	1,55	67,0
Campione 4	1,50	67,8
Campione 5	1,32	62,8
Campione 6	1,63	65,9
Campione 7	1,59	67,0
Campione 8	1,70	65,0
Campione 9	1,58	65,0
Campione 10	1,58	67,0
Campione 11	1,63	62,9
Campione 12	1,62	64,5
Campione 13	1,37	64,1
Campione 14	1,87	64,6
Campione 15	1,93	69,5
Campione 16	2,17	69,0
Campione 17	1,56	68,5
Campione 18	1,90	64,3
Campione 19	1,79	64,6
Campione 20	1,65	66,0
Campione 21	1,52	65,0
Medie Fase I	1,63	65,71
Tutti i pezzi	0,23	2,0

Tab. 11.27. Il modulo in cm e la densità nei vari campioni di paramento.

<sup>344</sup> ROCCO 2000b, 173, fig. 170.

<sup>345</sup> *Ibid.*, 186, fig. 176.

<sup>346</sup> AUPERT 1990, 616-617, 625, graph. 4-5.

<sup>347</sup> ROCCO 2000b, 186, fig. 176.

<sup>348</sup> Per il teatro: MONTALI 2006, 105, tab. 1.



Come per gli spessori dei mattoni e per gli spessori dei giunti, non si notano concentrazioni o polarizzazioni a cluster di specifici valori in determinate aree delle fabbriche tali da poter far pensare a nuclei di operatori distinti per tradizione operativa e area costruttiva di pertinenza.

### La densità

La valutazione, fin qui condotta, degli spessori di mattoni e di giunti e del valore del modulo non sono sufficienti da soli a contribuire ad una esaustiva valutazione tecnica e comparativa delle murature, poiché non offrono una lettura adeguata del rapporto tra i primi due valori e quindi delle forme d'uso di laterizi e malta nelle murature. Per ovviare a questo problema è stato calcolato e utilizzato il coefficiente di densità media ( $d$ ) (Tab. 11.27). Questo valore può servire ad ottenere un dato unitario facilmente rappresentabile e raffrontabile con l'omologo di altre murature, oltretutto molto prezioso nel valutare il rapporto tra il pregiato (dal punto di vista economico e statico) materiale fittile e le meno costose malte. È chiaro peraltro che il valore di densità non va disgiunto da quelli separati dello spessore dei mattoni e dei giunti perché essi possono talvolta perdere evidenza quando combinati nello stesso coefficiente di densità<sup>349</sup>.

Nel caso delle murature di prima fase del Teatro del *Pythion* il coefficiente di densità  $d$  possiede un ampio spettro di variabilità. Esso infatti risulta compreso tra 1.13 e 2.17 per una media di 1.63.

Il valore medio non appare tuttavia sufficientemente rappresentativo delle pratiche di cantiere e di un panorama edilizio diversificato per funzioni delle murature. Scendendo nel dettaglio dei diversi valori, possiamo infatti notare come la densità più bassa (1.13) si riscontra nel campione 2, rilevato sulla muratura interna dei corridoi ipogei del palcoscenico. Mattoni relativamente piccoli (3.37 cm) e malta piuttosto abbondante (2.99 cm) portano ad una densità bassa per una muratura non troppo accurata, che non necessitava in effetti di particolare stabilità in quanto priva di carico imposto (se non quello delle lastre del palcoscenico). Altri valori di densità piuttosto bassa (e inferiore alla media di 1.63) si riscontrano in altre murature dal valore statico non particolarmente importante.

Si notano invece coefficienti molto elevati (1.87; 1.93; 2.17; 1.9; 1.79) in un gruppo di paramenti riferibili a murature portanti dell'edificio da spettacolo, come il pilastro angolare dell'ambiente laterale della scena (CP 14), il muro di sostegno rettilineo della cavea (CP 15 e 16) e ancora i muri di sostruzione della stessa (CP 18 e 19). Il dato è determinato dallo spessore consistente dei mattoni e dalla sottigliezza dei giunti relativi, indicatore di abbondanza di laterizi e buona messa in opera per una migliore stabilità. Questa era evidentemente appositamente ricercata attraverso una messa in opera consapevole per strutture che nel panorama statico del Teatro erano chiamate a supportare la maggiore forza in termini di spinta laterale o di compressione verticale.

Nella comparazione tra il coefficiente di densità riscontrato nelle murature del Teatro del *Pythion* e l'andamento della corrispondente curva mensiocronologica fino ad ora fissata per Gortina<sup>350</sup> risulta evidente che sia il valore medio (1.63) sia i valori ancora inferiori del gruppo di murature a ridotta valenza statica appaiono notevolmente più bassi di quelli medi riscontrati nell'epoca di costruzione del Teatro e per tutto il II sec. d.C. sia nel complesso del Pretorio (fasi IIIb-c e IV.1)<sup>351</sup> sia in altri edifici della città<sup>352</sup>. Qualche riscontro per valori così bassi si registra a Creta e in Grecia solo dalla fine del II sec. d.C.<sup>353</sup> e ugualmente tale riduzione progressiva dei coefficienti di densità è documentata a Gortina solo a partire dalla fine del III sec. d.C.<sup>354</sup>.

<sup>349</sup> Il problema più evidente, come nota G. Rocco (2000b, 172), emerge quando il rapporto tra mattoni spessi e giunti grossolani producono un indice di densità simile a quello che risulta dall'uso di mattoni sottili con giunti sottili. La valenza spesso non immediata di questo parametro è stata varie volte accertata in diversi contesti: v. MASTURZO-TARDITI 1994/95, 258; AUPERT 1990, 598.

<sup>350</sup> V. ROCCO 2000b, 181, fig. 174.

<sup>351</sup> *Ibid.*, 186, fig. 176. Un valore simile è invece riscontrato sporadicamente in un restauro di muratura collocato nella fase IIIa della prima metà del II sec. d.C.

<sup>352</sup> I valori medi riscontrati presso il Teatro del *Pythion* appaiono infatti più contenuti rispetto a quelli medi riscontrati nel caso del Teatro in località Kazinedes (2.1: MONTALI 2006, 105, tab. 1) e nelle Terme della Megali Porta (1.86-2.0: MASTURZO-TARDITI 1994/95).

<sup>353</sup> Il valore medio riscontrato presso il Teatro del *Pythion* presenta una qualche corrispondenza con i dati di alcuni monumenti di Argo e dell'*odeion* di Patrasso, molto simile per morfologia al Teatro del *Pythion* e databile immediatamente dopo la metà del II sec. d.C. (AUPERT 1990, 605, graph. 2). A Creta (LIVADIOTTI-ROCCO 2004, grafico a p. 748) vari monumenti mostrano coefficienti di densità attestati attorno al valore di 1.5 solo a partire dall'ultimo quarto del II sec. d.C., come nel caso della cisterna "gamma" di *Aptera* e della cisterna della villa di Minoa.

<sup>354</sup> Un valore di densità pari a 1.5 si registra anche nelle murature dell'anfiteatro di Gortina (RICCIARDI 2000), che viene datato tra la fine del II e l'inizio del III sec. d.C. (ROCCO 2000b, 185). Valori simili (1.4; 1.65) a quelli medi del Teatro si ritrovano in murature databili nella prima metà del III sec. d.C. (fasi IV.2, V).

Anche nella valutazione di questo tendenziale disallineamento dei valori di densità dagli omologhi valori di altre coeve murature gortinie o di contesti greci sembra necessario richiamare il decisivo condizionamento esercitato dai caratteri del materiale fittile usato. Infatti la già notata alta variabilità dello spessore dei mattoni e la conseguente necessità di impiego di letti di malta assai spessi a fine di livellamento dei letti di attesa dovette determinare un uso abbondante di malta così da generare valori di densità media bassi e non allineati con quelli abitualmente registrati per il periodo e nei casi di utilizzo di materiale fittile omogeneo<sup>355</sup>.

Queste considerazioni hanno pieno valore se si considerano i valori più bassi del coefficiente di densità (< 1.63), che illustrano l'assetto di una serie di campioni delle murature del Teatro, e mantengono complessivamente significato anche assumendo come riferimento il valore medio (1.63), che non risulta però effettivamente illustrativo della reale complessità del cantiere di costruzione nelle sue parti; si è visto infatti che esiste una serie di campioni e di murature dotate di specifico valore funzionale e statico con coefficienti di densità superiori alla media e fissati attorno al valore di 2 (cfr. *supra*: densità tra 1.79 e 2.17).

Enucleando questi campioni si potranno notare dettagli importanti: la realizzazione di queste parti prevede un lavoro più attento e oculato con scelta di mattoni di maggiore spessore rispetto alla media (4.13-4.72 cm) e con l'uso di letti di malta sempre inferiori rispetto alla media (2.18-2.37 cm), così da generare una struttura particolarmente compatta dal coefficiente di densità decisamente superiore alla media.

Tale coefficiente, a differenza di quelli delle parti meno curate e meno rilevanti dell'edificio, si avvicina significativamente a quelli riscontrati sia nella prima metà del II sec. d.C. (1.61; 2.33; 1.82) sia nella seconda parte del secolo (1.85) in vari edifici gortini del Pretorio (fasi IIIa-c, IV.1)<sup>356</sup>, nel teatro in località Kazinedes (2.1) e nelle Terme della Megali Porta (1.86-2.0)<sup>357</sup>. Similmente possiamo osservare come al di fuori di Creta i valori di densità riscontrati per queste murature di maggior cura risultano pressoché coincidenti con i valori di monumenti riscontrati ad Argo da P. Aupert di datazione oscillante tra l'epoca adrianea e la seconda metà del secolo<sup>358</sup>.

È bene però notare che anche in queste parti più curate della costruzione il valore di densità risente comunque in negativo della parziale disomogeneità del materiale usato e delle necessità di stesura di giunti anche piuttosto spessi per pareggiare i dislivelli tra i diversi tipi di mattoni.

Da questo breve ma significativo approfondimento sui differenziati valori di densità delle murature del Teatro del *Pythion* emerge con chiarezza l'importanza di un'analisi quanto più diversificata possibile delle varie parti della costruzione, che tenga presente non solo della media dei valori, spesso – forse troppo spesso – incapace di rivelare i caratteri reali di alcuni cantieri complessi e articolati<sup>359</sup>, ma anche delle variazioni dei valori nel dettaglio delle singole porzioni funzionali dell'edificio.

Il tentativo di integrare la curva mensiocronologica dei coefficienti di densità di Gortina con i dati ricavati dall'esame delle strutture del Teatro può essere operato solo avendo ben presente almeno due note di cautela: la netta diversità di valori riscontrata tra parti funzionalmente diverse renderebbe necessario l'uso di due distinte medie tali da rappresentare due logiche costruttive entro il medesimo cantiere; dall'altro nel caso di utilizzo del solo valore medio (1.63) va tenuto presente che esso rappresenta l'importante anche se forse meno comune casistica di impiego di materiali molto diversificati nello stesso edificio.

J. B.

### Analisi e discussione dei dati: l'opera testacea nel Teatro del *Pythion* e le sequenze mensiocronologiche (Sottofase Ib, fine del II sec.-inizi del III sec. d.C.)

Un unico campione di muratura in laterizi, appartenente alla tamponatura di una nicchia del muro di base della cavea, è riferibile alla fase di ristrutturazione del Teatro del *Pythion*, datata tra la fine del II sec. e il primo quarto del III sec. d.C. (Tab. 11.28). Va da sé che ogni considerazione basata su un solo campione assume valore meramente indicativo e non definitivo, tale da offrire pochi contributi al quadro conoscitivo del periodo, che si presenta peraltro ricco per la città di Gortina.

<sup>355</sup> V. in proposito ROCCO 2000b, 172-173.

<sup>356</sup> *Ibid.*, 186, fig. 176.

<sup>357</sup> Cfr. MONTALI 2006, 105 e tab. 1 e *ibid.*, 185.

<sup>358</sup> AUPERT 1990, 602-610, 615 graph. 3, 616. La datazione ad età adrianea di alcuni edifici di Argo e delle relative caratteristiche tecni-

co-edilizie è stata messa in dubbio da ROCCO 2000b, 180 e ipoteticamente indirizzata verso la seconda metà del secolo.

<sup>359</sup> Sulla "debolezza" del valore della media aritmetica in taluni casi dove i valori tendono a raggrupparsi in nuclei distinti cfr. n. 319.



CAMPIONE 1				
	misura relativa	misura assoluta	Valori di sintesi	
	cm	cm		
M1	4,4	4,4	Mattoni spess. totale	45,30
G1	2,1	6,5	Mattoni spess. medio	4,53
M2	5,3	11,8	Mattoni spess. min-max	3,3-6,1
G2	0,6	12,4	Mattoni spess. dev. stand.	0,95
M3	5,4	17,8		
G3	1,1	18,9	Giunti spess. totale	25,20
M4	6,1	25	Giunti spess. medio	2,52
G4	2	27	Giunti spess. min-max	0,6-4,5
M5	4,9	31,9	Giunti spess. dev. stand.	1,2
G5	2,4	34,3		
M6	3,6	37,9	Densità	1,80
G6	3,1	41	Modulo	70,50
M7	3,3	44,3		
G7	2,5	46,8	Mattoni lungh. media	24,35
M8	3,7	50,5	Mattoni lungh. dev. stand.	3
G8	4,5	55		
M9	5	60		
G9	2,8	62,8		
M10	3,6	66,4		
G10	4,1	70,5		

Tab. 11.28. Tabella riassuntiva delle misure di spessore e lunghezza dei laterizi, di spessore dei giunti e del modulo nel campione di paramento pertinente alla Sottofase Ib.

torio, fasi IV.1 e IV.2)<sup>363</sup>, con presenza di spessori fortemente variabili di malte (da 0,6 a 4,5 cm), indice di una lavorazione eterogenea e poco accurata.

Sia per i valori di spessore dei laterizi sia per quanto riguarda lo spessore dei giunti si riscontra un elevatissimo valore di deviazione standard (rispettivamente di 0,95 e 1,2 cm), incomparabile con quelli registrati fino ad ora a Gortina<sup>364</sup>. La forte disomogeneità del materiale può indicare un recupero da precedenti strutture murarie realizzate con materiali molto diversi. Il probabile riuso è inoltre indiziato dal materiale impiegato nella tamponatura delle nicchie della fronte del palcoscenico e dalle lastre usate per la pavimentazione della nuova orchestra e nei rivestimenti<sup>365</sup>. Tutto questo fa supporre che il lavoro di ristrutturazione della fase IIb sia stato svolto in tempi contenuti e forse in un contesto di ridotti finanziamenti e e incline al riuso di materiale già circolante.

La disomogeneità dell'altezza dei giunti è anche in parte causata sia dallo spessore diversificato dei laterizi, che imponeva aggiustamenti di livelli con variabili stesure di malta, sia da una probabile modesta cura operativa per la chiusura (poi rivestita e non visibile) delle piccole nicchie.

Per quanto riguarda i valori del modulo è stata acquisita una misura molto alta (70,5 cm), che appare non comparabile con quella del teatro in località Kazinedes (60 cm)<sup>366</sup> e con quelle degli edifici coevi del Pretorio (65 cm)<sup>367</sup>, ma molto vicina ad edifici databili dalla metà del III sec. in poi (Pretorio, fasi VI, VII, VIII)<sup>368</sup>.

Per quanto riguarda il coefficiente di densità della muratura della seconda fase costruttiva (pari a 1,79), esso si pone in posizione mediana tra i picchi di densità alta e bassa riscontrati nella prima fase, ma appare

Si tratta infatti di una fase significativa per quanto riguarda la storia del vicino Pretorio, dove è registrata la costruzione del grande complesso termale che si innesta sulle strutture del preesistente ginnasio di epoca tiberiana. Inoltre, quasi tutti gli edifici da spettacolo della città portati alla luce, come il teatro in località Kazinedes, il teatro sulle pendici dell'acropoli e l'anfiteatro sono datati o conoscono episodi di rifacimento in questo periodo<sup>360</sup>. Particolarmente rilevante è anche che proprio in questa fase del Pretorio, si diffonde in modo ampio l'uso dei bipedali<sup>361</sup>.

Nel solo campione esaminato si nota che lo spessore dei laterizi registra un aumento dei valori rispetto alla fase precedente con una media posta a 4,53 cm. Inoltre, analizzando le singole misure si nota uno spessore massimo dei laterizi che tocca i 6,1 cm. Il dato appare comparativamente molto alto a causa del forte spessore dei mattoni ed è confrontabile solo con alcuni valori massimi registrati nel complesso del Pretorio per le coeve fasi IV.1<sup>362</sup>.

Lo spessore medio dei giunti di malta rimane invece pressoché invariato (2,52 cm) e in linea con quello di periodo per gli altri edifici gortinini (Pretorio, fasi IV.1 e IV.2)<sup>363</sup>, con presenza di spessori fortemente variabili di malte (da 0,6 a 4,5 cm), indice di

<sup>360</sup> Anche l'odeum dell'agorà, diversamente dalla datazione fornita da Di Vita (fine del I sec. d.C.), porta con sé le caratteristiche di questa fase: cfr. LIVADIOTTI-ROCCO 2004, 746.

<sup>361</sup> ROCCO 2000a, 85, figg. 75-76 e LIVADIOTTI-ROCCO 2004, 745.

<sup>362</sup> ROCCO 2000b, 186, fig. 176. Picchi così alti di spessore si riscontrano solo sporadicamente all'inizio del II sec. (Pretorio, fase IIa) e in alcuni casi nella seconda metà del III sec. d.C. (Pretorio, fasi V, VI, VII).

<sup>363</sup> Ibid., 179, 186, fig. 173 (grafico) e 176 (Tab.).

<sup>364</sup> Ibid., 183, 186, fig. 175 (grafico) e 176 (Tab.).

<sup>365</sup> Tutti questi materiali risultano essere di reimpiego con frazionamenti irregolari e disomogenei. Per il pavimento dell'orchestra cfr. il contributo di J. Bonetto, N. Mareso e M. Bueno sui marmi di rivestimento in Tomo I, parte II, cap. 11.3, par. 11.3.2 («I marmi di rivestimento»).

<sup>366</sup> MONTALI 2006, 105, tab. 1.

<sup>367</sup> ROCCO 2000b, 173, 186, fig. 170 (grafico) e 176 (Tab.).

<sup>368</sup> Ibid., 186, fig. 176.

<sup>369</sup> L'aumento della densità tra prima e seconda fase rappresenta a prima vista un risultato apparentemente contrario alla generale constatazione di una progressiva riduzione dei valori nel tempo (ROCCO 2000b, 181, fig. 174; MONTALI 2006, 109 e grafico 2); tuttavia è stato giustamente notato che tale linea mostra andamenti non lineari in costante discesa, ma variazioni in crescita e in calo nel breve periodo e un andamento invece coerente in ribasso nel lungo periodo (ROCCO 2000b, 172).

Campione 10 laterizi + 10 giunti	Mattoni h. totale	Mattoni h. medio	Mattoni h. min-max	Mattoni h. dev. stand.	Giunti h. totale	Giunti h. medio	Giunti h. min-max	Giunti h. dev. stand.	Densità	Modulo	Mattoni lungh. media	Mattoni lungh. dev. stand.
Fase I												
Campione 2	33,7	3,37	3,1-3,7	0,2	29,9	2,99	2,6-3,6	0,33	1,13	63,6	28,93	4,96
Campione 3	40,7	4,07	3,2-4,9	0,49	26,3	2,63	1,9-3,3	0,44	1,55	67,0	26,66	3,03
Campione 4	40,7	4,07	3,6-5	0,42	27,1	2,71	2,2-3,5	0,36	1,50	67,8	25,65	2,15
Campione 5	35,7	3,57	3,3-3,9	0,21	27,1	2,71	2,2-3	0,28	1,32	62,8	23,56	2,33
Campione 6	40,8	4,08	3,5-4,5	0,3	25,1	2,51	1,7-3,4	0,6	1,63	65,9	26,46	2,88
Campione 7	41,1	4,1	3,4-4,6	0,37	25,9	2,59	1,8-3,3	0,51	1,59	67,0	26,53	3,5
Campione 8	43,6	4,36	3,8-4,7	0,28	25,7	2,57	1,7-3,6	0,54	1,70	65,0	26,37	3,11
Campione 9	39,8	3,98	3,1-4,6	0,49	25,2	2,52	1,7-3,6	0,49	1,58	65,0	22,75	4,26
Campione 10	41	4,1	3,7-4,4	0,24	26	2,6	1,7-3,5	0,5	1,58	67,0	26,5	2,55
Campione 11	39	3,9	3,5-4,3	0,29	23,9	2,39	1,9-3	0,39	1,63	62,9	26,45	2,25
Campione 12	39,9	3,99	3,3-4,4	0,32	24,6	2,46	1,8-3,2	0,44	1,62	64,5	25,55	2
Campione 13	37	3,7	2,8-4,2	0,43	27,1	2,7	1,9-3,5	0,61	1,37	64,1	24,69	2,97
Campione 14	42,1	4,21	3,2-5,8	0,71	22,5	2,25	1,7-3	0,37	1,87	64,6	24,08	3,05
Campione 15	45,8	4,58	4,3-5,3	0,36	23,7	2,37	1,7-3,1	0,49	1,93	69,5	27,33	5,37
Campione 16	47,2	4,72	4,2-6	0,55	21,8	2,18	1,5-2,8	0,37	2,17	69,0	27,82	6,04
Campione 17	41,7	4,17	3,6-4,8	0,39	26,8	2,68	1,8-3,2	0,4	1,56	68,5	24,96	3,54
Campione 18	42,1	4,21	3,6-4,8	0,36	22,2	2,22	1,8-2,9	0,31	1,90	64,3	23,27	4,7
Campione 19	41,3	4,13	3,7-4,7	0,36	23,1	2,31	1,1-3,8	0,76	1,79	64,6	27,12	5,38
Campione 20	41,1	4,11	3,4-4,7	0,34	24,9	2,49	1,8-3,4	0,57	1,65	66,0	22,2	5,44
Campione 21	39,2	3,92	3,3-4,3	0,26	25,8	2,58	1,8-3,5	0,52	1,52	65,0	26,16	3,55
Media Fase I	40,68				25,24				1,63	65,71		
Tutti i pezzi		4,07	2,8-6	0,47		2,52	1,1-3,8	0,5			25,4	3,99
Dev. stand.									0,23	2,0		
Fase II												
Campione 1	45,3	4,53	3,3-6,1	0,95	25,2	2,52	0,6-4,5	1,2	1,79	70,5	24,35	3

Tab. 11.29. Tabella riassuntiva dei parametri e dei valori dei campioni di paramenti del Teatro del *Pythion* di Gortina.

comunque superiore all'omologo valore medio della prima fase (1,63)<sup>369</sup>. Il valore appare paragonabile a quello riscontrato nella seconda metà del II sec. d.C. presso il complesso del Pretorio (1,85; fase IV.1), mentre differisce sensibilmente da quello dello stesso periodo riscontrato nel teatro in località Kazinedes (2,15)<sup>370</sup>.

Anche se il valore sembra tendere verso le densità più alte riscontrate nella prima fase (campioni 14, 15, 16, 18 e 19), questi dati però non sono confrontabili perché i laterizi di seconda fase sono di spessore leggermente inferiore. Contemporaneamente assistiamo ad un aumento dello spessore dei giunti di malta, che starebbe ad indicare la tendenza di una messa in opera meno accurata a causa della mancanza di necessità statica nella chiusura delle nicchie.

#### Note di sintesi

L'analisi delle forme di apparecchiatura delle murature in opera testacea del Teatro del *Pythion* di Gortina sembra costituire in sintesi un caso di studio decisamente particolare e contemporaneamente molto istruttivo per le analisi storico-costruttive e per l'osservazione del metodo di studio mensiocronologico delle murature antiche (Tab. 11.29).

Il primo e più rilevante aspetto riscontrato è la particolarissima fornitura di materiale all'atto della costruzione, che porta ad acquisire lotti di mattoni sensibilmente diversi tra loro sul piano dimensionale e tipologico.

Le precise ragioni di tale processo di approvvigionamento non sono facili da definire e sono già state presentate e discusse nella parte di studio delle diverse tipologie di materiali impiegati. Sono state così già richiamate le possibilità di:

- approvvigionamento dei mattoni da fornitori diversi abituati a lavorare con standard e moduli diversi, in ragione dell'entità della commessa, di accordi prestabiliti o di apporti volontari da parte di una pluralità di soggetti;
- approvvigionamento da fornitore unico con disponibilità di materiale diverso che viene conferito nella sua totalità per la consistente commessa ricevuta;

<sup>370</sup> MONTALI 2006, 105.



c) dinamiche di appalto ed esecuzione protrattesi per tempi lunghi e tali da portare a forniture diversificate;  
d) reimpiego di materiale da edifici più antichi demoliti, suggerito dall'uso dei laterizi di modulo greco non riscontrabili in altri edifici nel medesimo periodo o successivamente.  
Ma una combinazione di queste possibilità è certamente pure ipotizzabile.

Il secondo (decisivo) aspetto evidenziato è l'utilizzo, tra le varie partite di materiale, di un lotto percentualmente prevalente di materiale di tipologia e standard metrologico diversi da quelli abitualmente impiegati nei cantieri coevi e successivi di Gortina, ma simili ad alcuni di essi per alcuni aspetti come lo spessore.

Tali caratteri peculiari di fornitura e di tipologia determinano specifici valori nei singoli parametri (spessore laterizi e spessore giunti), incidono sulle relative deviazioni standard e condizionano in modo deciso i valori dei parametri derivati, come il modulo o la densità.

La conseguenza in termini di analisi del caso in questione in rapporto al quadro architettonico urbano è evidente: valori mensurali di apparecchiatura muraria derivati da forme di approvvigionamento di materiali specifici e largamente anomali potrebbero rendere complicata e poco significativa<sup>371</sup> la comparazione con altri casi di fabbriche in cui le forme di approvvigionamento del materiale (e la tipologia dello stesso) seguono logiche più lineari e omogenee.

In effetti nella maggior parte dei casi il tentativo di comparare e integrare i dati del Teatro del *Pythion* con quelli di altri complessi urbani del medesimo periodo (prima metà del II sec. d.C.) ha evidenziato lungo le curve mensiocronologiche fino ad ora fissate alcuni disallineamenti e alcune apparenti incongruenze tra la cronologia proposta dall'analisi stratigrafica e le misure rilevate sull'opera testacea. Ma proprio l'analisi di dettaglio del materiale e delle sue modalità di messa in opera ha dimostrato che tali apparenti incompatibilità sono invece da considerare attentamente nel poliedrico mondo dei cantieri antichi come forme di fisiologica variabilità per la presenza negli stessi orizzonti storici di materiali e procedure di cantiere diversificati.

Nel complesso si può dire così che il *case study* dei paramenti laterizi delle fabbriche del Teatro assuma un possibile valore sia sul piano metodologico sia, conseguentemente, su quello storico.

Da un lato infatti riafferma la necessità di valutare l'esistenza in ogni periodo storico di possibili episodi edilizi dai caratteri, logiche e conseguenze architettoniche particolari rispetto alle prassi più diffuse; marginalizzare tali episodi, che tra l'altro non erano poi forse così isolati ed eccezionali, come forme anomale e prive di valore porterebbe al serio rischio di un irrealistico appiattimento dell'orizzonte della filiera edilizia dei vari momenti storici.

Se forse questi casi in qualche modo isolati non possono condizionare il quadro statistico generale e le curve mensiocronologiche, è pur vero che la loro dimostrata esistenza impone di costruire le stesse curve con una certa tolleranza di rapporto tra valori e cronologia per liberarle da una rigidità che appare aliena rispetto a dinamiche storico-produttive assai più complesse di quanto forse considerato<sup>372</sup>. Soprattutto appare probabile e verosimile che in periodi di forte dinamismo economico ed edilizio la varietà di situazioni e soluzioni determini andamenti non lineari delle curve che uniscono i valori. Questa considerazione fa ritenere più idonee (anche sul piano grafico) rappresentazioni delle curve mensiocronologiche con fasce di tolleranza, che tengano conto dei valori minimi e massimi, e non con linee puntuali, al fine di ricomprendere valori non necessariamente allineati ma moderatamente distribuiti in range di cifre tra loro compatibili.

In una valutazione complessiva del caso in esame e delle metodologie quantitative di studio delle murature, la mensiocronologia continua ad apparire strumento prezioso e valido nello studio dell'edilizia antica, ma ugualmente non tale da essere impiegato come unico e semplificato mezzo di datazione per gli edifici senza adeguati approfondimenti sulla genesi dei valori medi e soprattutto senza il contributo indiziario di altri elementi, primo tra tutti l'indagine stratigrafica. Il caso studiato ben illustra questa specifica esigenza di cautela: se si fossero usati esclusivamente i valori medi dei diversi parametri delle murature del Teatro del *Pythion* (spessori, modulo, densità) proiettandoli sulle varie curve mensiocronologiche fino ad ora consolidate per Gortina ne sarebbe probabilmente uscita una datazione del Teatro più bassa di almeno mezzo secolo. Ma se da un lato l'indagine stratigrafica, forte di multiple forme di verifica incrociata,

<sup>371</sup> V. in proposito l'espressa indicazione di Rocco 2000b, 172-173.

<sup>372</sup> Grandi variabilità e apparenti anomalie possono anche dipendere dalla funzione delle aree campionate all'interno delle strutture, come

dimostra ancora in questo caso del Teatro la grande differenza di valori – annullata da un uso indiscriminato delle medie – per il medesimo parametro (densità) sulla base della funzione della struttura esaminata.

ha rivelato questa possibilità non reale, dall'altro lo studio analitico dei valori dei singoli parametri ne ha ben spiegato la genesi, le ragioni dell'anomalia in relazione al periodo di costruzione dell'edificio e le cause dell'apparente somiglianza con valori di epoche più tarde.

Anche sul piano concreto della ricostruzione della storia edilizia del sito, il caso esaminato mostra come sia necessario assumere un'ottica molto elastica e valutare come nello stesso periodo potessero essere usati laterizi diversi sia in edifici distinti sia nello stesso edificio in un orizzonte urbano di grandissima vitalità produttiva e cantieristica come quello gortino del II sec. d.C.

Un esempio paradigmatico a tal proposito è rappresentato da un grande edificio inserito in un'altra metropoli come Roma, dove pure le dinamiche dell'approvvigionamento e dell'uso del materiale edilizio appaiono tanto complesse quanto impossibili da ridurre a linearità e banalità operativa. Qui è noto il caso della Terme di Caracalla a Roma, dove la fornitura di laterizi diversi nello stesso periodo determina addirittura nello stesso edificio risultati metrici distinti nelle misurazioni dei paramenti in *opus testaceum*<sup>373</sup>. Se la variabilità del materiale non fosse stata valutata in tutta la sua portata storico-cantieristica e alla luce delle fonti, uno studio mensiocronologico condotto su diversi settori delle Terme di Caracalla avrebbe suggerito l'esistenza di fasi costruttive diverse.

Di contro dallo studio delle murature del Teatro del *Pythion* è anche emerso il possibile fenomeno opposto, già ben segnalato da P. Aupert<sup>374</sup>: materiali molto simili per alcuni aspetti tra loro o forme di messa in opera quasi coincidenti sono usati nella stessa città in periodi diversi a causa della lunga continuità produttiva, del reimpiego del materiale o di modalità costruttive che si ripetono per efficacia funzionale o continuità di procedure. Così si è visto che alcuni valori di alcuni parametri si riscontrano nel caso in esame come in edifici realizzati nella seconda metà del II sec. d.C. sia a Gortina sia nel territorio (Lebena), ma anche nel pieno III sec. d.C.

Se quindi il caso esaminato conferma, come osserva giustamente G. Rocco<sup>375</sup>, l'andamento non sempre lineare delle linee dei valori nel tempo e quindi la necessità di non attribuire ai valori dimensionali potenzialità di discriminare cronologico stretto e puntuale, è pur vero che negli stessi periodi storici gli scostamenti tra i valori riscontrati in edifici diversi non sono particolarmente ampi e comunque tali da sconvolgere quello che è il vero valore delle curve mensiocronologiche, ovvero la capacità di segnalare la tendenza di lungo periodo, che anche dallo studio qui effettuato viene di fatto confermata.

Alcune altre considerazioni di metodo emergono dall'indagine dimensionale condotta sull'opera testacea del Teatro del *Pythion* e riguardano l'uso dei diversi parametri abitualmente considerati nello studio mensiocronologico. Emerge infatti con forza come la lettura dei valori dei parametri debba sempre essere condotta in forma combinata e mai isolata per la stretta interdipendenza reciproca. Nel caso specifico la considerazione dei soli valori dello spessore dei giunti o del modulo avrebbe condotto a risultati difficili da comprendere nel quadro delle consolidate curve mensiocronologiche se non rapportata al determinante parametro dello spessore (e tipologia) dei mattoni, che ha reso invece chiara ragione di apparenti anomalie e diversità.

È ad ogni modo evidente, per concludere, come il caso esaminato riveli ancora una volta l'assoluta necessità di arricchire e articolare le statistiche con un numero quanto più ampio possibile di casi di strutture costruite in opera testacea e dotate di propria indipendente datazione. Solo il contributo di molti di questi casi potrà rappresentare anche in un contesto particolarmente ben studiato come Gortina la complessità del mondo dell'edilizia antica e permetterà di accrescere progressivamente, senza pretese di assoluto successo, le possibilità di utilizzare le modalità del costruire come uno degli strumenti di inquadramento anche cronologico delle opere<sup>376</sup>.

J. B., A. B.

### 11.3.6. I pavimenti

Non sono molte le informazioni restituite dallo scavo in merito alle pavimentazioni delle varie aree del Teatro nelle sue fasi d'uso (Sottofasi Ia e Ib). Questo stato piuttosto lacunoso della documentazione è

<sup>373</sup> DeLaine 1997, 174.

<sup>374</sup> Aupert 1990, 595.

<sup>375</sup> Rocco 2000b, 172.

<sup>376</sup> Sulla fragilità di valutare la mensiocronologia degli apparati in *opus*

*testaceum* come mezzo unico per datare gli edifici senza considerare anche l'edificio nei suoi caratteri funzionali v. le giuste note di cautela espresse da DeLaine 1997, 142-143.



dovuto perlopiù al pesante intervento di depredazione dei materiali da costruzione che l'edificio subì tra la fine del III sec. d.C. e il momento del crollo dell'edificio poco dopo la metà del IV sec. d.C.

In un caso particolare invece la difficoltà di definire la natura tecnico-strutturale delle forme di pavimentazione deriva dagli interventi di ristrutturazione dell'edificio. Come detto nel corso dell'esame della sequenza strutturale e cronologica<sup>377</sup>, questa dinamica interessò in modo vistoso l'area dell'orchestra con un deciso rialzo del piano d'uso di circa 0.6 m e la ripavimentazione dell'area in lastre marmoree. L'originario pavimento (Sottofase Ia) venne così sepolto. Lo scavo ne ha messo in luce una ridotta porzione costituita da una malta di calce tenace ben lisciata e miscelata con frammenti di laterizi. Non è tuttavia stato possibile capire in modo certo se tale piano d'uso costituisse il rivestimento finale dell'orchestra o una preparazione per un rivestimento superficiale, eventualmente costituito da materiale lapideo rimosso al momento della ristrutturazione delle quote d'uso. L'assenza di tracce di allettamento per lastre pavimentali o altro farebbe pensare che esso costituisse una pur non raffinata forma di pavimentazione.

Una situazione simile è stata riscontrata nell'area del corridoio di accesso orientale, indagato fino ai livelli di costruzione dell'edificio. Qui la pavimentazione originaria risultava pure asportata nella sua interezza e ne rimanevano labili tracce sui piani di preparazione che hanno permesso di intuire trattarsi di lastre litiche dalle dimensioni non eccedenti alcune decine di centimetri ciascuna. La preparazione era costituita da una stesura omogenea di malta di calce dello spessore variabile tra 0.05 e 0.10 m in cui erano immersi ciottoli e scapoli lapidei di varie dimensioni.

Simile anche il quadro della pavimentazione all'interno dell'edificio scenico, particolarmente nell'ambiente denominato «A». Qui la pavimentazione originaria risultava conservata per un ridotto lacerto a ridosso del perimetrale nord e appariva costituita da lastre lapidee di dimensioni non superiori a poche decine di centimetri. Tracce consistenti di esse sono emerse presso la porta di collegamento tra l'ambiente «A» e l'ambiente «B». La preparazione era costituita anche in questo caso da un allettamento di malta di calce con scapoli e ciottoli lapidei.

Un altro tratto di pavimentazione è conservato nello spazio del palcoscenico, rimesso in luce per buona parte della metà orientale dell'edificio. In quest'area il piano d'uso era costituito da lastre lapidee quadrangolari, conservatesi per ampie porzioni, di dimensioni anche considerevoli (0.4-0.6 m) e appoggiate su un potente allettamento di malta dello spessore di circa 0.10 m.

Per quanto riguarda la fase d'impianto dell'edificio un ultimo documento relativo ai piani d'uso originali è quello rimesso in luce lungo il corridoio curvilineo mediano che separava il settore inferiore da quello superiore della cavea. Anche in questo caso la superficie di calpestio era costituita da lastre di calcarenite giallognola poggianti su allettamento in malta di calce.

In merito alla seconda fase dell'edificio (Sottofase Ib) l'unica testimonianza di variazione dei tipi di pavimentazione riguarda, come detto, l'orchestra. Questo pavimento è preso in esame nel paragrafo dedicato ai marmi di rivestimento in quanto costituito appunto per intero da lastre marmoree di diversa natura.

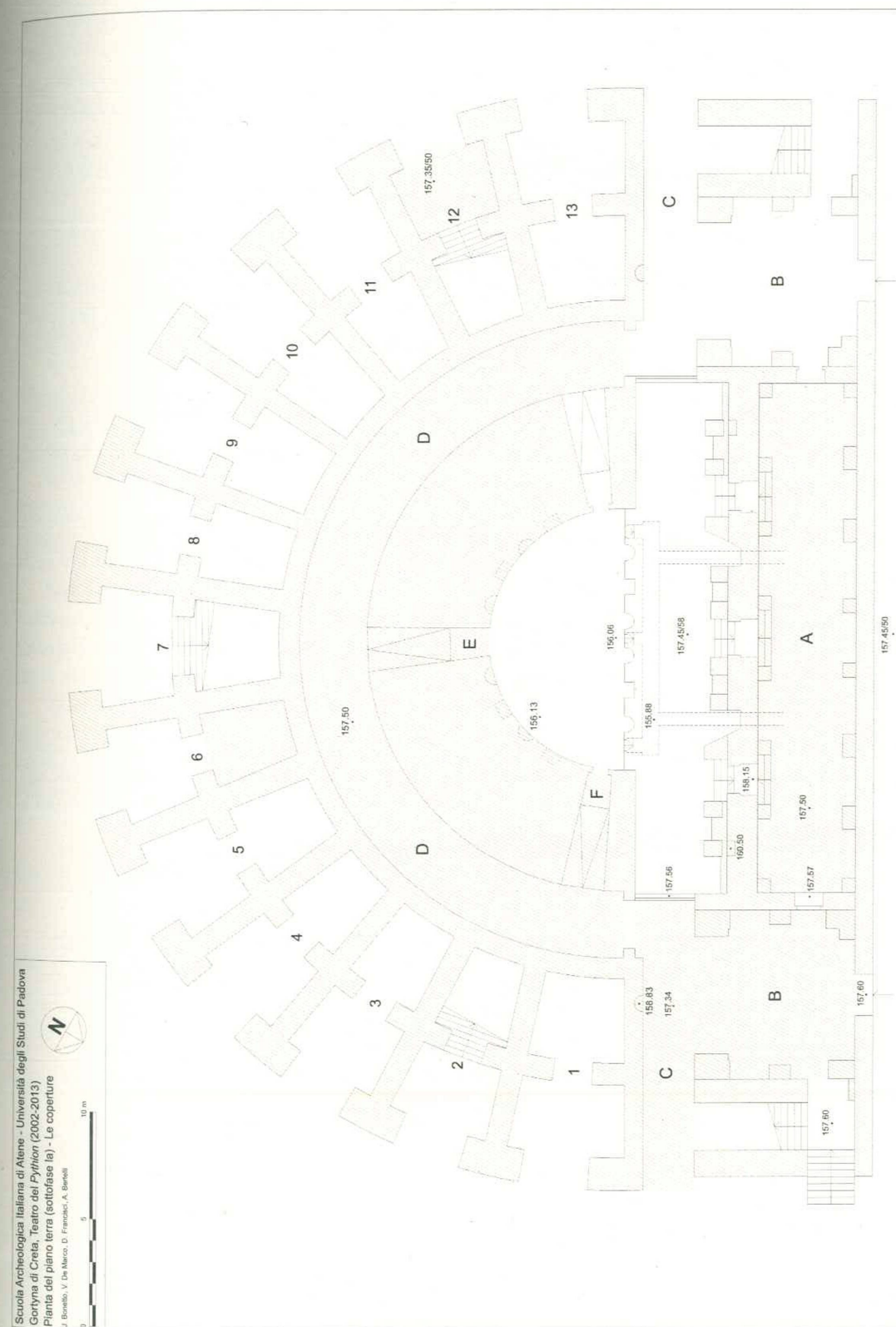
J. B.

### 11.3.7. Le coperture

#### Introduzione

Uno degli aspetti più rilevanti emersi fin dalle prime attività di ricerca presso il Teatro del *Pythion* di Gortina è l'eccezionale stato di conservazione delle strutture in alzato e del crollo *in situ* di una parte delle stesse. Attraverso un'attenta lettura stratigrafica delle numerose porzioni collassate all'interno degli ambienti del Teatro, congiuntamente ad un'analisi degli alzati, è stato possibile non solo esaminare in dettaglio le tecniche costruttive impiegate nell'edificio, già trattate in questo capitolo, ma anche formulare ipotesi di ricostruzione per le coperture di diversi ambienti posti sia nella parte della cavea sia nella parte dell'edificio scenico.

Proprio tali coperture, di cui si sono analizzate ampie porzioni in opera e più spesso in crollo (Tav. 11.31), saranno oggetto di analisi approfondite in questa sede<sup>378</sup>. Dalle prime osservazioni è emersa la



Tav. 11.31. Pianta del Teatro con indicazione delle aree i cui resti di copertura sono oggetto di studio.

<sup>377</sup> Cfr. Tomo I, parte II, cap. 2 (Sottofase Ib «Ristrutturazione e uso del Teatro»).

<sup>378</sup> Molto utili per la stesura di questo capitolo sono stati i consigli di P. Vitti e M. Livadiotti ai quali vanno i miei più sentiti ringraziamenti.



particolarità di coperture voltate realizzate non con impiego esclusivo del cementizio, ma secondo una tecnica peculiare che prevede l'uso esclusivo del laterizio negli intradossi. L'esiguo numero di confronti in Occidente<sup>379</sup>, rende abbastanza singolare questa tecnica che vede l'impiego diffuso in tutta la copertura dell'opera testacea in chiave strutturale. L'opera testacea per le strutture voltate, presente soprattutto in ambito greco e microasiatico, come si vedrà di seguito, si riscontra infatti in tutte le coperture del Teatro del *Pythion* che diviene pertanto un esempio paradigmatico di loro utilizzo<sup>380</sup>.

Per affrontare la questione verranno esaminate caso per caso le coperture dei diversi ambienti e, più specificamente: la copertura degli ambienti «A» e «B» dell'edificio scenico; la copertura del corridoio sostruttivo curvilineo del piano terra (D) e dei corridoi sostruttivi assiale e laterali del primo ordine della cavea (E, F); la copertura degli ambienti del primo e del secondo anello del piano terra e del primo piano che sostengono le gradinate del secondo ordine della cavea (camere 6 e 12).

Per meglio comprendere le soluzioni adottate in queste parti dell'edificio sarà poi presentata una serie esemplificativa di coperture affini nell'area geografica di diretto riferimento, ovvero l'isola di Creta, dove la particolare pratica costruttiva è ben attestata e discretamente diffusa. Quindi si focalizzerà l'attenzione sull'uso delle tecniche di copertura con laterizi nello specifico ambito architettonico degli edifici per spettacolo, che sembrano aver favorito, in ragione della necessità di garantire adeguate coperture voltate ai vani sostruttivi, una certa frequenza d'impiego delle volte laterizie.

Al termine di questi riscontri comparativi negli orizzonti geografici e tipologici più utili alla riflessione si presenterà una sintesi sull'uso di sistemi voltati laterizi nel mondo greco, microasiatico e più in generale nell'orizzonte mediterraneo, al fine di inserire il caso di studio in un quadro generale per ottenere, laddove possibile, un quadro distributivo ancorato cronologicamente.

Le osservazioni scaturite da un tale approccio comparativo complessivo potranno fornire indicazioni utili per riflettere su tempi, modi ed esecutori di questa peculiare tecnica costruttiva utilizzata nel Teatro del *Pythion* di Gortina.

#### Le coperture in laterizio

##### L'edificio scenico

Relativamente alla copertura delle parti dell'edificio scenico del Teatro si possono individuare diversi elementi per formulare ipotesi ricostruttive sulle coperture in laterizio. La scena è ricostruibile come un vano rettangolare allungato, denominato ambiente «A», affiancato da due ambienti laterali, dei quali è stato indagato quello orientale, denominato ambiente «B».

##### Il vano «A» (Tav. 11.31, «A»)

Per quanto riguarda l'ambiente centrale dell'edificio scenico («A») lo scavo ha dimostrato l'utilizzo di particolari espedienti tecnici che vedono, nelle volte in laterizio, due differenti modalità costruttive. Di forma rettangolare, avente lati di 23×4.4 m, lo spazio è stato indagato nel suo settore orientale. Grazie agli innumerevoli elementi in crollo ancora *in situ* e tra loro sovrapposti è stato possibile ricostruire due volte in laterizio poste rispettivamente a coprire l'ambiente del piano terra e quello del primo piano. La particolare messa in opera dei laterizi rende le coperture di questo ambiente uno degli esempi più indicativi del monumento.

Innanzitutto deve essere menzionato il ritrovamento di alcuni pilastri a pianta rettangolare (due agli angoli orientali del vano (US 504) di dimensioni pari a 0.66×0.61 m, uno presso lo stipite E della porta

<sup>379</sup> L'uso dei laterizi nelle volte a Roma, tecnica che si differenzia dalle canoniche colate di cementizio su centina, è attestato, oltre nelle cd. nervature o per i manti intradossali in laterizio, solo in rarissimi casi, come nella volta a botte della rampa elicoidale del mausoleo di Adriano (VITTI 2014). Particolarmente significativo risulta in questo ristretto panorama l'utilizzo su ampia scala nella città di Ancona. Attestazioni inedite si ritrovano infatti nella volta del criptoportico di Palazzo Fatati e nei vani sostruttivi dell'anfiteatro di questa città (si v. in generale SEBASTIANI 1996, 50-52); interessanti attestazioni sono anche nel nell'anfiteatro di Larino e nel teatro di Taormina di epoca adrianea

(menzionato nella tabella online WebCat. 3-A *Radial Brick Barrel Vaults*, LANCASTER 2015, [www.cambridge.org/vaulting](http://www.cambridge.org/vaulting)).

<sup>380</sup> Se appare piuttosto chiara l'articolazione strutturale delle volte per gli intradossi, più complessa è la formulazione di ipotesi per quanto riguarda l'aspetto esterno di tali coperture. Sembra probabile che l'estradosso fosse piano, rivestito di malta o cementizio per l'alloggiamento di un livello pavimentale o per una copertura con tegole. Un esempio utile può essere individuato nel Mausoleo RG 1 a Trezene (VITTI-VITTI 2010, n. 33). Tracce di cocciopesto sulla sommità dei muri laterali confermano l'assenza di un getto cementizio al di sopra della volta laterizia.

scenica orientale (US 515) di identica misura e altri due con lato di 1.10×0.61 m lungo il muro di chiusura settentrionale. Questi distavano 2.30 m l'uno dall'altro ed erano realizzati con grossi blocchi lapidei squadrati ed un alzata in nucleo cementizio con paramento in mattoni.

Altre porzioni dei medesimi pilastri sono state scoperte in giacitura di crollo (USS 464, 465, 518) ed il ritrovamento di alcuni frammenti relativi alla ghiera di un arco ha permesso di comprendere l'originaria morfologia di questi elementi portanti. Su ciascuno di questi pilastri, che dovevano raggiungere un'altezza ricostruita di 2,98 m m, era presente un marcapiano in bipedali su cui si impostavano due archi simmetrici a tutto sesto paralleli ai lati lunghi del vano<sup>381</sup> (Fig. 96).

Si è notato come l'imposta degli archi laterali ciechi fosse formata da 2 bipedali che, attraversando tutto lo spessore del pilastro, aggettavano su ciascun lato di 0.12 m, fungendo da marcapiani decorativi e forse anche da sostegno per la centina necessaria alla costruzione degli archi stessi.

Una simile tecnica costruttiva si riscontra nella conformazione dell'ambulacro curvilineo posto a sostegno della cavea nell'*odeum* dell'agorà di Gortina, dove la copertura<sup>382</sup> era retta da 18 pilastri in laterizio (alti m 2.51 fino all'imposta degli archetti che li collegavano), di cui i due estremi si ammorsavano a piloni in opera quadrata<sup>383</sup>.

Nel Teatro del *Pythion* questi archi ciechi, originariamente addossati alle facciate interne nord e sud dell'ambiente centrale dell'edificio scenico, non solo rinforzavano staticamente gli alzati murari, ma individuavano nel punto di tangenza dell'estradosso l'attacco di ulteriori archi trasversali costituenti l'ossatura della volta a botte posta a copertura dell'ambiente del piano terra.

Questa copertura del livello inferiore (piano terra) dell'edificio scenico è ricostruita grazie ai numerosi elementi in crollo come una volta a botte<sup>384</sup>. La luce di questa volta era pari a 3.3 m. Analizzando le porzioni crollate, capovolte dopo il collasso strutturale, è stata osservata una disposizione concava verso l'alto dei resti, relativa alla metà meridionale della volta (Fig. 97). Inoltre si evince che la maggior parte della struttura impiegava laterizi simili ad un trapezio isoscele, fabbricati appositamente per questo uso specifico<sup>385</sup>.

La posa in opera dei singoli elementi laterizi relativi al manto intradossale risulta piuttosto particolare. Infatti, anziché essere apparecchiati con la faccia parallela alle imposte, i laterizi sono collocati ortogonalmente a queste formando una volta costruita con mattoni trasversali<sup>386</sup>.

Da alcuni blocchi in crollo della volta a botte si deduce inoltre che questa era composta da uno schema che alternava i mattoni trasversali ad una fila di mattoni messi in opera con facce parallele alle imposte a formare sottili ghiera di nervatura che attraversavano l'intera superficie della copertura. Queste ghiera, composte da un'unica fila di laterizi paralleli si impostavano con ogni probabilità al di sopra dei pilastri presenti lungo i lati lunghi, esattamente sopra l'estradosso degli archi ciechi laterali e venivano così a costituire l'ossatura del sistema voltato dell'ambiente (Fig. 98). Per quanto riguarda la sequenza costruttiva, dopo la costruzione dei pilastri e degli archi ciechi, venne praticato un foro sui pilastri al di sotto della linea di imposta degli stessi archi ciechi laterali utile al sostegno di una centina per la costruzione degli archi con

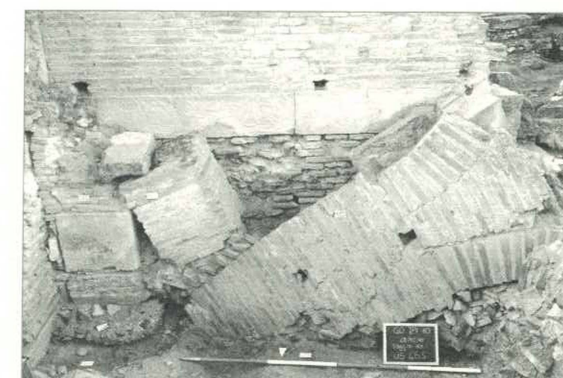


Fig. 96. Particolare del pilastro US 465 parzialmente crollato nell'angolo sud-est dell'ambiente «A» dell'edificio scenico. Si notano sopra i marcapiani in bipedali gli attacchi di due archi laterali.

<sup>381</sup> Sono state rinvenute in crollo non solo porzioni di arco, ma anche delle arcate intere e alcuni blocchi presentavano ancora parte della doppiaghiera affiancata.

<sup>382</sup> Relativamente alle fattezze della copertura purtroppo non si può affermare nulla di certo in quanto non sono stati documentati eventuali resti in crollo.

<sup>383</sup> Le costruzioni della cavea in opera cementizia erano costituite da due ambulacri semianulari coperti a botte e separati da 18 pilastri, v. in merito DI VITA 2010, 10.

<sup>384</sup> Altezza ricostruita della volta all'intradosso è pari a 4.6 m.

<sup>385</sup> Sui materiali fittili impiegati nelle volte v. lo specifico contributo di J.

Bonetto in Tomo I, parte II, cap. 11.3, par. 11.3.2 («Il mattone cotto»).

<sup>386</sup> I mattoni trasversali utilizzati nelle volte, sono descritti da M. Livadiotti come posti «a coltello, in modo che le singole trancie di mattoni contigui l'uno all'altro siano perpendicolari alla generatrice della superficie cilindrica della volta» (v. LIVADIOTTI 2000b, 809-810 per ulteriori definizioni adottate per questo tipo di tessitura e 811 con n. 21 per la scelta terminologica), mentre la Lancaster definisce tale tessitura «vertical brick vaulting» (LANCASTER 2009, 371 e 2015, fig. 17A, 40, 57-64), definizione ripresa da P. Vitti («set vertically», v. VITTI 2016a, 339), il quale in italiano però li definisce più concisamente mattoni «affiancati» (VITTI 2008, 2010, 308; VITTI-VITTI 2010, 283 e n. 56).



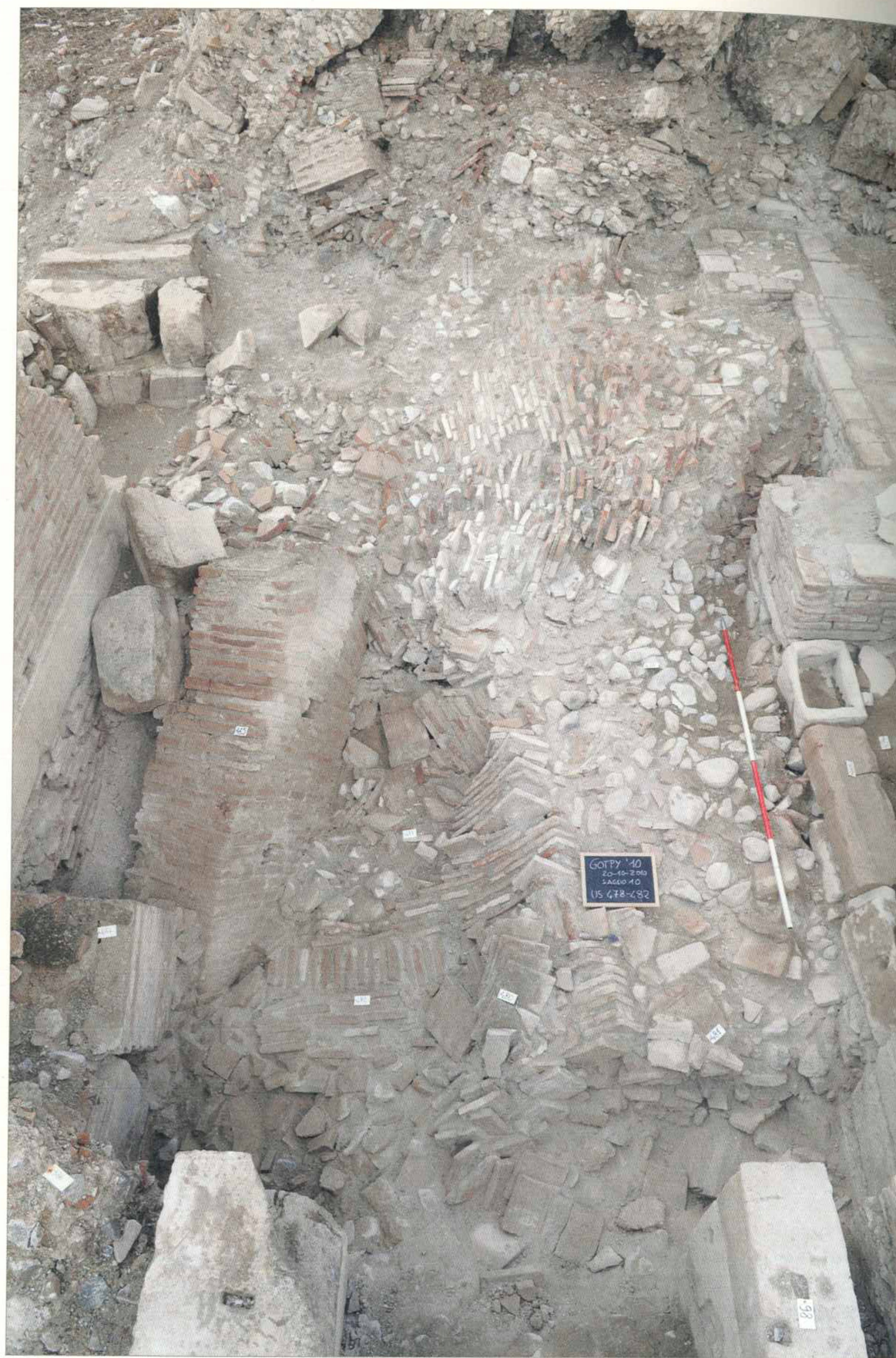


Fig. 97. Veduta del crollo della volta a botte del piano terra dell'edificio scenico. In basso la parte della volta corrispondente alla copertura del piano terra.

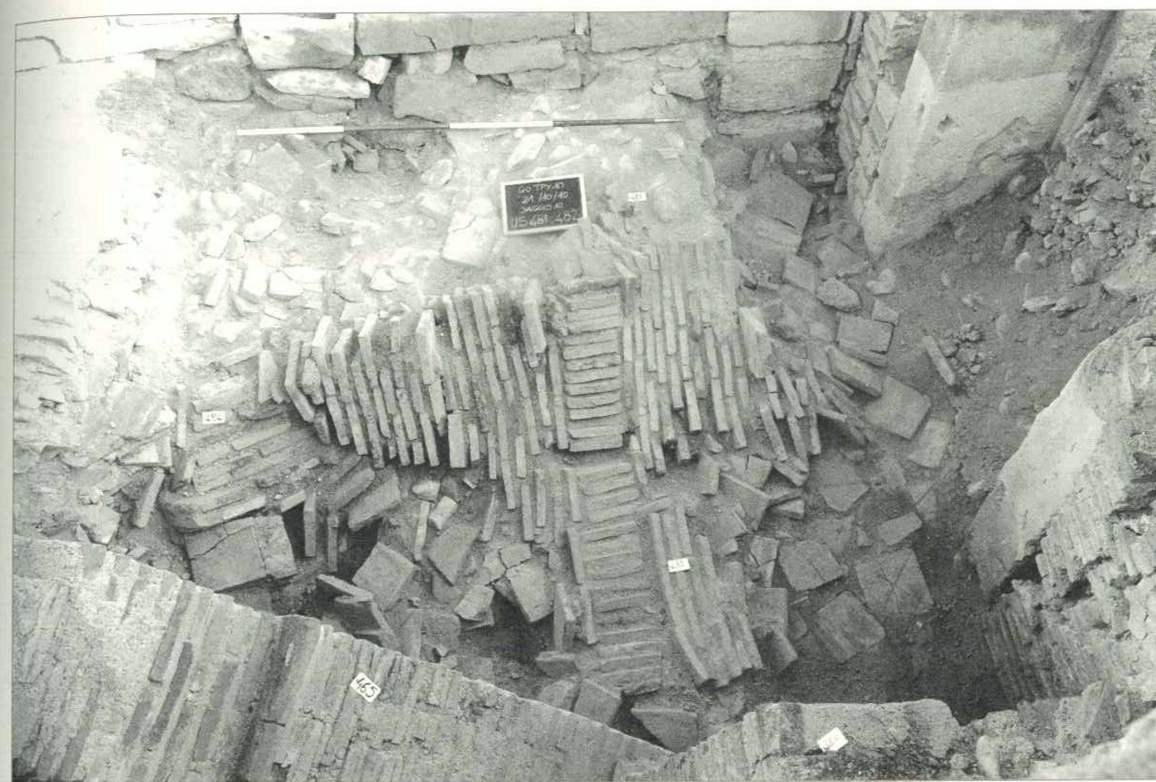


Fig. 98. Dettaglio della tessitura laterizia della volta del piano terra dell'edificio scenico.

laterizi paralleli che necessitavano di una base d'appoggio, al contrario dei segmenti in laterizi trasversali posti in opera successivamente alle nervature.

Questi archi rompi tratta a mattoni paralleli dovevano conferire al sistema una maggiore resistenza grazie ad una azione di contrasto che evitava lesioni nelle ghiere in laterizio lungo i giunti di malta e si ritrovavano spesso nelle volte realizzate con mattoni trasversali, soprattutto in ambienti coperti da volte molto lunghe o in casi, come questo, dove era necessario sostenere il notevole peso di un piano superiore<sup>387</sup>.

Gli elementi in nostro possesso mostrano l'esistenza, al di sopra della copertura del piano terra della scena, di un rinfianco sul quale si impostava il solaio del primo piano, della cui pavimentazione restano solo alcune labili tracce riconoscibili in alcuni lacerti di cocciopesto. Una seconda serie di livelli in crollo di laterizi, rinvenuti al di sopra dei resti della volta del primo livello, è una conferma dell'esistenza di una volta in laterizio anche per il piano superiore. Essa doveva coprire una luce pari a quella della volta inferiore, ovvero 3.3 m, ma escludendo su questo livello la presenza di archi ciechi addossati alle pareti nord e sud, è probabile un'estensione maggiore della copertura che, impostandosi sui muri perimetrali, arrivava a coprire una luce di 4.5 m. A differenza della copertura sottostante, i laterizi quadrangolari sono disposti in questo caso parallelamente alla generatrice<sup>388</sup> (Fig. 99). Queste porzioni di crollo fanno pensare all'esistenza di una volta a botte<sup>389</sup> che doveva sostenere il solaio del secondo piano con rivestimento probabilmente analogo a quello del piano inferiore, come deducibile dai resti in cocciopesto rinvenuti in crollo<sup>390</sup>.

<sup>387</sup> Il confronto più immediato si ritrova nelle terme del Pretorio di Gortina, e più precisamente nel vano sostruttivo 14a, in ottimo stato di conservazione, datato alla prima metà del III sec. d.C. è coperto con una volta a botte costruita con mattoni trasversali imbrigliati, al centro e alle due estremità, da archi di sostegno a mattoni paralleli (v. *infra*).

<sup>388</sup> Si tratta in questo caso di laterizi disposti con assetto radiale, parallelo all'intradosso della volta. Questa tecnica, qui chiamata/denominata a mattoni paralleli, è stata definita dalla Livadiotti a «mattoni disposti di piatto, in assie radiali rispetto al centro di curvatura o, meglio, parallele rispetto alla generatrice della superficie cilindrica della volta» (v. LIVADIOTTI 2000b, 809), mentre Vitti e la Lancaster adottano una terminologia simile: *radiali* (VITTI 2010, 304) o «radial bricks»

(LANCASTER 2009, 371 e 2015, fig. 17A, 40, 42-49).

<sup>389</sup> Per una prima descrizione del rinvenimento di questi crolli, v. relazione di scavo in BONETTO *et alii* 2009, 935-940.

<sup>390</sup> Non sono invece state ritrovate tegole della copertura superiore o ulteriori elementi in grado di fornire informazioni circa la conformazione del tetto. Di conseguenza il piano in cocciopesto rinvenuto potrebbe anche essere interpretato come semplice rivestimento esterno dell'edificio. V. a titolo esemplificativo le coperture del tempio di Asclepio a Lebena e le volte di copertura delle tombe a *Lissos* sulla costa sud di Creta. Un'ulteriore ipotesi potrebbe riconoscere in questi lacerti la pavimentazione di un secondo piano, che era coperto originariamente da un tetto, oggi completamente scomparso.





Fig. 99. Il crollo della volta a botte del primo piano dell'edificio scenico.

A differenza della volta del primo piano, nel crollo della volta del piano superiore non è stata notata la presenza di alcun arco di irrigidimento<sup>391</sup>, la cui esistenza sembrerebbe a questo punto improbabile, dal momento che il crollo è chiaramente visibile per un'estensione maggiore della metà dell'ambiente.

#### *Il vano «B» (Tav. 11.31, «B»)*

Dall'ambiente rettangolare «A» dell'edificio scenico si raggiungeva tramite una stretta porta il vano «B». Questo costituiva, data la fronte più avanzata rispetto alle strutture contigue, l'avancorpo laterale della scena e rappresentava il centro delle percorrenze del settore est dell'edificio scenico. Infatti, oltre a comunicare ad O con l'ambiente «A» tramite una porta leggermente decentrata (largh. 2 m), era anche in diretta comunicazione con una delle principali vie d'accesso/uscita del teatro, il grande corridoio laterale «C», che si trovava lungo il suo lato meridionale. Questo passaggio tra gli ambienti «B» e «C» non sembra presentare alcun diaframma, mentre si deve menzionare un ulteriore passaggio di ridotte dimensioni sulla parete E verso il cd. vano-scala.

L'ambiente quasi quadrangolare di 7.4×7.9 m, è caratterizzato dalla presenza negli angoli di quattro pilastri. I due pilastri sud (ciascuno 1.60×1.20 m) si compongono di blocchi in calcare nella metà meridionale e di un nucleo cementizio e paramento in laterizi nella metà settentrionale. Gli altri due pilastri addossati alle pareti laterali, che ripartivano l'ambiente nel settore N, presentano tecniche costruttive diversificate: quello a NE, realizzato in blocchi lapidei nella parte settentrionale e mattoni pedali e bipedali nella parte meridionale, presenta dimensioni più contenute (1.20×0.80 m), mentre nell'angolo NO dell'ambiente lo scavo ha consentito di individuare i limiti di un pilastro angolare di cui si intravede soltanto una minima porzione. Il pilastro presentava una pianta ad L (dimensioni massime ca. 1.40×1.30 m) con rinforzo d'angolo costituito da un blocco calcareo, oggi fortemente spoliato, mentre i due bracci E e S, in appoggio al blocco lapideo, erano realizzati in filari di laterizi passanti privi di nucleo cementizio.

<sup>391</sup> Anche la volta del vano 13 nel complesso del Pretorio non presenta archi, v. LIVADIOTTI 2000b, 816. Per ulteriori esempi di volte a botte con laterizi paralleli, v. sotto.

Inoltre, addossato alla parete orientale in posizione mediana tra i pilastri N e S si trovava un pilastro di minori dimensioni costituito da un unico blocco lapideo (1×0.70 m), che ha fatto ipotizzare la presenza di un ulteriore elemento portante mediano alla parete sul lato opposto.

Sui pilastri angolari andava ad impostarsi la copertura dell'ambiente che, a giudicare dai numerosi elementi in crollo, doveva essere piuttosto elaborata nella sua configurazione interna.

Infatti, lungo le pareti laterali O ed E trovavano posto due arcosoli ciechi, innestati sui pilastri e sul pilastro mediano, mentre un unico arcosolio cieco e di maggior ampiezza sul lato N era speculare al fornace di ingresso aperto, con una luce pressoché identica, sul lato S.

Un'ulteriore ipotesi prevederebbe comunque 4 semplici arcosoli impostati sui pilastri angolari e riconoscere nei pilastri mediani una semplice base per statua o altro accessorio non conservato.

Sull'estradosso di questi arcosoli andava ad impostarsi la copertura dell'ambiente.

In un primo momento si è ipotizzato che, stando anche alla pianta quasi quadrata, la copertura potesse essere costituita da una volta a crociera o a vela (v. *infra*).

Alcuni esempi di queste volte complesse in laterizio, seppur rare, sono attestate per esempio nella copertura di un ambiente delle terme SO di Olimpia, un complesso datato alla fine del I sec. d.C.

Tuttavia nella maggior parte degli esempi di volta a crociera o vela semplice, come si deduce dall'osservazione dell'ambiente quadrangolare dell'unità N delle terme NO di Epidauro<sup>392</sup>, la copertura si impostava direttamente sui muri laterali senza l'ausilio dei pilastri angolari che sono invece attestati nel caso qui esaminato.

Diversa ma probabilmente più vicina concettualmente all'esempio di Gortina risulta la copertura del Mausoleo RG 5 a Trezene, dove l'impiego del laterizio per gli intradossi di volte complesse sembra trovare un suo apice sperimentale. Una rigida conformazione esterna a dado, vedeva nell'interno una complicata articolazione con intreccio di archi posti a sostegno della copertura. Lungo le due pareti laterali vi erano infatti due arcosoli, mentre un unico arcosolio chiudeva la parete di fronte all'ingresso. Infine, lungo l'asse longitudinale, due ulteriori archi ribassati sostenevano la volta a vela posta a copertura dello spazio centrale quadrangolare<sup>393</sup>.

Numerosi indizi per ricostruire la copertura del vano del *Pythion* sono stati rinvenuti nel crollo all'interno dell'ambiente (Fig. 100a), e tra questi appare particolarmente significativo un lacerto in opera laterizia conformato a tronco di piramide rovesciata (Fig. 100b). Come più ampiamente spiegato in questo volume da C. Marson<sup>394</sup>, nell'elemento è da riconoscere la parte sommitale del pilastro NO dell'ambiente quadrangolare, completo dell'attacco di una volta complessa, ben evidente nei lati obliqui relativi al settore di imposta dell'intradosso della copertura. Nelle cortine di queste facce oblique si riconosce una disposizione radiale dei laterizi che, perpendicolarmente alla linea dell'intradosso della volta, sono opportunamente saldati da gettate in cementizio, nella funzione di prevenire il collasso strutturale.

Il fatto che l'ambiente non sia quadrato, ma rettangolare, ha portato ad escludere una soluzione a crociera a favore dell'esistenza di una volta diversa, come quella a botte lunettata coprente una luce di 5.4 m. Infatti, le volte così definite, formate dall'unione di 2 volte a botte sono necessariamente dipendenti da elementi portanti angolari. Oltre al fatto che la tipologia dell'ambiente permetteva l'apertura di porte/finestre in corrispondenza delle unghie.

Anche se nel mondo antico non sono, per ora, attestate simili coperture complesse in laterizio, la soluzione sembra essere al momento la più convincente per quanto assai problematica.

#### *Il corridoio orientale di accesso «C» (Tav. 11.31, «C»)*

A S dell'ambiente quadrangolare «B» si trova il corridoio di accesso orientale, denominato «C», che collega l'esterno del Teatro direttamente al palcoscenico e al corridoio sostruttivo curvilineo del piano terra. Pochi sono i dati a nostra disposizione per chiarire la conformazione di una eventuale copertura, la cui esistenza resta addirittura in dubbio<sup>395</sup>.

<sup>392</sup> VITTI 2016a, 175-180 o ambiente F1 nelle terme NE.

<sup>393</sup> VITTI-VITTI 2010, 278-283 e VITTI 2016a, 163-170.

<sup>394</sup> Più in dettaglio per la descrizione e l'analisi di questo blocco e le dinamiche di crollo v. il contributo di C. Marson *et alii* in Tomo I, parte II, cap. 11.4 («L'edificio scenico del Teatro del *Pythion*. Lo studio delle

evidenze archeologiche per la ricostruzione del sistema strutturale e per la comprensione dei meccanismi di danno sismico»).

<sup>395</sup> Su questo ambiente e la sua possibile copertura v. anche il contributo di J. Bonetto e M. Bressan in Tomo I, parte II, cap. 11.2 («L'architettura del Teatro del *Pythion*»).





Fig. 100 a e b. Veduta dell'ambiente «B» in corso di scavo con il lacerto in opera laterizia conformato a tronco di piramide rovesciata (US 158) in posizione centrale (a); particolare dello stesso elemento (b).

Il corridoio misura 8 m di lunghezza e 2.45 m di larghezza ed ha come limite meridionale il grande muro (US 1=166) di contenimento della cavea. A nord invece, come detto, l'ambiente rettangolare comunica, mediante un ampio passaggio inquadrato da pilastri, con il vano laterale «B» già parte integrante della scena.

Durante lo scavo del corridoio sono risultate quasi del tutto assenti porzioni di crollo e ciò rende difficoltosa la ricostruzione dell'elevato. Alcuni blocchi rivestiti in *opus testaceum* derivanti dal collasso dell'edificio ritrovati all'interno dell'ambiente si presentano come parti di un muro verticale e di conseguenza non sono collegabili a segmenti di volta, tanto da non fornire indizi utili per discutere l'eventuale presenza di una copertura integrale per questo passaggio.

In questo settore del Teatro assume particolare rilevanza la scala laterale che proviene dall'area del santuario di Apollo e procede verso l'edificio scenico. Si tratta di una rampa esterna all'edificio, di cui rimane lo scheletro in cementizio con le impronte di spoliatura dei blocchi lapidei dei gradini. Allo stato attuale si conservano le impronte di 9 gradini, ma lo sviluppo della rampa doveva essere ben maggiore portandosi ad un livello rialzato non meglio definibile verso S. Con ogni probabilità questa rampa era funzionale a raggiungere il corridoio curvilineo interno del primo piano della cavea. La prosecuzione di questa scalinata laterale doveva necessariamente protrarsi al di sopra del corridoio rettilineo di accesso, forse tramite un arco di cui però non si conoscono né l'attacco, né elementi in crollo per la mancata estensione dello scavo nel settore del suo originario sviluppo.

In una prima ipotesi il corridoio «C» poteva essere privo di copertura, permettendo l'accesso sia al palcoscenico sia, in momenti distinti, al corridoio sostruttivo curvilineo del piano terra della cavea. Proprio presso l'estremità occidentale del passaggio si apre infatti l'accesso all'ambulacro curvilineo del piano terra che conduceva ai corridoi di accesso all'orchestra.

Utile per la comprensione di questo settore del teatro e della prima ipotesi può risultare il confronto con altri *odeia* del mondo greco, nei quali risulta conservata questa porzione dell'edificio, come per esempio l'*odeion* di Patrasso, dove il corridoio che conduce al palcoscenico risulta essere scoperto e dove una scala collegava il muro di fronte-scena con la *praecinctio* della cavea<sup>396</sup>.

Una seconda ipotesi potrebbe vedere in questo settore una singola arcata che, impostata sulla copertura del vano «B», si sarebbe ammassata mediante interposizione di una cornice su mensole al grande muro di sostegno della cavea. Le tracce di un simile apprestamento potrebbero riconoscersi nei due fori nell'apparato in laterizio al di sopra della nicchia secondo una prassi costruttiva che si ritrova in alcuni teatri microasiatici, come quello di Myra<sup>397</sup>.

Una terza possibilità potrebbe infine prevedere una totale copertura dell'ambiente «C», così da immaginare un corpo edilizio di completo sviluppo verticale che viene talvolta denominato «*basilica*»<sup>398</sup>; questo poteva estendersi fino alla porta del palcoscenico con una possibile partizione verticale interna (solai) non precisabile; in questo caso molto difficile è definire la specifica forma di copertura, che si può immaginare a spiovente continuo verso N per coprire anche l'ambiente «B»<sup>399</sup>. Va detto che la presenza di questo corpo di fabbrica e della sua copertura è indiziato dalla presenza della porta del palcoscenico, che impone di pensare ad un proprio architrave inserito in una porzione di elevato. Va però anche precisato che una completa copertura del corridoio «C» fino alla porta di accesso al palcoscenico avrebbe comportato la presenza di un corpo edilizio tale da produrre un serio ostacolo visivo tra le parti alte e laterali della cavea e il palcoscenico, come dimostrato dallo studio sulla visibilità tra le posizioni degli spettatori e l'area di recitazione del palco condotto in questo volume da C. Manzetti<sup>400</sup>.

In conclusione è necessario ammettere che, nonostante le lunghe e approfondite indagini condotte in questo settore del Teatro, appare oggi estremamente difficile proporre una seria e credibile ipotesi in merito alla copertura dell'ambiente «C». Le diverse ipotesi esposte appaiono infatti tutte potenzialmente possibili, ma pure per alcuni aspetti non sempre del tutto convincenti, o, per lo meno, prive di elementi indiziari sufficienti a renderle preferibili una all'altra. Allo stato attuale della ricerca la copertura del vano di accesso laterale resta quindi un problema aperto.

*La cavea. Il corridoio sostruttivo curvilineo del piano terra* (Tav. 11.31, «D»)

Maggiori elementi per la formulazione di ipotesi ricostruttive delle coperture in laterizio si individuano negli ambienti della cavea.

Dal corridoio di accesso laterale «C» si raggiungeva, passando per un arco in conci di calcare di cui si conserva solamente la porzione inferiore, il corridoio sostruttivo curvilineo del piano terra, in parte sottoposto al primo ordine della cavea. L'ambiente presenta una larghezza di 3.10 m e doveva raggiungere

<sup>396</sup> BRESSAN 2009, 215-218 con bibliografia completa sull'*odeion* di Patrasso.

<sup>397</sup> DE BERNARDI FERRERO 1966/74, 3, 203 e KNOBLAUCH-ÖZBEK, 1996, 194, fig. 5.

<sup>398</sup> Su questa denominazione e le sue funzioni v. il contributo di J. Bonetto e M. Bressan in Tomo I, parte II, cap. 11.2 («L'architettura del Teatro del *Pythion*»).

<sup>399</sup> L'altezza di questo corpo di fabbrica, che nella maggior parte dei casi conservati raggiungeva le quote delle porzioni adiacenti della cavea e dell'edificio scenico del teatro (v. Bosra, *Aspendos*), era solitamente divisa su più piani e funzionale a mettere in comunicazione i diversi livelli del Teatro.

<sup>400</sup> V. il contributo di C. Manzetti in Tomo I, parte II, cap. 11.5 («L'acustica e la visibilità nel Teatro del *Pythion*»).





Fig. 101. Il corridoio sostruttivo curvilineo della cavea.

un'altezza di circa 3.33 m. L'estradosso della volta corrisponde al piano del corridoio curvilineo mediano (scoperto) del primo piano, secondo un'articolazione architettonica che doveva ripetersi anche lungo l'anello esterno del secondo ordine delle gradinate.

Del corridoio si conserva integra la parete interna e parte della copertura realizzata con volta a botte a tutto sesto<sup>401</sup> (Fig. 101).

La copertura del corridoio è realizzata tramite colata di cementizio a grossi ciottoli e scapoli lapidei affogati in abbondante malta che copriva una luce di 3.10 m. La massa cementizia è interrotta da un'ossatura costituita da archivolti in opera quadrata formati da blocchi in calcare locale (contrassegnati in alcuni casi dalla sigla *ME*) e posti ad intervalli regolari. Questi archi che scandiscono la volta a botte risultano spoliati in gran parte, soprattutto nel lato verso l'orchestra, e solo nella porzione più orientale appaiono conservati i blocchi d'impasta posti ad un'altezza di 2.03 m dal piano di calpestio dell'ambiente.

Anche se il paramento interno di questa volta a botte è stato largamente asportato, può essere in parte ricostruito sulla base di alcune tracce residue. Infatti l'intradosso della volta in cementizio era rivestito interamente da una cortina laterizia. Singoli laterizi conservati per pochi corsi sopra il livello d'impasta della volta, unitamente alle impronte lasciate sulla malta dell'intradosso della copertura confermano la presenza di una cortina testacea (Fig. 102). Similmente alla volta di copertura del piano terra dell'edificio scenico, i laterizi dovevano essere di forma trapezoidale. L'impronta della cortina è ben distinguibile grazie alle tracce presenti sulla malta del nucleo cementizio: da queste tracce si nota come i laterizi fossero collocati in maniera tale che il giunto di malta risultasse sfalsato tra i vari ricorsi.

La particolarità sta nella disposizione degli elementi laterizi, che nella parte inferiore della volta (per alcuni corsi) erano disposti parallelamente alla linea d'impasta, mentre nella parte superiore erano allentati secondo la disposizione a mattoni trasversali (Fig. 103). Dall'osservazione attenta delle impronte sulla

<sup>401</sup> Un arco a tutto sesto completo risulterebbe 20 cm più alto di quanto riscontrato, anche se si deve tenere sempre presente che alcune irregolarità possono essere dovute a cedimenti strutturali posteriori alla messa in opera.



Fig. 102. Il segmento a cortina laterizia compreso tra le prime due nervature in blocchi lapidei sul lato orientale del corridoio sostruttivo curvilineo del piano terra.



Fig. 103. Le tracce della differente tessitura dei laterizi visibili in traccia sull'intradosso del corridoio sostruttivo curvilineo della cavea: ad un settore inferiore a laterizi disposti parallelamente si sovrappone una cortina realizzata a tessitura trasversale.





Fig. 104. La doppia ghiera sfalsata in laterizio all'interno del corridoio assiale.



Fig. 105. La porzione conservata della volta del corridoio orientale sottoposto al primo ordine delle gradinate della cavea.

malta si deduce che alcune porzioni di mattoni trasversali erano posti in opera a quote diverse rispetto a settori contigui dello stesso manto intradosale<sup>402</sup>.

È stato inoltre osservato che a distanze regolari la porzione superiore dell'intradosso della volta era marcata da nervature composte da singoli filari di laterizi paralleli, espletando lo stesso compito dei grandi blocchi in arenaria con la funzione di archi rompi tratta, che sono già stati evidenziati nel caso della volta del piano terra dell'edificio scenico<sup>403</sup>.

Questo schema della tessitura muraria, di tipo tradizionale fino alle reni e con mattoni tessuti trasversalmente nella parte superiore dell'intradosso, testimonia una commistione delle due tecniche che ricorre sia in Grecia sia in Asia Minore e viene più comunemente classificata come tecnica mista (v. *infra*).

*La cavea. I corridoi sottoposti al primo ordine delle gradinate* (Tav. 11.31, «E» e «F»)

Per quanto riguarda le coperture in mattoni riscontrate nel settore della cavea del Teatro si deve anche menzionare il passaggio assiale al di sotto del primo ordine delle gradinate (Tav. 11.31, «E»). Tale corridoio, funzionale alla circolazione verso l'orchestra era connesso al corridoio curvilineo del piano terra appena analizzato (cap. 11.2, Fig. 27).

Pur non essendo mai stato scavato per intero, si può comunque apprezzare l'ingresso di tale corridoio voltato che conserva integra la ghiera di laterizi di una volta a botte inclinata<sup>404</sup>. I laterizi sono disposti in maniera parallela alla linea di imposta, rivestiti sull'intradosso da una scialbatura bianca. La volta, che copre una luce di 1.30 m ca., si prolunga su un'imposta obliqua inclinata verso l'alto per tutta l'estensione delle 10 gradinate immettendosi nel corridoio sostruttivo curvilineo del piano terra.

A 2.5 m dal limite esterno si trova un ulteriore arco in laterizi che probabilmente era funzionale al rinforzo della struttura (Fig. 104). La doppia ghiera sfalsata appena visibile all'interno doveva prolungarsi fino a segnare il punto di tangenza dei due corridoi sostruttivi, forse per facilitare il raccordo fra le due volte.

Il corridoio assiale non doveva rappresentare l'unica sostruzione cava nell'ambito delle gradinate del primo ordine, ma doveva avere dei corrispettivi simmetrici nelle porzioni più orientale e occidentale della cavea. Nel settore orientale però oltre alle gradinate all'estremità settentrionale e a contatto con la prosecuzione del muro di *analemma*, anche l'originaria copertura del passaggio voltato (Tav. 11.31, «F») è crollata ed è stata asportata. La volta è ricostruibile come quella centrale grazie al residuo del rinfiango in cementizio sul quale ben si evidenziano le tracce in negativo dei laterizi paralleli all'imposta (Fig. 105). L'esistenza di questo passaggio è altresì confermata dagli stipiti della porta di prima fase e dai gradini della fase di ristrutturazione

<sup>402</sup> Ad esempio, per quanto riguarda il segmento a cortina laterizia compreso tra le prime due nervature in blocchi lapidei sul lato orientale del corridoio, il cambiamento della tessitura muraria si pone a differenti altezze dal piano d'imposta della volta: se nella prima parte il punto di contatto tra la tessitura parallela e quella trasversale è identificabile a 1 m di altezza, nel secondo tratto non sembra superare i 0.60 m e simile altezza si riscontra nella quarta e ultima porzione (ca. 0.70

m) (il terzo tratto invece non è ben leggibile).

<sup>403</sup> Sempre nel primo segmento a cortina laterizia compreso tra le prime due nervature in blocchi lapidei, si nota la seguente sequenza irregolare: due file singole di laterizi paralleli da 0.28 m inquadrano un segmento di laterizi trasversali per 1.47 m. Gli spazi di risulta compresi tra le nervature a laterizi paralleli e le nervature in blocchi lapidei erano poi opportunamente risarcite da tratti di cortina a mattoni trasversali.



Fig. 106. Resti di una volta a botte conoidica con imposte orizzontali (camera 12).

rinvenuti in corrispondenza dei residui della volta, che testimoniano l'esistenza di un'apertura che dall'orchestra consentiva l'accesso al passaggio sottostante la cavea.

*La cavea. Le camere voltate di sostruzione* (Tav. 11.31, camere 12 e 6)

Ulteriori attestazioni di volte in mattoni si riscontrano nelle coperture delle camere che sostenevano le gradinate e i corridoi del secondo ordine di gradinate della cavea del Teatro.

Nella fascia del secondo anello della cavea lo scavo ha portato alla luce uno dei due vani (Tav. 11.31, camera 12) al pianoterra della porzione occidentale dell'edificio teatrale. Il vano sostruttivo era coperto da una volta a botte conoidica con imposte orizzontali, la cui luce coperta variava da 3.8 m a 4.6 m. La copertura non si conserva integralmente, ma i resti visibili nelle porzioni angolari indicano l'originaria presenza di una volta a botte composta da mattoni paralleli alle linee di imposta (Fig. 106).

Questo ambiente esterno (camera 12) era collegato tramite un arco all'ambiente del primo anello sostruttivo più interno. Dell'arco si conservano i piedritti, realizzati in blocchi di calcare che risultano essere appositamente sagomati in questo punto come conci a cuneo. Al di sopra di questi, sui  $\frac{3}{4}$  delle reni, veniva ad impostarsi la ghiera a laterizi paralleli, che si conserva in sezione (Fig. 107).

Grazie agli indizi recuperati nella parte orientale del Teatro, si può dedurre che questo primo anello era composto da camere con volte simili a quelle del secondo anello, appena descritto; le volte del primo anello al piano terra risultavano coperte da una volta a botte, la quale è sempre conoidica con imposte orizzontali. La tecnica utilizzata per la copertura, deducibile dalle porzioni conservate, prevedeva l'uso di mattoni paralleli. Infatti nella porzione orientale del Teatro (Tav. 11.31, camera 6) si conserva l'attacco di una di queste volte con una luce coperta che variava da 2.6 m a 3.5 m (Fig. 108).

Nella zona centrale della cavea si trovano alcune porzioni conservate delle sostruzioni del secondo ordine delle gradinate; in questo caso si possono apprezzare parti molto ridotte, ma ben leggibili, delle camere del primo piano impostate sull'estradosso delle volte del pianoterra (camera 6). Le camere dell'anello interno di questo primo piano erano coperte da una volta conoidica con imposte oblique funzionali a seguire la pendenza delle gradinate del secondo ordine che su di esse si impostavano. Nel settore conservato si notano con chiarezza le tracce dell'attacco inclinato di una volta con intradosso in cortina laterizia che andava a coprire una luce variabile da 2.7 m a 3.6 m (Fig. 109).



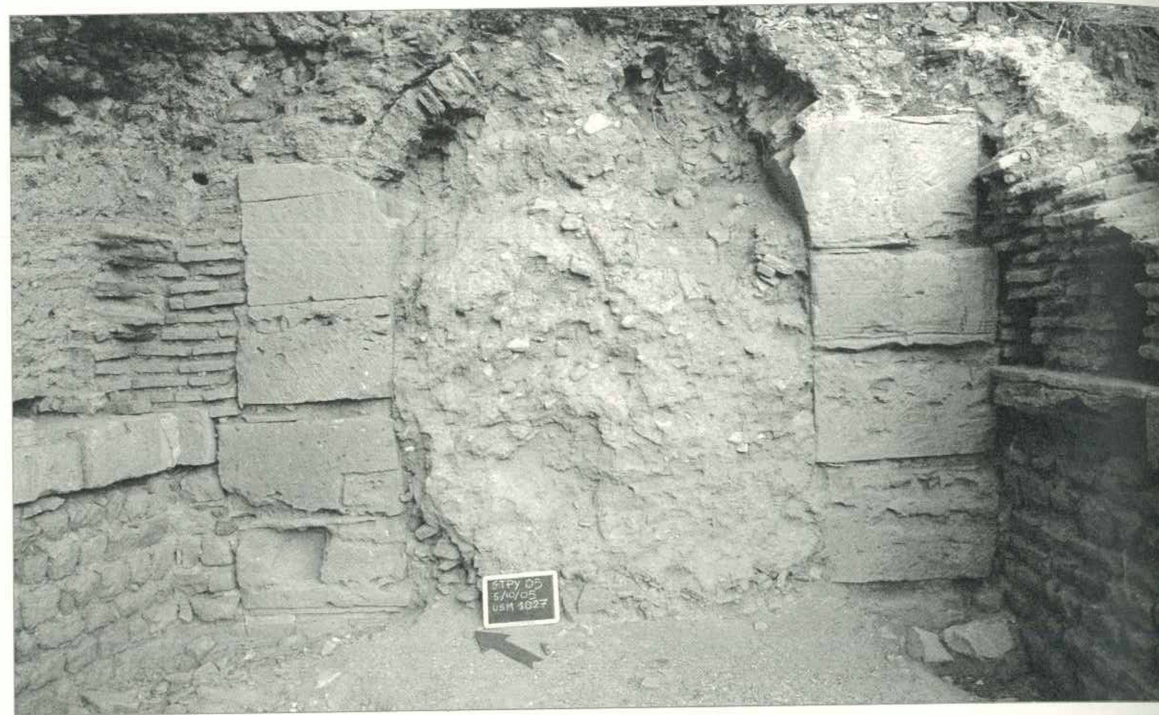


Fig. 107. Ghiera a laterizi paralleli dell'ambiente più interno del primo anello sostruttivo.



Fig. 108. Volta della camera 6 del primo anello del piano terra.

#### Le volte in laterizio a Gortina e a Creta

Volgendo lo sguardo al panorama cretese è da sottolineare che la peculiare tecnica costruttiva delle volte laterizie largamente impiegata al Teatro del *Pythion* registra un numero considerevole di attestazioni regionali.

I primi esempi riconosciuti e analizzati in dettaglio da M. Livadiotti<sup>405</sup> si concentrano nella stessa Gortina ed in particolare nel complesso delle Terme del Pretorio. Qui le coperture mostrano notevoli affinità costruttive con gli esempi presenti nel Teatro del *Pythion*, ma si contraddistinguono per cronologie diverse e perlopiù tarde, come sembrerebbe indicare l'ambiente sostruttivo (14a) di una cisterna datato al III-IV sec. d.C.<sup>406</sup>. Il vano sostruttivo della piccola struttura idraulica situata a SE del calidario delle Terme del Pretorio è coperto con una volta a botte. Questa si conserva ancora integralmente restituendo in maniera completa una volta messa in opera con mattoni trasversali separati da archi di sostegno a mattoni paralleli alle linee di imposta. Tali archi avevano lo scopo di irrigidire e contenere l'intera struttura e di rafforzarla in vista del carico dell'ambiente soprastante (Fig. 110).

La volta del calidario 13 delle terme del Pretorio, datata alla prima metà del IV secolo d.C., anche se rinvenuta in crollo, è invece un ottimo confronto per l'impiego della tecnica mista con mattoni disposti in parallelo e trasversali rispetto alla linea di imposta lungo lo stesso arco di copertura (Fig. 111).

L'impiego di volte in laterizio in edifici connessi con l'uso dell'acqua è infine documentato presso l'acquedotto gortinio che, datato nella sua fase iniziale al II sec. d.C., presenta alcuni segmenti dello speco voltati a botte leggermente ribassata in mattoni appositamente sagomati di 20x20 cm circa, accostati a coltello e disposti per ricorsi sfalsati<sup>407</sup>.

Oltre che nei grandi complessi pubblici (terme del Pretorio, acquedotto e Grande Teatro dell'Acropoli<sup>408</sup>), a Gortina è infine da segnalare un esempio di utilizzo in contesto privato rintracciabile in un mausoleo romano a O della città, con camera sepolcrale, quasi quadrata (5.10x5.5 m) coperta con una volta a botte in mattoni paralleli (Fig. 112a e b) e, sempre in ambito funerario, l'impiego di laterizi paralleli per le coperture a volta a sesto acuto di due camere sepolcrali contigue<sup>409</sup>.

Spostando lo sguardo verso l'orizzonte cretese è interessante seguire lo studio di M. Livadiotti che ricorda due costruzioni localizzate nella Messara orientale e rappresentate dalle cisterne di Kastelliana e di Haghia Photia. La costruzione di Kastelliana<sup>410</sup>, a 30 km a est di Gortina, si conserva per un'altezza di ca. 3 m e consiste in 4 ambienti affiancati di 12x4 m ca. (Fig. 113), mentre il grande serbatoio idraulico di Haghia Photia, mai indagato in dettaglio, si articola in

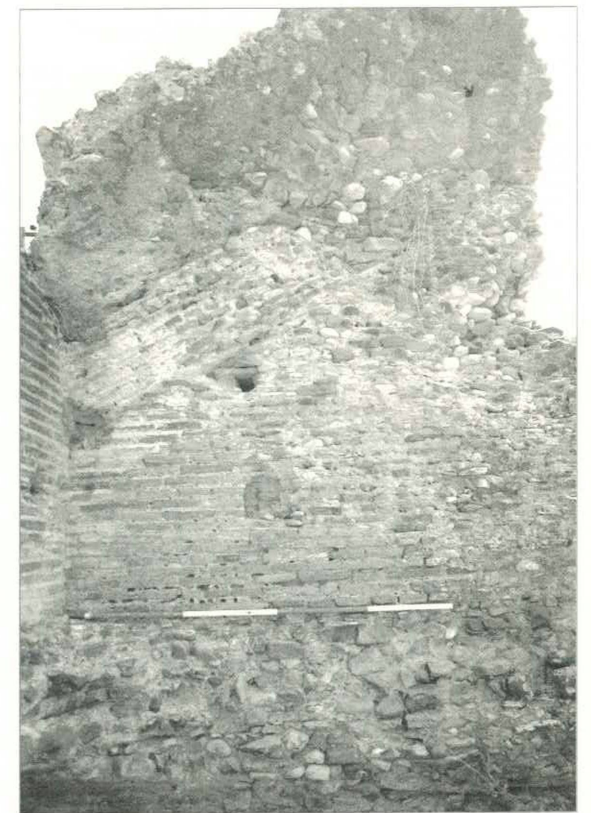


Fig. 109. Volta conoidica con imposte oblique con intradosso in cortina laterizia del primo piano (camera 6).

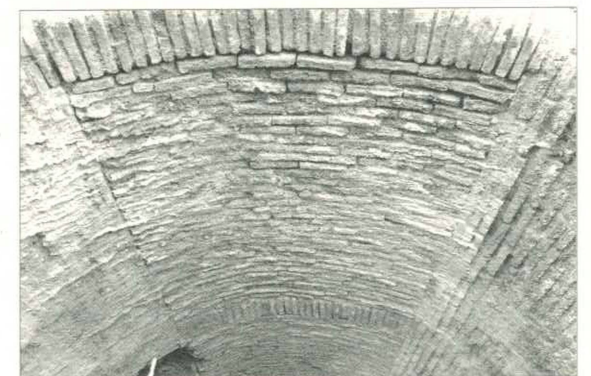


Fig. 110. Volta a botte del vano sostruttivo (14a) di una cisterna del Pretorio con mattoni trasversali separati da archi di sostegno a mattoni paralleli alle linee di imposta.

<sup>404</sup> La volta ha aspetto ribassato ma non si può escludere una deformazione dovuta ad un parziale collasso strutturale.

<sup>405</sup> LIVADIOTTI 2000b.

<sup>406</sup> *Ibid.*, 814.

<sup>407</sup> PAGANO 1992, 279 e 2007, 332 menziona una copertura costruita da mattoncini trapezoidali messi per testa (lung. 25-26 cm). Cfr. più recentemente GIORGI 2010, 428, fig. 9 e 2016, 49 e fig. 23.

<sup>408</sup> V. *infra*.

<sup>409</sup> IOANNIDOU KAPETIOY 1973/74, 889-893, schizzo 6-7; ΑΛΕΞΙΟΥ 1973, 474; TOUCHAIS 1981, 873-876, figg. 201-202 e DI VITA 2010, 354-355, figg. 522-524; ΔΕΜΗΤΣΗ 1973, 568 e tav. 538a-b.

<sup>410</sup> Per la costruzione di Kastelliana v. SANDERS 1982, 151 e fig. 55; LIVADIOTTI 2000b, 813-814, figg. 13, 14.

<sup>411</sup> Per Haghia Photia, v. SANDERS 1982, 150 con riferimento alle singole pubblicazioni nell'*Archaiologikon Deltion*, LIVADIOTTI 2000b, 814.



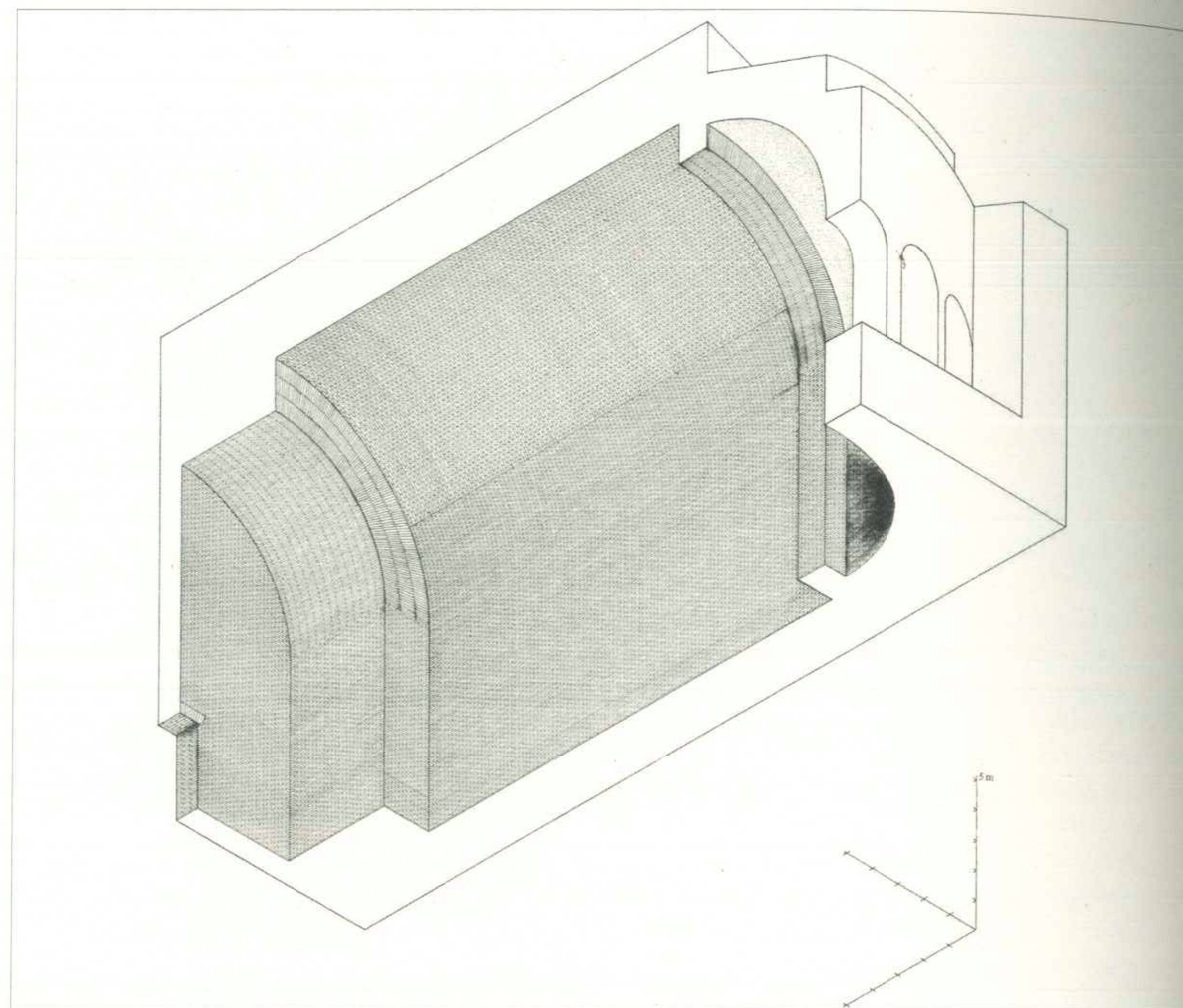


Fig. 111. Ricostruzione assonometrica della volta del vano 13 del Pretorio (LIVADIOTTI 2000b).

alcuni vani allungati di maggiori dimensioni, per lo più affiancati e ora quasi completamente interrati<sup>411</sup>. Entrambi gli esempi sono accomunati da originarie volte in laterizio di cui si conservano parzialmente gli attacchi in corrispondenza delle imposte. A Kastelliana la tessitura delle volte utilizzate per la copertura doveva presentarsi di tipo misto e lo stesso vale per le monumentali cisterne di Haghia Photia, in cui è ancora agevole riconoscere le tracce dei laterizi impresse sul cementizio (Fig. 114).

I due edifici posti alle pendici degli Asteroussia, ai limiti meridionali della pianura fertile, servivano a captare e conservare l'acqua utilizzata per l'irrigazione delle coltivazioni in pianura. È assai probabile che essi, pienamente compresi nell'orbita gortinia, condividessero oltre al *modus operandi* anche le maestranze della principale città del territorio in cui si trovano realizzazioni strutturali simili<sup>412</sup>.

È interessante osservare come altri due casi di confronto cretesi, uno a O e uno a E dell'isola, siano accomunati la stessa funzione di raccolta idrica. Il primo esempio è costituito dal grande complesso di cisterne della città di *Aptera* che, disposto su una planimetria a gamma (lunga 57.30×8.85 e 34.40×8.85 m), si conserva per una altezza fino a 6 m e presenta tracce di una volta a laterizi paralleli (Fig. 115). L'altro edificio, la cd. Sithiapothiski di Tholo (56×10 m ca.), poco più a N di Kavousi, già interpretato come granaio, è anch'esso invece molto probabilmente identificabile come cisterna<sup>413</sup>. In questo caso l'alzato, molto eroso, non permette di definire con certezza la configurazione della copertura, ma è verosimile che questa dovesse comunque impiegare laterizi di 0.24 m per lato in tutto simili a quelli adoperati per le pareti<sup>414</sup>.

<sup>412</sup> SANDERS 1982, 150, 151, fig. 55; LIVADIOTTI 2000b, 813, figg. 13-14; 814.

<sup>413</sup> *Ibid.*, 140 e fig. 51; HARRISON 1990, 147; 1993, 189; contra HAG-

GIS 1996.

<sup>414</sup> Per l'ipotesi di copertura si v. HAGGIS 1996, 198.

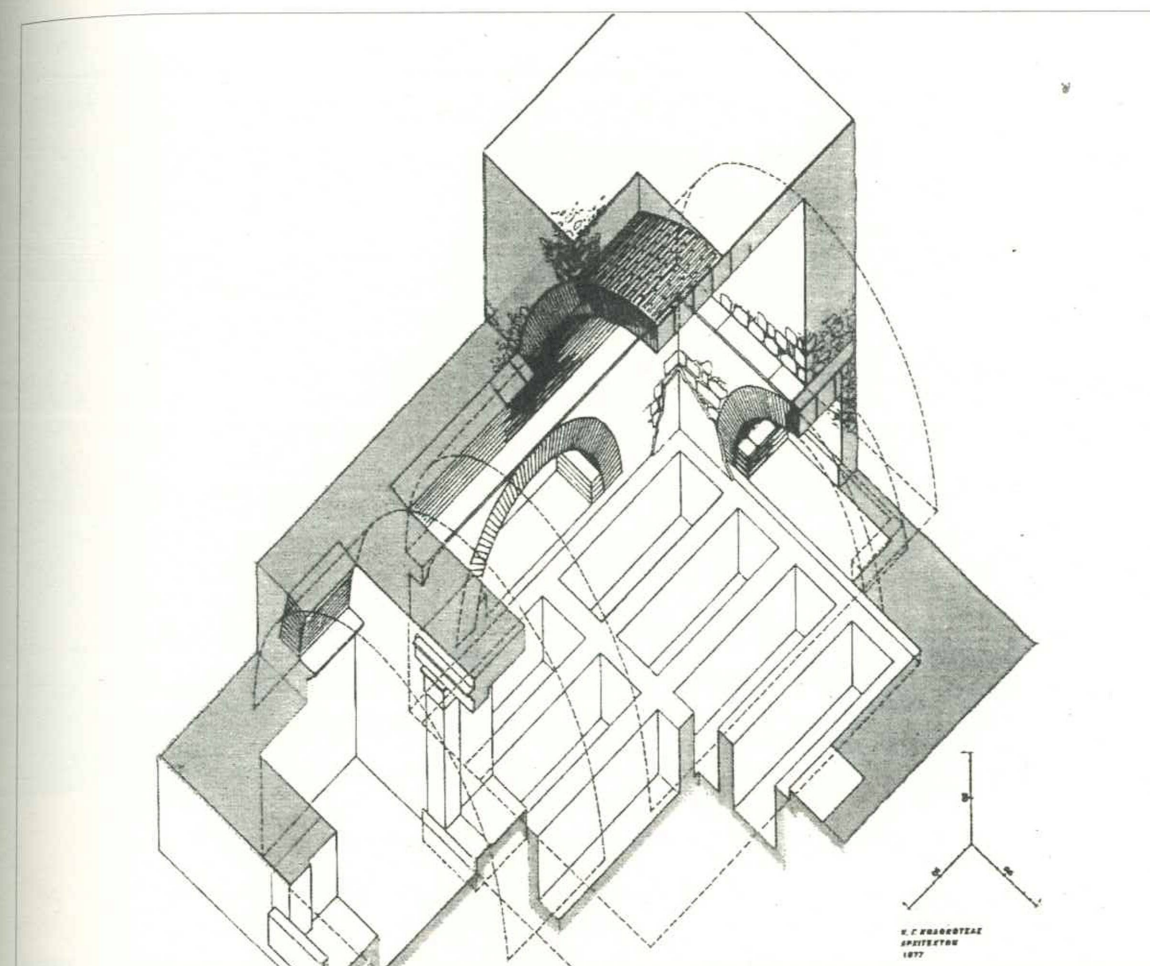


Fig. 112a e b. Ricostruzione assonometrica del Mausoleo romano della necropoli occidentale di Gortina (a) e particolare dell'angolo interno SE con tracce della volta laterizia.





Fig. 113. Veduta generale della cisterna di Kastelliana e dettaglio dell'intradosso laterizio.



Fig. 114. Impronte della cortina laterizia sull'intradosso delle volte delle cisterne monumentali ad Haghia Photià.

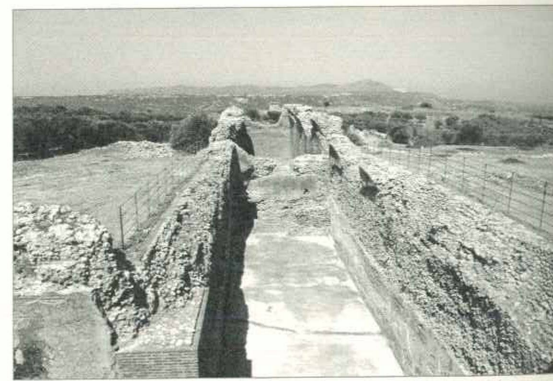


Fig. 115. Veduta della cisterna a forma di gamma ad Aptera.

I numerosi esempi rintracciabili nella città di Gortina e a Creta (Tab. 11.30)<sup>415</sup> trovano dunque un'importante integrazione proprio nelle casistiche delle coperture del Teatro del *Pythion*, che si segnalano ad oggi come il più nutrito ed antico campionario in area cretese di questa tecnica.

<sup>415</sup> Nella tabella non sono state inserite le sostruzioni ad O dell'agorà greca e le sostruzioni dell'area terrazzata ad O del Mitropolianos (II-III d.C.); di queste costruzioni non si conserva la copertura, ma verosimilmente la tecnica utilizzata doveva essere la stessa. V. in merito BARRESI 1994, 230 e DI VITA 1994/95, 384-387, fig. 60. Per quanto riguarda il Grande Teatro dell'Acropoli posizionato ad O dell'Agorà è per il momento impossibile capire se oltre alla copertura dell'edificio scenico (v. KANTA *et alii* υπό έκδοση) anche le sostruzioni radiali

esterne della cavea fossero costruite con laterizi (anche se non sembrerebbe così dato l'ampio utilizzo di materiale lapideo nelle costruzioni visibili). Altre fondamentali costruzioni in laterizio di Gortina sono rappresentate dal complesso termale della Megali Porta (v. in merito MASTURZO-TARDITI 1994/95) e dalla struttura in laterizio sull'Acropoli, di incerta datazione e funzione, di cui però non si conservano le coperture, che possono solo essere ipotizzate in laterizio.

Luogo	Edificio	Ambiente	Dimensioni	Tipo di volta	Tecnica	Datazione	Bibliografia/Commento
Gortina	Terme del Pretorio	Sala centrale rettangolare del vano 13	13,5×10,55 m	Volta a botte	Tecnica mista: Laterizi paralleli fino alle reni, poi laterizi trasversali	IV sec. d.C.	LIVADIOTTI 2000b (la stessa porta come esempi le volte delle sostruzioni delle terme dell'agorà di Argo, delle terme di Vespasiano a Patara e della basilica di <i>Aspendos</i> , tutti datati nel II sec. d.C., v. LANCASTER 2009).
Gortina	Terme del Pretorio	Ambiente sostruttivo della cisterna delle terme del Pretorio (vano 14a)	3,5×3,5 m	Volta a botte	Tecnica mista: Laterizi paralleli fino alle reni, poi laterizi trasversali con archi di sostegno in laterizi paralleli	Prima metà III sec. d.C.	LIVADIOTTI 2000b, 814-815, fig. 15.
Gortina	Terme del Pretorio	Passaggio sostruttivo dal vano 14a al vano 11a della cisterna delle terme del Pretorio	1,2×0,5 m	Volta a botte	Tecnica mista: Laterizi paralleli, corso in chiave/colmo con laterizi trasversali	Prima metà III sec. d.C.	LIVADIOTTI 2000b, 814-815, fig. 16.
Gortina	Acquedotto	Condotto/speco		Volta a botte	Laterizi paralleli	II metà II sec. d.C.	LIVADIOTTI 2000b, 812-813; 2010, 454; PAGANO 1992, 279; PAGANO-DI VITA 2007, 332, figg. 2-3; GIORGI 2010, 428, fig. 9.
Kastelliana	Cisterna	4 vani allungati	12,60×4 m ciascun ambiente	Volta a botte	Tecnica mista: Laterizi paralleli fino alle reni, poi laterizi trasversali	?	SANDERS 1982, 151, fig. 55 (pianta); LIVADIOTTI 2000b, 813, figg. 13-14; 814, n. 30.
Haghia Photià	Complesso di Cisterne	Diversi vani allungati	ca. 12×4 m ciascun vano	Volta a botte	Tecnica mista: Laterizi paralleli fino alle reni, poi laterizi trasversali	?	SANDERS 1982, 150; LIVADIOTTI 2000b, 814.
Aptera	Cisterna a gamma	Vano allungato	57,30×8,85 e 34,40×8,85 m	Volta a botte	Laterizi paralleli?		SANDERS 1982, 167; ΓΚΡΙΖΗΣ 2014, 13-14.
Gortina	Mausoleo romano	Camera funeraria	5,10×5,05 m	Volta a botte	Laterizi paralleli e arcosoli in laterizio	II metà I- inizio II sec. d.C.	IOANNIDOU ΚΑΡΕΤΣΟΥ 1973/74, 889-893, schizzo 6-7; ΑΛΕΞΙΟΥ 1973, 474; TOUCHAIS 1981, 873-876, figg. 201-202; DI VITA 2010, 354-355, figg. 522-524.
Gortina	Grande Teatro dell'Acropoli	Ambienti dell'edificio scenico	?	Volta a crociera?			KANTA <i>et alii</i> , υπό έκδοση.
Gortina	Teatro del <i>Pythion</i>	Ambiente dell'edificio scenico; pianoterra	23,8×4,5 m	Volta a botte	Laterizi trasversali. Su archetti ciechi addossati alle pareti laterali si imposta la volta con laterizi trasversali framezzati da archi di sostegno in laterizi paralleli	II sec. d.C.	
Gortina	Teatro del <i>Pythion</i>	Ambiente dell'edificio scenico; 1. piano	23,8×4,5 m	Volta a botte	Laterizi paralleli	II sec. d.C.	



Gortina	Teatro del <i>Pythion</i>	Ambiente «B»	7.9×7.43 m	Volta a crociera		II sec. d.C.	
Gortina	Teatro del <i>Pythion</i>	Ambulacro anulare sostruttivo della <i>ima cavea</i>	largh. 3.1	Volta a botte anulare	Tecnica mista: Laterizi paralleli fino alle reni, poi laterizi trasversali intervallati da archi in conci di calcare	II sec. d.C.	
Gortina	Teatro del <i>Pythion</i>	Ambienti sostruttivi radiali della <i>ima cavea</i>	5.67×1.28-2	Volta a botte inclinata	Laterizi paralleli con arco in laterizio di rinforzo	II sec. d.C.	
Gortina	Teatro del <i>Pythion</i>	Ambienti sostruttivi radiali della <i>cavea</i> , anello interno del piano terra (ambiente 6)	3.95×2.62	Volta a botte	Laterizi paralleli	II sec. d.C.	
Gortina	Teatro del <i>Pythion</i>	Ambienti sostruttivi della <i>cavea</i> , anello esterno del piano terra (ambiente 12)	3.85×3.88	Volta a botte inclinata	Laterizi paralleli	II sec. d.C.	

Tab. 11.30. Censimento delle volte laterizie di età romana nell'isola di Creta.

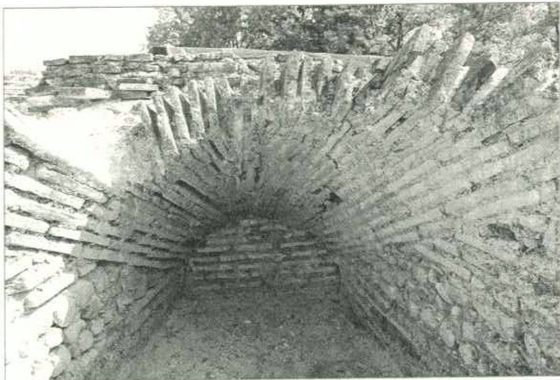


Fig. 116. Particolare della volta a mattoni radiali negli ambienti sostruttivi dell'Odeion di Dion.

tura anche nell'*odeion* di Salonicco, che conserva perfettamente le volte a botte negli ambienti ipogei meridionali della *cavea*, e nell'*odeion* di Dion, nel quale gli ambienti radiali che supportavano la *cavea* sono coperti da volte a imposta inclinata, con laterizi disposti parallelamente<sup>418</sup> (Fig. 116).

Per gli edifici teatrali di maggiori dimensioni l'unico esempio sembra riscontrarsi proprio nel Grande Teatro dell'acropoli di Gortina; si tratta di una volta a crociera, rinvenuta in crollo, che doveva coprire uno degli ambienti dell'edificio scenico<sup>419</sup>.

Anche negli stadi l'elevato numero di ambienti sostruttivi permette di rintracciare alcune coperture realizzate con mattoni cotti, come nelle sostruzioni a N nello stadio di Patrasso, in cui la copertura è

L'uso delle volte in laterizio negli edifici per spettacolo

Analizzando l'ampia documentazione disponibile per la Grecia romana, si nota che l'utilizzo di volte in laterizio ricorre in maniera diffusa negli edifici per spettacolo ed in modo particolare negli *odeia*. Tra questi, ad esempio, si ricorda il caso di Argo dove, oltre al soffitto voltato del corridoio di accesso laterale N riferibile alla prima fase costruttiva di fine del I sec. d.C.<sup>416</sup>, le volte a botte (con laterizi disposti in modo parallelo alla linea delle imposte) usate per sostenere la *cavea* si inseriscono nel rifacimento degli inizi del III sec. d.C.<sup>417</sup>.

La tecnica costruttiva è applicata con disinvoltura

alzati, dovevano verosimilmente fare largo impiego di laterizi. Un ulteriore esempio, citato in letteratura è costituito dalle murature e dalle coperture del teatro di Sparta, datato al II sec. d.C. (v. DODGE 1990, 116), che però da visione autoptica non appare costruito in *opus testaceum*.

<sup>418</sup> VITTI 2016a, 334-335 e fig. 4.1.

<sup>419</sup> Indicazione resa nota durante il quarto incontro Ergo Kritis da parte di KANTA *et alii* υπό έκδοση.

<sup>416</sup> GINOUVÈS 1972, 152-156, figg. 74, 76, 77-79.

<sup>417</sup> In questo caso l'utilizzo di laterizi radiali nella parte inferiore senza l'ausilio della centina prosegue con una parte superiore costruita con centina, v. VITTI 2016a, 121-123, figg. 3.42-44. Sempre nello stesso ambito funzionale è da ricordare ancora l'*odeion* di Patrasso, del quale purtroppo non si conservano eventuali blocchi in crollo utili ad una ricostruzione delle coperture che, a giudicare dalla tecnica costruttiva degli



Fig. 117. Veduta delle sostruzioni N nello stadio di Patrasso con volte in laterizio.

realizzata mediante volte inclinate o orizzontali con intradosso a laterizi paralleli (Fig. 117)<sup>420</sup>. Un ulteriore esempio, ancora inedito per questo aspetto, è quello dello stadio della città di Nicopoli<sup>421</sup>.

Il quadro che viene a delinearsi per gli edifici da spettacolo richiede necessariamente una riflessione riguardo alle motivazioni che portarono all'ampio utilizzo di questa tecnica (Tab. 11.31).

L'impiego del laterizio nelle volte offriva un vantaggio nelle tempistiche di cantiere, e ciò potrebbe in parte spiegarne il frequente utilizzo nelle opere pubbliche, inevitabilmente condizionate da tempi serrati di lavoro, per far fronte a necessità funzionali ed ideologiche spesso collegate a costruzioni di questo tipo<sup>422</sup>. Si sottolinea in questa sede l'alta specializzazione raggiunta dalle maestranze e gli edifici da spettacolo si rivelano in questo senso campi privilegiati di sperimentazione, senz'altro favorita dalla cospicua disponibilità economica, oltre che dall'eterogenea natura degli ambienti che li compongono.

Edificio	Luogo	Ambiente	Tipo di volta	Tecnica di laterizio	Datazione	Bibliografia
<i>Odeion</i>	Argo	Corridoio voltato della <i>parodos</i> N e ambienti di sostegno alla <i>cavea</i>	Volta a botte	Mattoni paralleli	Fine del I sec. d.C. (inizi del III sec. d.C.)	GINOUVÈS 1972, 152-156, figg. 74, 76, 77-79; VITTI 2016a, 121-123, figg. 3.42-44.
<i>Odeion</i>	Salonicco	Ambienti ipogei meridionali della <i>cavea</i>	Volta a botte	Tecnica mista (paralleli, poi trasversali)	211-230 d.C.	VITTI 1996, 187-189; ΒΑΒΡΙΤΣΑΣ 1971, tav. 350.
<i>Odeion</i>	Dion	Vani a sostegno della <i>cavea</i>	Volta a botte	Mattoni paralleli	II sec. d.C.	ΚΑΡΑΔΕΛΟΣ 2012, 107-108 e fig. 8.

<sup>420</sup> VITTI 2016a, 260-261, fig. 3.192.

<sup>421</sup> Interessante da notare come a differenza della tecnica con laterizi riscontrabile nello stadio, l'*odeion* e il Teatro della stessa città facciano

largamente uso del cementizio per le volte senza l'impiego del materiale cotto.



Stadio	Patrasso	Nelle sostruzioni delle gradinate a N	Volte a botte incline o orizzontali	Mattoni paralleli	Età domiziana o prima metà del II (possibilmente adrianeo)	PAPAPOSTOULOU 1989, 355- 359, fig. 5; VITTI 2010, fig. 20; ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ 2009, 70 (datazione domiziana); VITTI 2016a, 260-262, fig. 3.192-3.194.
Stadio	Nicopoli	Nelle sostruzioni delle gradinate// ingresso ovest// vomitorium?	Volte a botte	Mattoni paralleli		ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ 1940, 28-31.
Grande Teatro dell'Acropoli	Gortina	Ambienti dell'edificio scenico	Volta a crociera?			KANTA <i>et alii</i> υπό έκδοση.
Teatro del <i>Pythion</i>	Gortina	Ambienti dell'edificio scenico e ambienti sostruttivi della cavea	Volta a botte e una intersecata	Laterizi paralleli, trasversali e tecnica mista	II sec. d.C.	

Tab. 11.31. L'impiego di volte in laterizio negli edifici per spettacolo della Grecia romana.

## Origine e diffusione della coperture in laterizio nel mondo greco-romano

Una riflessione generale sulle tecniche di costruzione delle volte con laterizi impiegati in funzione strutturale si deve agli studi pionieristici di J. Ward-Perkins<sup>423</sup> che per primo definì due possibili canali di diffusione attraverso cui questa peculiare tecnica sarebbe giunta in Asia Minore nel tardo I - inizi del II sec. d.C. Un primo settore di impiego è stato riconosciuto dallo studioso in Tracia e più in generale nell'area balcanica in ragione dei diversi esempi strutturali riscontrabili soprattutto in tombe ellenistiche e più tardi nel piccolo *odeion* di Nicopoli *ad Istrum*<sup>424</sup>, databile nel II sec. d.C. In alternativa la Siria, per via di una millenaria tradizione costruttiva fortemente legata all'uso del mattone crudo e cotto, si qualificerebbe come possibile centro di irradiazione; in questo ambito territoriale le poche evidenze, soprattutto per quanto attiene la particolare tecnica dei laterizi *pitched* (laterizi trasversali, ma inclinati), sono inquadrabili cronologicamente tra il II sec. a.C. e il I sec. d.C.

Numerosi interrogativi sono sorti anche riguardo alle possibili cause originanti di un così particolare impiego del laterizio, che il Dodge<sup>425</sup> imputa ad una mancanza di materiali adeguati nelle aree suddette per la preparazione dell'*opus caementicium*.

Per ulteriori trattazioni della medesima tematica, anche se in merito a singoli casi studio, si ricordano gli studi di P. Aupert e di R. Ginouves per Argo<sup>426</sup> e il fondamentale contributo di M. Livadiotti su alcune volte del Pretorio di Gortina<sup>427</sup>. Ma, soprattutto negli ultimi anni, il rinnovato interesse per lo studio di costruzioni con il materiale cotto ha portato alla pubblicazione di due esaurienti e complementari volumi, editi da L. Lancaster per quanto riguarda le costruzioni in Asia Minore e P. Vitti per le attestazioni nella Grecia continentale<sup>428</sup>. E proprio grazie a questi due volumi è possibile delineare con maggiore precisione la diffusione geografica delle singole tecniche utilizzate nel Teatro del *Pythion* e negli altri siti di Creta per comprendere molti aspetti della loro messa in opera.

<sup>422</sup> VITTI M. 2015, 188. Una volta in laterizi diviene portante in un lasso di tempo assai più breve rispetto ad una realizzata in cementizio.

<sup>423</sup> WARD-PERKINS 1981, 276; DODGE 1987, 113-114.

<sup>424</sup> Per il riferimento all'*odeion* di Nicopoli *ad Istrum*, dove la cavea in pietra poggia su volte in mattoni disposti parallelamente, v. WARD-PERKINS 1993, 249 e nota 32. Il rifacimento della struttura traiana viene posto alla metà del II sec. d.C.

<sup>425</sup> DODGE 1987, 113.

<sup>426</sup> AUPERT-GINOUVES 1989, 151-155, tavv. 57-59.

<sup>427</sup> LIVADIOTTI 2000b. Ulteriori studi monografici che compren-

dono una parte preponderante sull'impiego dei laterizi nelle volte si ritrovano negli articoli di VITTI 2008 su Argo; *Id.* 2010 su Patrasso e quello congiunto di P. e M. Vitti su alcuni esempi a Trezene (VITTI-VITTI 2010).

<sup>428</sup> LANCASTER 2015 e VITTI 2016a. Questi volumi sono stati preceduti da vari contributi preliminari, tra cui vale la pena mettere in evidenza quello di L. Lancaster specificatamente sull'impiego di laterizi *pitched* (LANCASTER 2009) e una panoramica su alcuni esempi in Peloponneso (VITTI 2013).

## Le volte con laterizi paralleli

La tecnica che prevede l'utilizzo dei mattoni disposti parallelamente rispetto al centro di curvatura e dunque paralleli alla generatrice della superficie cilindrica della volta, risulta quella più canonica e largamente attestata. La posa in opera dei diversi ricorsi avveniva gradualmente poggiando il mattone di piatto su quello precedente<sup>429</sup> mentre l'utilizzo della centina sembrerebbe limitato alla parte sommitale<sup>430</sup>.

Sistemi voltati di tal genere si diffondono all'inizio del I sec. d.C. in Grecia e in Asia Minore<sup>431</sup> e proprio in area ellenica troveranno successivamente particolare fortuna visti i diversi casi di impiego dal Peloponneso fino a Nicopoli<sup>432</sup>. In Asia Minore la tecnica risulta molto utilizzata durante il II sec. d.C.<sup>433</sup> ed un primo riferimento cronologico è fornito da una iscrizione dedicatoria degli *horrea* di Patara databile al 129 d.C.<sup>434</sup>.

Quanto alle proprietà statiche di una volta a mattoni paralleli è stato da tempo osservato come, al pari delle canoniche volte in cementizio, si verificasse un comportamento pressoché monolitico e dunque vantaggioso rispetto alle volte a mattoni trasversali posti perpendicolarmente alla generatrice. Queste ultime, infatti, si prestavano a lesioni trasversali in corrispondenza di giunti verticali proprio nella stessa direzione delle forze con una evidente disomogeneità strutturale ed una resistenza inferiore<sup>435</sup>. A Roma l'utilizzo della tecnica a mattoni paralleli appare limitato ad archi per il supporto strutturale delle volte cementizie nel Colosseo, nei Mercati di Traiano, nel Pantheon e alle Terme di Caracalla<sup>436</sup>. Tra i vantaggi insiti nell'utilizzo del mattone disposto in orizzontale (parallelo) sono stati menzionati un minore impiego della malta, unito alla stessa efficienza di una volta a conci lapidei, con la particolarità non trascurabile di un peso minore e della possibilità di impiego anche in grandi impianti voltati<sup>437</sup>. Inoltre la produzione seriale del mattone abbattava sicuramente i tempi e i costi di una lavorazione a conci lapidei e procurava un discreto risparmio nel limitato utilizzo di centine al di sopra delle reni<sup>438</sup>.

Anche nel Teatro del *Pythion* risulta essere la tecnica più utilizzata e volte con laterizi disposti parallelamente alla generatrice si identificano al primo piano dell'edificio scenico, negli ambienti sostruttivi assiale e laterali del primo ordine della cavea e nella copertura degli ambienti del primo e del secondo anello del piano terra e del primo piano.

## Volte con laterizi trasversali

Le volte a mattoni trasversali, realizzate disponendo i laterizi perpendicolarmente alla generatrice, contigui l'uno all'altro, rappresentano un esempio particolare di utilizzo, che differisce da quello orizzontale o parallelo comunemente adottato. L'impiego esclusivo della tecnica a mattoni trasversali è piuttosto raro. Il tipo di tessitura, mai attestata a Roma, se non nelle volte giustiniane delle Mura Aureliane<sup>439</sup>, venne utilizzata soprattutto in Asia Minore dall'inizio del II sec. d.C.<sup>440</sup>, come documentato nelle terme III 2B di *Anamurium*<sup>441</sup>.

Tra i rari casi in Grecia, esempi di minore impatto si ritrovano nell'acquedotto di Eleusi o nei *praeefurnia* delle terme di *Isthmia*<sup>442</sup> mentre, per la copertura di grandi ambienti, va sicuramente citata la volta della Grande Aula e quella dell'ambiente ipogeo dell'abside ad Argo<sup>443</sup>.

<sup>429</sup> Sulle volte con laterizi paralleli, v. VITTI 2010, 304-308 con l'esempio del mausoleo a Trezene. Un esempio tardo si rintraccia ad Atene in una canaleta nella villa tardoromana dell'Areopago, fig. 5 149, fig. 6 157, tav. 32b e SHEAR 1973, 129-179.

<sup>430</sup> VITTI 2016a, 338-339.

<sup>431</sup> Tra i casi più antichi possiamo citare un esempio individuato nella copertura della tomba 2 a Sardis, in Asia Minore (v. DODGE 1987, 107 e tav. Xa), mentre in Grecia continentale il primo esempio attestato è presente nel Mausoleo di *Marcia Maxima* a Patrasso, la cui costruzione con volta a botte formata da laterizi si pone all'inizio I sec. d.C. (v. VITTI 2015, 194-196). Successivamente si assiste ad un impiego diffuso delle volte a laterizi paralleli ad Olimpia nelle terme SO (databili alla fine del I sec. d.C.) e nelle terme est in corrispondenza del corridoio che conduce all'Ottogono (ambiente  $\sigma 1-\beta$  dei cd. bagni di Nerone a Olimpia, v. VITTI 2016a, 343, fig. 4.10).

<sup>432</sup> Ulteriori esempi in Peloponneso si riscontrano nello stadio di Patrasso di incerta datazione (domiziana o adrianea?) (cfr. ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ 2009, 70 e PAPAPOSTOULOU 1989, 351-401; VITTI 2016a, 260-261), nelle volte del corridoio di servizio delle terme di Argo (*ibid.*, 114-115) e nel Mausoleo RG1 a pianta quadrata con volta a botte a Trezene

(VITTI-VITTI 2010, 272-277, figg. 6-10). Più a settentrione ricordiamo invece il complesso architettonico della "Vagenia" di Nicopoli, quattro ambienti voltati a botte e comunicanti tra loro, che svolgevano funzione sostruttiva, oltre allo stadio nella stessa città.

<sup>433</sup> Per i vari esempi cfr. LANCASTER 2015, 42-45.

<sup>434</sup> Per la distribuzione dei siti dove occorrono volte in laterizi disposti paralleli in Grecia e Asia Minore v. la mappa di diffusione (*ibid.*, 41, fig. 18, A).

<sup>435</sup> LIVADIOTTI 2000b, 816.

<sup>436</sup> Cfr. LANCASTER 2005, 88-103.

<sup>437</sup> *Ead.* 2015, 45, per ulteriori esempi 46-48.

<sup>438</sup> VITTI 2016a, 341-346.

<sup>439</sup> *Id.* 2013.

<sup>440</sup> LANCASTER 2009.

<sup>441</sup> *V. ead.* 2015, 382 e fig. 16, 383.

<sup>442</sup> *V. ibid.*, 377 e fig. 8a 376 e VITTI 2016a, 339-340.

<sup>443</sup> Per Argo v. da ultimo VITTI 2008, 235 per la tecnica costruttiva impiegata nella volta della Grande Aula e 232 per la volta dell'ambiente ipogeo dell'abside. Inoltre *id.* 2016a, 84-109 e in particolare fig. 3.9. I



La messa in opera di questo particolare sistema di copertura prevedeva un avanzamento graduale del lavoro pur mantenendo la tradizionale prassi operativa che, iniziando dalle imposte, raggiungeva il punto di chiusura in chiave. Si allestiva una prima trancia appoggiata su un arco o un muro di fondo e, secondo la curvatura voluta, a questa veniva affiancata la seconda trancia legata da abbondante malta. L'avanzamento dei lavori comportava però necessariamente il consolidamento della trancia precedente. È stato già osservato però come la presenza dei giunti verticali di malta rappresenti una discontinuità condizionante per il comportamento strutturale sotto carico. Tale inconveniente è dovuto alla disomogeneità delle forze a causa di piani di rigidità differenti. Un cedimento o una deformazione avrebbero in effetti comportato la formazione di lesioni in corrispondenza dei giunti fino al possibile crollo della copertura stessa. Allo scopo di scongiurare tali inconvenienti un getto cementizio al di sopra del manto laterizio serviva ad assorbire le tensioni e scaricare uniformemente il peso sulle strutture portanti.

Riflettendo ancora sulle proprietà statiche di questo singolare apparecchio strutturale va poi menzionata l'ipotesi di L. Lancaster che avanza la possibilità di una sua maggiore resistenza, determinata dalla formazione di lesioni "a zip" all'interno dei giunti di malta sfalsati<sup>444</sup>.

Tra le motivazioni possibili legate all'introduzione di questa tecnica si è inoltre pensato alla volontà di eliminare il più possibile l'impiego di centine complesse. Per A. Choisy, ad esempio, la malta e l'accostamento di ogni trancia sull'altra rendevano inutili le grandi e costose centine che venivano sostituite da leggere impalcature mobili con notevoli vantaggi economici per il cantiere di costruzione<sup>445</sup>. Va però notato che gli esempi conservati presentano le tracce dell'impiego diffuso di ponteggi e centine come nella Grande Aula ad Argo o nelle terme SO di Olimpia<sup>446</sup>.

Ancora una volta è da registrare nella storia degli studi il tentativo di localizzare possibili aree di origine e diffusione di questa particolare metodologia costruttiva. Già J. Ward-Perkins e P. Aupert, nel collegare la Grande Aula di Argo al culto delle divinità egizie, ipotizzarono per la tecnica costruttiva un influsso egiziano, relazionando i costruttori a maestranze romane operanti nel Fayyum, magari attraverso una mediazione del Vicino Oriente. L. Lancaster invece ha cercato una connessione con il territorio partico, che vanta numerosi esempi di realizzazione anche nei secoli precedenti all'adozione in età romana, registrando di contro una generale rarità di esempi nell'architettura egiziana, databili dal I sec. a.C. con uso quasi esclusivo dei mattoni crudi<sup>447</sup>.

Nel Teatro del *Pythion*, è stato riconosciuto un solo caso di laterizi trasversali nella volta a botte al piano terra dell'edificio scenico, anche se questa è suddivisa nella tessitura da archi con mattoni disposti in parallelo<sup>448</sup>. Un esempio affine si ritrova nell'*odeion* di Salonicco negli ambienti ipogei meridionali della cavea, dove sono presenti archi di sostegno a mattoni paralleli in corrispondenza delle testate della volta per imbrigliare una tessitura laterizia interna ad essi perpendicolare<sup>449</sup>.

#### Tecnica mista

La tecnica mista nelle volte, che prevede l'impiego di mattoni paralleli nel tratto compreso tra l'imposta e le reni, e mattoni trasversali limitati al settore di colmo, non trova molte attestazioni in Grecia, anche se è possibile che diversi casi non siano stati riconosciuti come tali a causa di un'esigua conservazione (Fig. 118).

Oltre ad un esempio ad Argo, in un canale dell'agorà databile al II sec. d.C.<sup>450</sup>, con laterizi disposti parallelamente fino alle reni e trasversali sulla corona, si ricorda, sempre ad Argo, la volta del corridoio di servizio

casi più antichi sembrano localizzarsi proprio in Grecia continentale come, appunto, ad Argo o nell'acquedotto di Adriano ad Atene, dedicato da Antonino Pio nel 140 d.C., due anni dopo la morte di Adriano. Ulteriori casi di impiego, con ogni probabilità successivi, sono documentati nella cd. casa di Nerone a Olimpia e nell'acquedotto a Dion (v. LIVADIOTTI 2000b). Indicativo di una continuità nell'utilizzo di questa tecnica è anche l'esempio tardo della cisterna, datata ad epoca bizantina, sulle pendici meridionali dell'Acropoli di Atene ad O dell'*Asklepieion* (in questo caso le ghiera di mattoni si presentano oblique e con un arco centrale a mattoni paralleli. VITTI 2010, fig. 13 e LIVADIOTTI 2000b, 819).

<sup>444</sup> LANCASTER 2015, 60-61.

<sup>445</sup> La revisione dei dati di scavo, per costruzioni in Egitto, sia l'evidenza portata da Spencer sembrano documentare comunque nella maggior parte dei casi la necessità di almeno una centina leggera (SPENCER 1979, 125; LIVADIOTTI 2000b, 809).

<sup>446</sup> Per Argo cfr. VITTI 2016a, 94, fig. 3.9.

<sup>447</sup> L. Lancaster, e anche P. Vitti, collegano strettamente la tecnica con mattoni trasversali a quella *pitched* (LANCASTER 2015, 50-66). Va precisato che questo particolare sistema di messa in opera, che prevede una inclinazione delle singole arcate con mattoni trasversali, non si ritrova nel Teatro del *Pythion*, ma è presente in Grecia soprattutto nelle volte a cupola a copertura di ambienti circolari o quadrati. Soprattutto L. Lancaster collega l'impiego di questa tecnica ad architetti romani che, al seguito di Traiano durante la Guerra Partica (114-116 d.C.), avrebbero avuto modo di apprendere la prassi operativa per poi applicarla in patria.

<sup>448</sup> Identificare l'utilizzo di apparecchiature lignee di supporto nel caso del Teatro del *Pythion* risulta allo stato attuale molto arduo, vista la generale natura di crollo degli alzati e delle coperture presenti.

<sup>449</sup> BABBITAE 1971, 364, tav. 350b e VITTI M. 2015, 187 e fig. 8 a 186; v. in merito anche ulteriori esempi nell'arco di Galerio e nella cd. Rotonda.

<sup>450</sup> LANCASTER 2015, 55, fig. 30.

delle terme eseguita con la medesima tecnica<sup>451</sup>. In questo caso è documentata anche la pratica di disporre mattoni paralleli non solo nella parte della volta prossima all'imposta, ma anche per realizzare archi che interrompevano e consolidavano le tratte di volta realizzata a mattoni trasversali<sup>452</sup>.

Un altro esempio è la copertura composta da laterizi paralleli dall'imposta fino alle reni e laterizi trasversali dalle reni fino alla corona dell'ambiente 62 delle cosiddette *Ostthermen* che si impostano sopra la cd. Villa di Nerone a Olimpia<sup>453</sup>.

P. Vitti collega questa tecnica alla possibilità di evitare l'impiego della centina nel tratto tra l'imposta e le reni, anche se al di sopra di queste ultime era comunque necessario un supporto, come attesta la volta nelle *Ostthermen* di Olimpia, dove un tratto di volta realizzato con la tecnica a mattoni disposti parallelamente appare contiguo ad un altro tratto di volta costruito con mattoni trasversali. Proprio nel caso di Olimpia sembra comunque che si sia fatto uso di una centina completa, la cui testimonianza sarebbe ancora presente nei fori visibili subito al di sotto dell'imposta<sup>454</sup>.

La tecnica, limitata a questi rarissimi esempi nella Grecia continentale, trova maggiore applicazione in Asia Minore<sup>455</sup>. Citiamo in proposito i casi documentati ad Efeso nell'ambiente 8 dell'unità 6 della casa a terrazza 2 e nelle sostruzioni sotto la *Theatergasse*, sempre di II sec. d.C., nelle volte ipogee della basilica nell'agorà di Smyrna, in una cisterna ad *Elaiussa Sebastae*, nelle Terme di Vespasiano a *Patara* datate alla metà del II sec. d.C. e nelle sostruzioni della basilica di *Aspendos*, che si segnalano per l'ottimo stato di conservazione (Fig. 119).

La maggior parte dei casi, caratterizzati dalla commistione delle due tecniche, è presente in ambienti ipogei destinati a resistere a notevoli carichi e testimonia una generale predilezione in settori portanti in quanto era evidentemente considerata più resistente e sicura a livello statico<sup>456</sup>.

Come detto, anche nel Teatro del *Pythion* di Gortina, essa è infatti utilizzata nell'ambulacro anulare della cavea, in cui si ritrovano le tracce di laterizi posti parallelamente fino alle reni, seguiti da laterizi trasversali fino alla corona. Molto probabilmente al vantaggio statico si univa una facilitazione

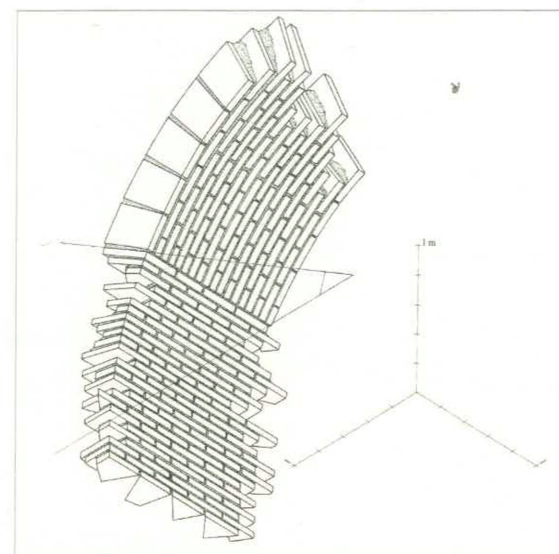


Fig. 118. Schema della tessitura muraria con laterizi paralleli nel settore inferiore e mattoni trasversali in quello superiore (LIVADIOTTI 2000b).

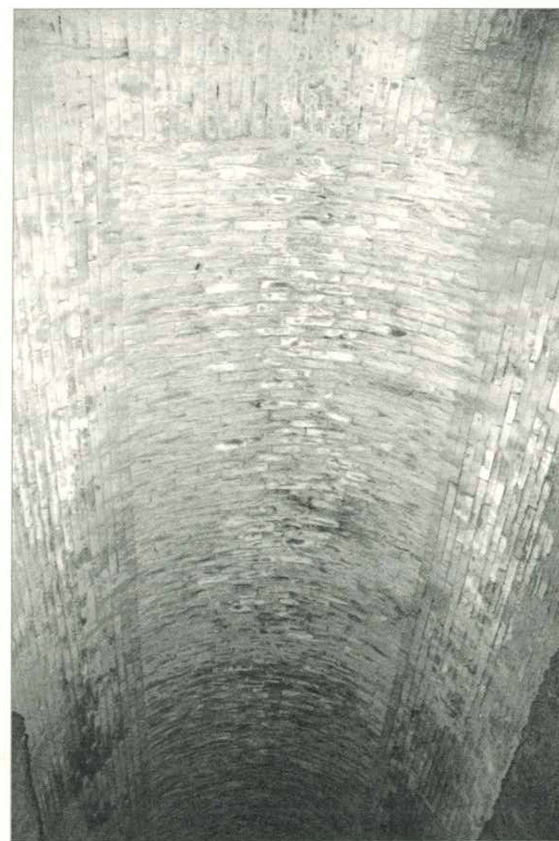


Fig. 119. Particolare dell'interno di una volta delle sostruzioni della basilica di *Aspendos* eseguite con la tecnica mista.

<sup>451</sup> VITTI 2010, 311-312, fig. 15 e 2016a, 109-118, in particolare fig. 3.30.

<sup>452</sup> Cfr. la copertura del vano 14a Terme del Pretorio e la configurazione della copertura del primo piano del Teatro del *Pythion* a Gortina.

<sup>453</sup> VITTI 2010, 310-311.

<sup>454</sup> Un ulteriore esempio è rappresentato dalla volta rinvenuta in crollo del *tepidarium* nel Ginnasio di Samo (MARTINI 1984, 185-186, fig.

66 a-b), mentre diversi sono i casi tardo-antichi a Salonicco, come le volte a botte delle camere laterali della rotonda di Galerio, ora chiesa di S. Giorgio, l'arco di Galerio, più tardi, le volte delle navate laterali della chiesa di S. Sofia (v. VITTI M. 2015 sull'impiego del laterizio nelle volte a Salonicco).

<sup>455</sup> LANCASTER 2009.

<sup>456</sup> LIVADIOTTI 2000b, 810, 821.





Fig. 120. Volta composta impostata su pilastri nelle cosiddette terme del Leonidaion a Olimpia.

è ricorrente in costruzioni adrianee immediatamente successive alle guerre partiche di Traiano facendo pensare ad architetti e ingegneri di estrazione militare.

Mentre le ipotesi avanzate sull'origine aspettano ancora di essere confermate, l'uso combinato delle tecniche è sicuramente indice di una elevata capacità nell'impiego di diverse modalità costruttive.

#### Volte complesse

Come si è visto nel Teatro del *Pythion* l'unico esempio di volta complessa è quella (pur poco conosciuta) dell'ambiente «B» dell'edificio scenico. Anche se rinvenuta in posizione di crollo, è possibile infatti ricostruire nel caso specifico una volta a botte intersecata. Questo tipo di volta risulta un *unicum* nel panorama delle volte complesse in Grecia e Asia Minore e allo stato attuale un unico raffronto potrebbe essere individuato nel criptoportico di *Aeminium* in Portogallo, probabilmente databile al II d.C. e composto da due gallerie sovrapposte per sostenere il foro<sup>459</sup>.

Altre forme di volte a struttura complessa realizzate con laterizi (volte a vela, a crociera, ecc.) si riscontrano invece con una certa frequenza dalla seconda metà del II sec. d.C., come nel caso delle Case a terrazza I e II di Efeso<sup>460</sup>. Oltre all'utilizzo in architettura residenziale, sono frequenti gli impieghi in tombe monumentali e mausolei. A questo proposito si ricordano le complesse costruzioni di Side in Asia Minore, come il portico N del Mausoleo O, la cui datazione non è chiara (ma probabilmente da riferire alla seconda metà del III sec. d.C.), oppure la tomba nella necropoli E datata in epoca tarda, ma forse ascrivibile già al II sec. d.C., da affiancare al mausoleo con sarcofago di Claudia Antonina Sabina del tardo II sec. d.C.<sup>461</sup>.

Volte a vela sono state utilizzate nella copertura di due piccoli ambienti rettangolari (3.5×5.5 m) nelle piccole terme di *Aspendos* e nelle Terme-Ginnasio di *Sardis* della metà del II d.C., o ancora, nelle mura teodosiane di Istanbul, mentre coperture a semicupola sono attestate a Efeso nella Terrazza 2, datata alla seconda metà del II d.C., e a *Patara*, nelle terme di Vespasiano. Una costruzione a vela sempre in Asia Minore si ritrova infine nell'*hyposcenium* del teatro di *Myra* datato dopo il 141 d.C.<sup>462</sup>.

Per quanto riguarda le attestazioni in Grecia, ricordiamo l'esempio nelle cosiddette terme del *Leonidaion* a Olimpia, un complesso datato alla fine del I sec. d.C., per il quale manca uno studio generale e che conserva ancora intatta una volta composta sorretta da pilastri (Fig. 120)<sup>463</sup>. Maggiormente attestate per ambienti quadrati risultano essere invece le volte a vela, con gli esempi delle coperture delle terme NE del santuario di Asclepio a Epidauro, datate ad epoca antonina e la copertura a vela del mausoleo RG 5 a Trezene che utilizza mattoni affiancati<sup>464</sup>.

del processo costruttivo, dato che la sezione orizzontale era costruita senza centina, limitata al solo settore sommitale. L'impiego di questa particolare tecnica, sebbene raro, non dovette essere del tutto occasionale a Gortina, dal momento che l'esempio più vicino a quello del Teatro si rintraccia nella stessa città e più in particolare nella volta del calidario 13 delle terme del Pretorio, datata alla prima metà del IV secolo d.C. e identica per tessitura alla disposizione dei mattoni rinvenuti in crollo nel limetrofo edificio per spettacolo<sup>457</sup>.

L'uso combinato di mattoni paralleli fino alle reni e trasversali fino alla corona denota una tecnica ibrida da alcuni connessa ad un'origine partica<sup>458</sup>. L. Lancaster osserva infatti che la tecnica

#### Considerazioni conclusive

La comparazione tra i casi di volte laterizie riscontrate nel Teatro del *Pythion* e la loro diffusione in ambito locale, regionale e del Mediterraneo orientale stimola alcune riflessioni conclusive. In particolare, alla luce delle considerazioni esposte e di un quadro di testimonianze in continua crescita è opportuno riflettere su alcuni aspetti che, sia pur in via preliminare, sembrano talvolta mettere in discussione precedenti ipotesi sull'origine e la diffusione delle coperture in laterizio. I nuovi dati raccolti in Grecia e Asia Minore vanno infatti in parte a ridimensionare l'ipotesi iniziale che collegava il fenomeno ad una mancata conoscenza del cementizio o all'impossibilità di un suo utilizzo per mancanza di essenziali materie prime in loco come la pozzolana<sup>465</sup>. Proprio lo studio qui condotto ha dimostrato l'impiego delle malte (con additivi pozzolanici)<sup>466</sup> associate all'*opus testaceum* nel Teatro del *Pythion* di Gortina e suggerisce che le ragioni della scelta dell'utilizzo di laterizi nelle volte, almeno per il caso specifico, non vadano attribuite all'assenza di una adeguata conoscenza delle malte.

Le motivazioni di un utilizzo così particolare, la cui origine veniva ricondotta già da J.B. Ward Perkins all'Asia Minore, alla Tracia, ai Balcani o alla Siria, riflette specifiche prassi operative delle maestranze impegnate nelle singole costruzioni.

Se infatti per l'introduzione e la diffusione della tecnica a mattoni trasversali la Lancaster ha ipotizzato un collegamento con maestranze militari a seguito delle guerre partiche, per quanto riguarda l'insieme eterogeneo delle modalità di posa in opera dei laterizi si deve forse essere più prudenti.

Qualunque siano infatti le «derivazioni», si ritiene fondamentale sottolineare come in Grecia e Asia Minore la maggior parte delle costruzioni dotate di coperture in laterizio siano state messe in relazione all'opera riorganizzatrice dell'imperatore Adriano o più genericamente della sua epoca. Basti citare a questo proposito i monumenti principali di Argo, che, con il complesso del ninfeo, l'acquedotto, le terme e soprattutto la costruzione della Grande Aula è esempio emblematico del rinnovamento urbanistico in atto<sup>467</sup>. Anche la maggioranza degli esempi attestati in Asia Minore sembrerebbe collocabile nella prima parte del II sec. d.C., ed i casi delle costruzioni della basilica N dell'agorà di Smirne<sup>468</sup> come degli *horrea* di *Patara*, perfettamente datati dall'iscrizione dedicatoria al 129 d.C., offrono conferme in tal senso.

Nel dibattito generale sui tempi di introduzione, le ragioni d'utilizzo e le modalità di impiego delle volte laterizie nella Grecia romana, il Teatro del *Pythion* di Gortina viene dunque ad assumere una notevole rilevanza. In effetti l'inquadramento cronologico del cantiere, reso possibile dal dato stratigrafico, fornisce un valido aggancio temporale che dimostra come il sistema di costruzione delle volte in laterizio si andasse diffondendo in Grecia almeno dalla prima metà del II secolo d.C., nonostante la rarità di esempi conservati. Al caso della Grande Aula di Argo, apparentemente isolato, si sono gradualmente affiancati i diversi esempi sopra elencati, che trovano proprio nel Teatro del *Pythion* una sintesi di impiego tra le più significative.

Nel caso gortinio infatti, tecniche diverse sono state utilizzate congiuntamente in una unica fase costruttiva, il che rende eccezionale il contesto, permettendo di ragionare effettivamente sulla diffusione del fenomeno e delle sue diverse manifestazioni.

Infatti oltre alle coperture realizzate con laterizi disposti in parallelo, riscontrate nella volta del primo piano dell'edificio scenico, negli ambienti sostruttivi radiali della cavea e nelle coperture degli ambienti sostruttivi della cavea del Teatro, è da ricordare l'esempio con tecnica a laterizi trasversali nella volta a botte al piano terra dell'edificio scenico, anche se questa è ripartita nella tessitura da archi con mattoni disposti in parallelo. Inoltre la commistione delle due tecniche era utilizzata nel corridoio curvilineo del piano terra della cavea, nel quale ancora ben si identificano le tracce di laterizi posti in parallelo fino alle reni, seguiti da laterizi trasversali fino alla corona e intervallati da ghiera di laterizi ancora paralleli.

Infine nel Teatro gortinio non doveva mancare l'espedito di una volta complessa che con ogni probabilità era posta a copertura dell'ambiente «B» dell'edificio scenico con un sistema a botte intersecata.

<sup>457</sup> *Ibid.*

<sup>458</sup> LANCASTER 2015, 65.

<sup>459</sup> BAIRRÃO OLEIRO-DE ALARCÃO 1973, 356, fig. 8 a 366; è menzionato nella tabella online WebCat-4 ComplexVaults da LANCASTER 2015 ([www.cambridge.org/vaulting](http://www.cambridge.org/vaulting)).

<sup>460</sup> LANCASTER 2015, 79-98. Per un elenco completo delle attestazioni raccolte dalla studiosa v. le tabelle online.

<sup>461</sup> BUTLER 1922, 170-172; LANCASTER 2015, 85.

<sup>462</sup> DE BERNARDI FERRERO 1970, 203, fig. 246; KNOBLAUCH-ÖZBEK 1996, 193.

<sup>463</sup> SINN *et alii* 1995, 241-247 o 174-175, SINN 2000, 120, per la datazione di fine I sec. d.C. si segnala MARTIN 2001 e recentemente il breve contributo di HASELY (2012), che però non si sofferma sulle tecniche costruttive. Inoltre si può citare anche il *calidarium* C1 e il *frigidarium* F1 delle terme di Thouria, dove però l'utilizzo del laterizio è limitato soltanto ad alcuni ricorsi (VITTI 2016a, 288-289 e rispettivamente fig. 3.220 e fig. 3.229). Altri esempi menzionati in LANCASTER 2015, 71, sono riferibili al VI sec. d.C., v. nota 4.

<sup>464</sup> VITTI-VITTI 2010, 283, fig. 16.

<sup>465</sup> DODGE 1987, 113: «lack of adequate materials to make *opus caementicium*», e LIVADIOTTI 2000b, 818: «Solo in Grecia e in Asia Minore, dove, oltre a non essere in genere disponibile la pozzolana per la confezione di malte idrauliche da calcestruzzo, era evidentemente più forte l'influsso di modi e tecniche di origine orientale, si diffuse l'uso del mattone per la costruzione delle volte».

<sup>466</sup> V. contributo di J. Bonetto, E. Bridi, G. Artioli, M. Secco, A. Addis in Tomo I, parte II, cap. 11.3, par. 11.3.2 («Le malte»).

<sup>467</sup> V. contributo di J. Bonetto, E. Bridi, G. Artioli, M. Secco, A. Addis in Tomo I, parte II, cap. 11.3, par. 11.3.2 («Le malte»).

<sup>468</sup> LANCASTER 2015, 61, fig. 37; DODGE 1987, 114 e 1990, 116-122.



Dall'esame generale di queste attestazioni scaturiscono due ipotesi. La prima vedrebbe per la costruzione del Teatro del *Pythion* la possibile attività di diverse maestranze che, presenti contemporaneamente in distinti settori del cantiere, utilizzavano tecniche differenti, derivate però da un *background* comune da collegare ad un ambiente di matrice orientale.

La seconda possibilità, forse più verosimile, può far immaginare un'unica officina in grado di differenziare le tecniche a seconda dell'ambiente che si andava costruendo, tenendo ben presenti le caratteristiche e le necessità fisiche e meccaniche delle singole componenti strutturali e optando, di volta in volta, per la prassi operativa più adeguata a rispondere a queste esigenze. In questo caso l'officina dimostrerebbe di possedere già mature capacità che devono essere inquadrare come l'esito di un processo di apprendimento di esperienze diverse.

Come detto, queste esperienze di cantiere, che le ricerche in Grecia continuano a documentare, sono fortemente caratterizzate da una marcata impronta orientale.

La quasi assoluta mancanza di esempi nell'area occidentale dell'impero<sup>469</sup> denota infatti, oltre alla differente disponibilità di materiale indubbiamente condizionato dalle grandi potenzialità offerte del legante pozzolanico e del conglomerato cementizio, una prassi operativa totalmente diversa, esito di un portato culturale distinto. D'altro canto non si può fare a meno di ricordare il forte impulso delle maestranze orientali all'enorme sviluppo urbano che, particolarmente dalla media età imperiale, caratterizza le città dell'Asia Minore e dell'Africa con botteghe specializzate di altissimo livello capaci di fare fronte in tutte le fasi del cantiere ad una committenza il più delle volte legata al potere centrale. Il caso del Teatro del *Pythion*, posto geograficamente al centro di questo complesso sistema geografico-culturale si qualifica dunque come uno dei migliori esempi di applicazione della tecnica che è variamente declinata a seconda delle esigenze strutturali dell'edificio dimostrando la piena padronanza della prassi operativa.

A. B.

#### 11.4 L'EDIFICIO SCENICO DEL TEATRO DEL *PYTHON*. LO STUDIO DELLE EVIDENZE ARCHEOLOGICHE PER LA RICOSTRUZIONE DEL SISTEMA STRUTTURALE E PER LA COMPrensIONE DEI MECCANISMI DI DANNO SISMICO

##### 11.4.1. Ricostruzione architettonica

Il complesso costituito dal Teatro presso il Tempio di Apollo a Gortina è stato oggetto di un esteso progetto di indagine archeologica dal 2001 al 2013. Il rinvenimento in sede di crollo post sismico delle antiche strutture ha permesso sia la formulazione d'ipotesi ricostruttive in merito all'architettura originaria, sia l'identificazione dei meccanismi di danno che hanno portato al collasso strutturale del complesso, ben prestandosi a essere oggetto di studi multidisciplinari dalla duplice valenza storico-archeologica e ingegneristica.

##### L'ambiente «B»

Di notevole interesse si sono dimostrati i crolli rinvenuti nell'edificio scenico del Teatro. In particolare l'ambiente orientale «B» (Fig. 121A e Fig. 122) si caratterizza per una pianta rettangolare, con lati di lunghezza pari a 7.91 m e 7.43 m, delimitata a E, N e O da pareti dallo spessore medio rispettivamente di 1.09 m, 0.83 m e 0.80 m. Le murature presentano un nucleo interno composto di schegge lapidee di calcare o ciottoli immersi in abbondante malta di calce e un rivestimento in mattoni cotti o in blocchetti lapidei.

Conserva inoltre i resti di due pilastri a pianta quasi rettangolare ai vertici meridionali (con piante rispettivamente di 1.20×1.65 m e di 1.25×1.63 m) e a «L» ai vertici settentrionali (composti ciascuno da due rettangoli accostati di base ed altezza pari a 0.88×1.35 m e 0.56×0.73 m). La planimetria irregolarità e l'alternanza nelle murature di blocchi lapidei o di laterizi e malta non hanno consentito un'immediata ed univoca interpretazione in merito alle geometrie delle strutture portate per la copertura. Il rinvenimento nelle fasi di scavo di loro porzioni ha in seguito permesso la corretta interpretazione del dettaglio costruttivo e la formulazione di due ipotesi ricostruttive del sistema voltato a copertura del vano. Decisivo si è dimostrato, quindi, lo studio di una porzione di volta in crollo, corrispondente all'unità stratigrafica 158, la quale, prima di essere movimentata in diversa sede per procedere con l'analisi degli strati sottostanti, è stata geometricamente rilevata e riprodotta nella planimetria di scavo dell'area.

Per comprenderne correttamente le geometrie sono stati impiegati ed integrati fra loro differenti metodi di rilievo. Nella fase di campagna di studio dell'agosto 2016 è stata identificata, ricorrendo alla stazione totale, la posizione tridimensionale di alcuni punti notevoli appartenenti alle diverse unghie e facce della porzione di volta in analisi (Fig. 121B) e, in particolare, alle loro intersezioni ed è stata altresì eseguita un'acquisizione fotografica completa del solido. In seguito, le immagini digitali sono state processate con tecnica fotogrammetrica con l'obiettivo di giungere alla generazione di dati spaziali tridimensionali mediante l'ausilio del programma di modellazione 3D *imaged-based* avanzata PhotoScan (Agisoft). Il software genera, infatti, una nuvola di punti densa e ricostruisce una *mesh* poligonale tridimensionale che rappresenta la superficie dell'oggetto, applicandovi infine una *texture*. Dall'elaborazione in PhotoScan è stata quindi estratta un'ortofoto con piano di proiezione passante per tre punti (*marker*) noti dal rilievo tramite stazione totale e appartenenti al piano di imposta della volta.

Infine, l'immagine metricamente controllata del blocco in crollo è stata restituita graficamente in ambiente Cad bidimensionale (Fig. 121C) e correttamente inserita nella planimetria generale del Teatro (Fig. 121A).

La porzione analizzata conserva inoltre le tracce dei laterizi in aderenza agli estremi di ciascun'unghia, in corrispondenza delle nette mancanze volumetriche (Fig. 121B) riconducibili ad archi in semplice appoggio sulle pareti perimetrali del vano. In fase di scavo, infatti, sono emersi i resti identificabili in un'infilata di laterizi sovrapposti dalla dimensione costante, appartenente alla stessa unità stratigrafica 158, a prosecuzione del profilo curvo dell'unghia «a» (Fig. 121C) e appoggiata al suo estremo settentrionale.

Grazie alla valutazione congiunta della *mesh* tridimensionale in PhotoScan e della rappresentazione in pianta, è stato possibile comprendere correttamente il sistema voltato principale a copertura dell'ambiente orientale dell'edificio scenico.

Il blocco oggetto di studio è composto, infatti, dai resti appartenenti a una volta a botte lunettata, proposta nella soluzione cilindrica e non sferoidica per la maggior facilità costruttiva, e risultante quindi dall'intersezione tra una volta a botte da 6.14 m di luce, con sviluppo circa N-S, ed una, più piccola, con direttrice semicircolare di diametro pari a 4.56 m, con sviluppo circa E-O. Il blocco in crollo si impostava

<sup>469</sup> Con le dovute eccezioni dei casi riportati in nota 379.



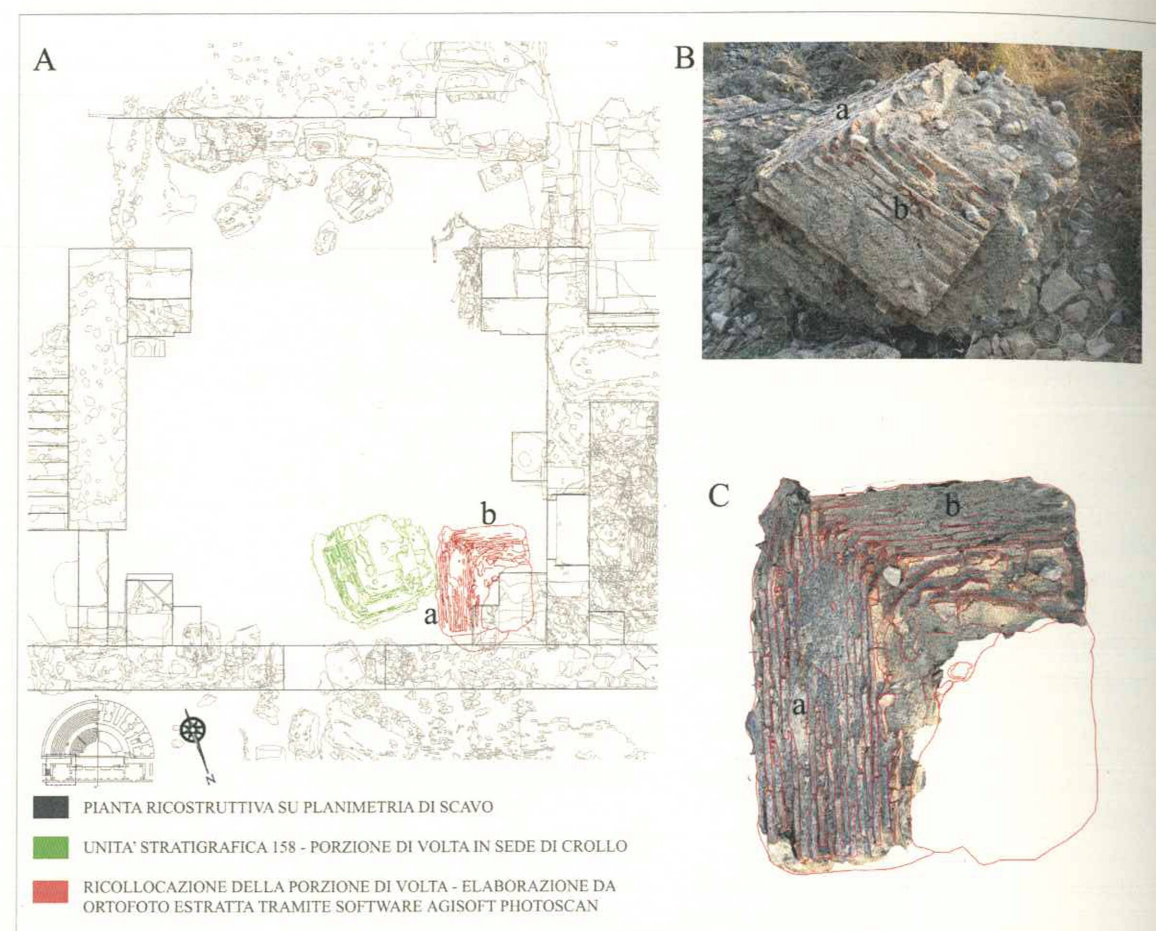


Fig. 121. A) Planimetria di scavo con pianta ricostruttiva, identificazione dell'unità stratigrafica 158 (in verde) e sua ricollocazione nella configurazione originaria (in rosso); B) Fotografia della porzione di volta oggetto di analisi; C) Ortofoto estratta da software Agisoft PhotoScan e restituzione grafica bidimensionale in ambiente cad.

almeno a 3.84 m dalla quota pavimentale, non essendoci tracce ad altezza inferiore nei resti presenti *in situ*, ed era sorretto dal pilastro collocato nell'angolo NO del vano, in prossimità del quale lo stesso blocco giaceva in crollo capovolto.

Le evidenze archeologiche conservate in superficie unite alle informazioni ricavate dagli scavi stratigrafici eseguiti nella metà orientale del Teatro hanno portato alla ricostruzione di una pianta perfettamente simmetrica rispetto ad un asse centrale N-S. Il modello tridimensionale di seguito descritto è da intendersi quindi come rappresentazione fittizia della duplice formulazione di ricostruzione architettonica del locale laterale orientale («B»). La duplice ricostruzione proposta si genera in seguito al rinvenimento e alla difficile lettura funzionale di un pilastro posto presso la mezzera del lato occidentale del vano (Fig. 121A) e riproposto simmetricamente nel lato orientale dello stesso (Fig. 122).

Una prima ipotesi, prospettata nella ricostruzione per l'ambiente «B» occidentale (Figg. 122-123; Fig. 124aa'), considera le basi dei pilastri come piedritti di due archi di 1.84 m di luce ciascuno, impostati almeno a 3.84 m dalla quota pavimentale dell'ambiente (circa 157.34 m s.l.m.), giustapposti alle pareti laterali orientale e occidentale e con tamponatura sommitale terminante a filo dell'intradosso del sistema voltato principale sopra descritto. La seconda ipotesi, prospettata nella ricostruzione per l'ambiente «B» orientale (Figg. 122-123; Fig. 124cc'), assegna a questi elementi funzione non portante ma decorativa e di conseguenza li associa a probabile supporto di arredi mobili, quali ad esempio statue.

L'ambiente «A»

La ricostruzione architettonica tridimensionale dell'ambiente «A» e dell'omologo ambiente ad esso sovrapposto (Figg. 122-123; Fig. 124bb', Fig. 125A) è il risultato della lettura correlata di unità stratigrafiche

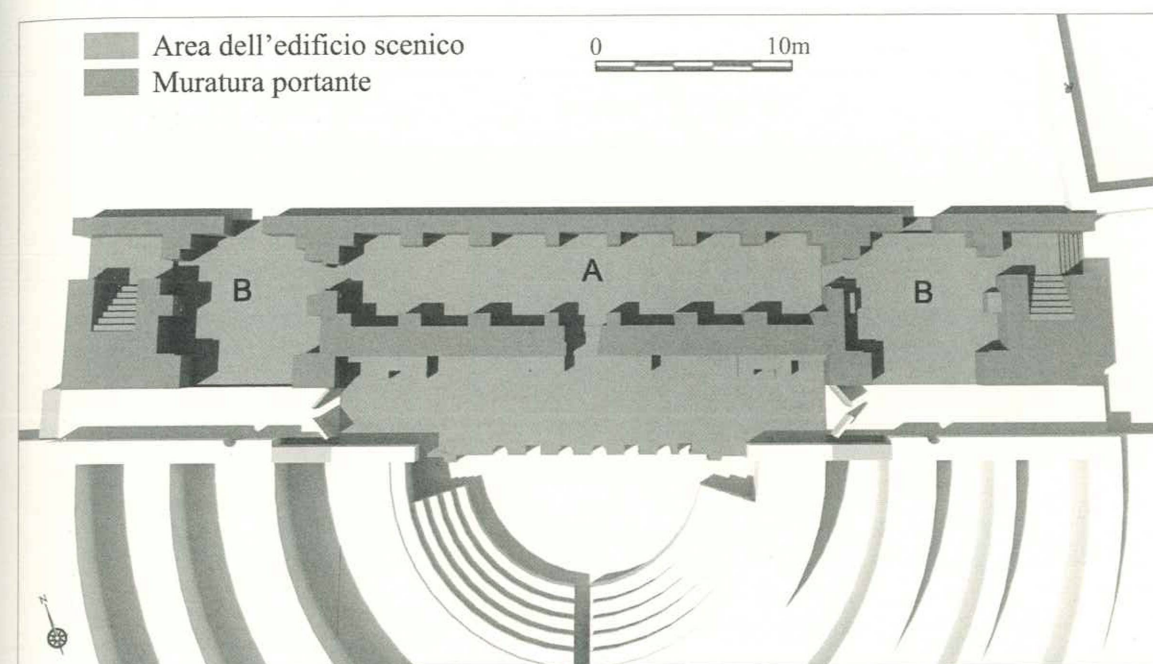


Fig. 122. Render di rappresentazione del piano terra tramite spaccato orizzontale, con identificazione dei tre ambienti principali dell'edificio scenico: «B» occidentale: prima ipotesi ricostruttiva; «B» orientale: seconda ipotesi ricostruttiva.

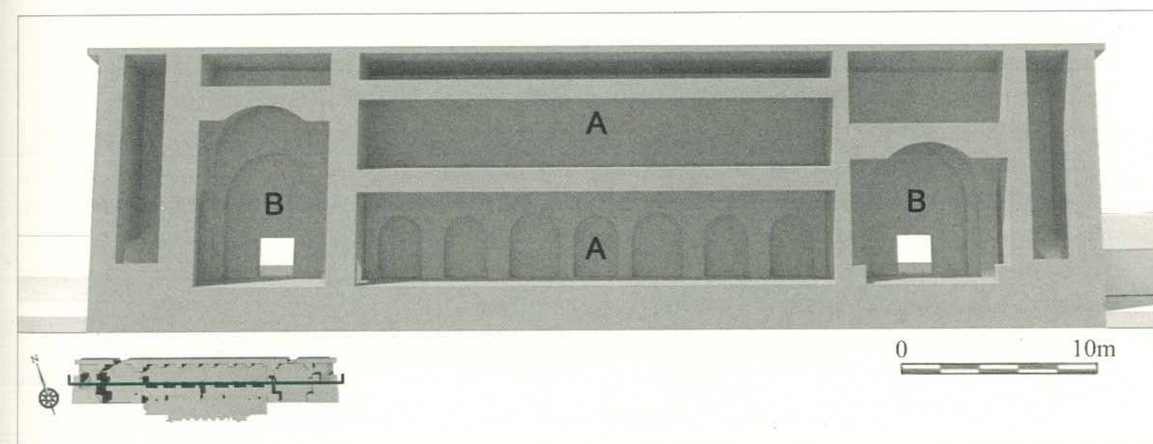


Fig. 123. Render di rappresentazione della sezione longitudinale tramite spaccato verticale. «B» occidentale: prima ipotesi ricostruttiva; «B» orientale: seconda ipotesi ricostruttiva.

orizzontali e relative sezioni verticali. Lo scavo archeologico, inoltre, ha riportato alla luce le strutture nella loro effettiva sequenza di crollo, consentendo di ricostruire la dinamica di danneggiamento sismico del complesso.

Le valutazioni eseguite sulla base dei dati archeologici hanno portato ad una ricostruzione su due livelli dell'ambiente centrale appartenente all'edificio scenico (Fig. 124bb'). Il piano terra («A») si contraddistingue per la presenza di una volta a botte in laterizio da 3.30 m di luce, impostata a 3.50 m dalla quota pavimentale, con apparecchio di mattoni disposti perpendicolarmente alla generatrice con direzione principale parallela alle pareti orientale e occidentale<sup>1</sup>. La volta è suddivisa in campate da archi a singoli filari di laterizi con direzione opposta e radiale; a sorreggere il sistema voltato, un'infilata di archi dalle luci, nella

<sup>1</sup> V. il contributo di A. Bertelli sulle caratteristiche delle coperture delle varie parti dell'edificio in Tomo I, parte II, cap. 11.3, par. 11.3.7 («Le coperture»).



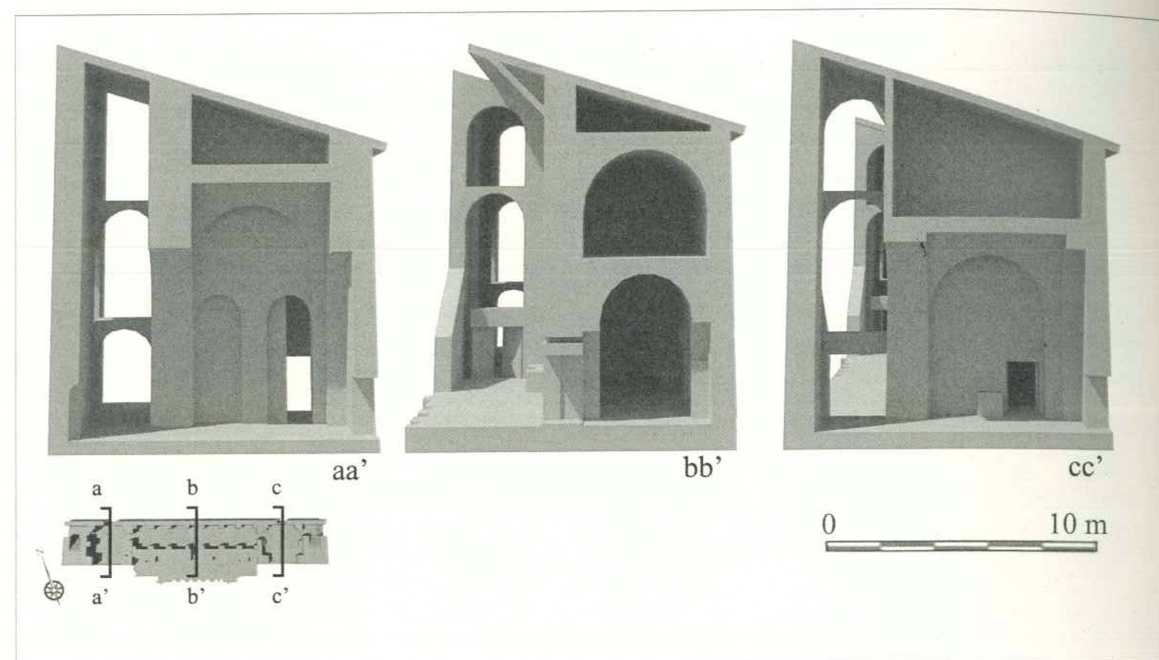


Fig. 124. Render di rappresentazione delle sezioni trasversali tramite spaccato verticale.

sequenza da E verso O, di 2.29 m, 2.29 m, 2.64 m, 2.33 m, 2.64 m, 2.29 m e 2.29 m, impostati a 2.00 m da terra e portati da pilastri di sezione rettangolare (da  $0.67 \times 0.61$  m e  $1.08 \times 0.61$  m). Il sistema di pilastri e archi è addossato e strutturalmente non collegato alla parete perimetrale settentrionale e meridionale.

Il livello superiore, invece, è costituito da un'unica volta a botte a filari di laterizi longitudinali radiali, con luce di 4.54 m. Si imposta a 1.58 m dalla quota pavimentale del primo piano sulla parete di fronte-scena e sul muro ad essa parallelo a chiusura settentrionale dell'edificio.

L'altezza della parete di fronte-scena è stimata a 12.26 m dal livello del palcoscenico grazie alla misura dei blocchi rinvenuti in crollo. Non essendo conservate evidenze archeologiche relative alla copertura dell'edificio scenico, il tetto è stato ipotizzato composto di una struttura lignea a unica falda con colmo antistante alla cavea e gronda sul lato settentrionale del complesso.

#### 11.4.2. Il danno sismico

I resti delle strutture riportate alla luce sono facilmente riconducibili a porzioni coinvolte in meccanismi di collasso causati dall'azione sismica, attivatisi anche contemporaneamente.

Lo studio della sequenza di danno si è basato sulla sistematica lettura delle unità stratigrafiche di scavo, dagli strati inferiori procedendo fino a raggiungere l'attuale quota del terreno.

L'iniziale instabilità del sistema è legata al fuori piano della parete settentrionale, soggetta ad un meccanismo di ribaltamento semplice. Ad esso seguono l'allontanamento delle imposte della volta del secondo livello e la successiva formazione di tre cerniere che la suddividono in due porzioni, di cui della principale sono note le dimensioni poiché rinvenute in crollo (Fig. 125Bc).

Il secondo pilastro del piano terra presenta invece rottura a taglio con angolo d'inclinazione  $\theta$  della tensione principale di trazione pari a  $52^\circ$  (Fig. 125Ba). In generale l'angolo aumenta al diminuire di  $\sigma$ , inteso come peso portato. Il valore dell'angolo è quindi elevato poiché funzione del carico del solo solaio del primo livello, a conferma dell'ipotesi ricostruttiva. Il peso della volta appartenente al secondo livello è portato, invece, dalla parete di frontescena e dalla sua parallela settentrionale, strutturalmente indipendenti rispetto alle volte del piano terra.

Nel vano centrale dell'edificio scenico (ambiente «A»), la rottura a taglio di un pilastro portante del piano terra e la perdita del confinamento dovuto alla parete settentrionale causano l'instabilità del primo livello nella sua interezza. Si assiste quindi alla rotazione dei pilastri settentrionali, coinvolti anch'essi nel meccanismo fuori piano, e alla rotazione di porzioni di volta del primo orizzontamento, rinvenute capovolte in fase di scavo (Fig. 125Bb).

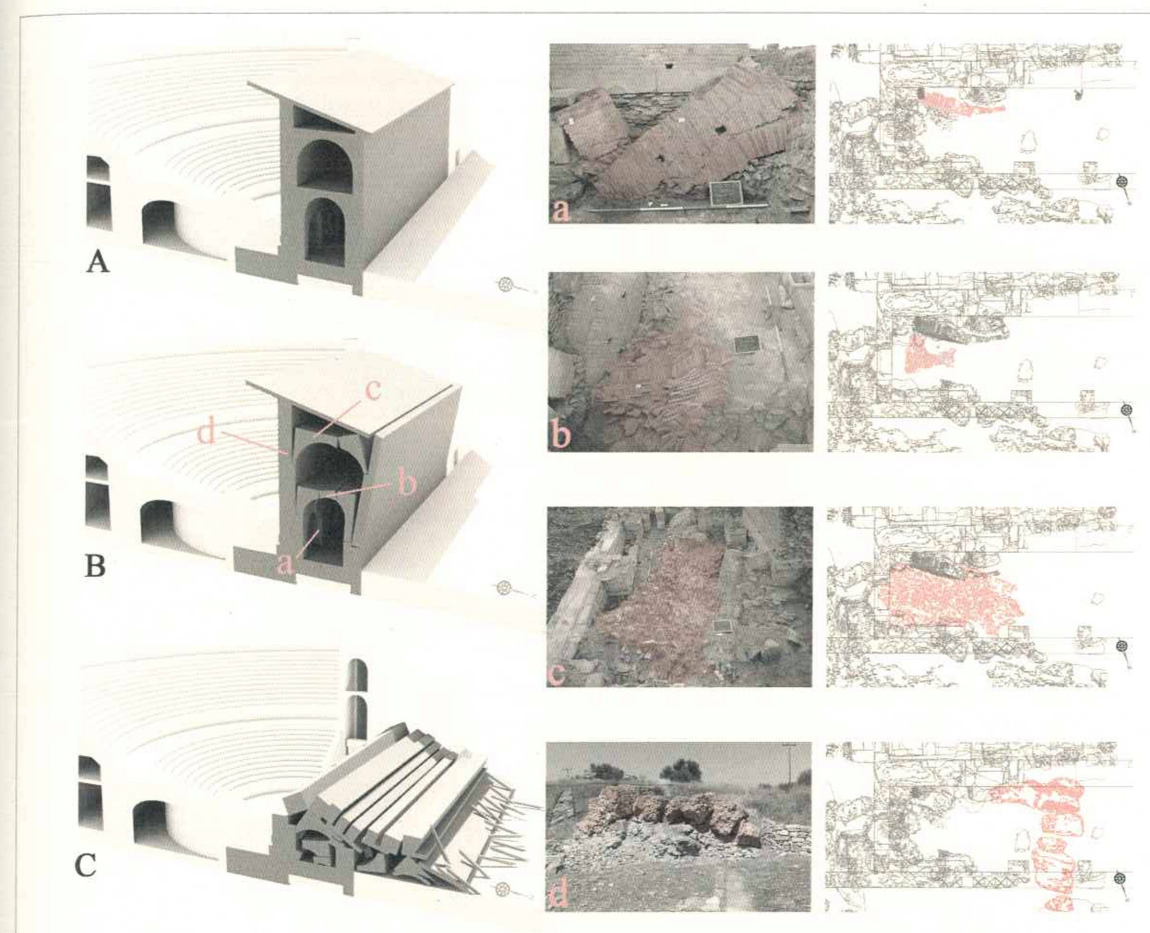


Fig. 125. A) Render dello spaccato trasversale dell'edificio scenico nella configurazione originaria. Gli studi sulla ricostruzione architettonica della cavea sono ad oggi in corso. B) Render rappresentativo dell'attivazione dei meccanismi di collasso con identificate le porzioni strutturali coinvolte. C) Render della configurazione di collasso finale. a) b) c) d) Porzioni strutturali coinvolte nei meccanismi di collasso identificate nelle fotografie e nella planimetria di scavo.

Infine, la parete di scena ribalta anch'essa in direzione N, conservandosi ancor oggi a copertura dei crolli sottostanti (Fig. 125Bd; Fig. 125C).

I meccanismi individuati sulla base della lettura stratigrafica evidenziano come il crollo strutturale potrebbe essere attribuibile nella parte più consistente a un unico evento sismico, collegabile a quello riferito dalle fonti per gli anni attorno al 365 d.C., che ha portato all'instabilità delle strutture appartenenti all'edificio scenico. Sono riconoscibili due sistemi; il primo costituito dai setti murari perimetrali, dalla volta del secondo livello e dalla copertura; il secondo composto dai pilastri, dall'infila di archi e dalla volta del primo livello, confinato fisicamente dal sistema maggiore ma ad esso non connesso strutturalmente, tanto da sviluppare, all'evolversi dei dissesti sopradescritti, meccanismi di primo modo in direzione N.

Il verificarsi di meccanismi di secondo modo (tramite rotture a taglio), nella direzione E-O, è infine coerente con i danni presenti nelle diverse pareti del Teatro.

Nel corso dei secoli l'isola di Creta è stata ripetutamente colpita da terremoti anche di forte intensità e attualmente rientra, per la normativa greca, in zona sismica III, caratterizzata da una massima accelerazione al suolo pari 0.24 g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (EAK 2000/2003).

La ricostruzione architettonica e l'identificazione dei meccanismi di danno sono state quindi le basi per la valutazione numerica della vulnerabilità sismica dell'edificio scenico nella sua configurazione originaria, precedente all'evento sismico avvenuto intorno al 365 d.C.

Per identificare i parametri modali dell'edificio scenico nella sua forma antica, è stato quindi sviluppato un modello numerico tramite metodo agli elementi finiti (FE) con il software DIANA (release 9.6; TNO DIANA) e il pre e post processore FX + for DIANA (Midas FX+ version 3.3.0; MIDAS Information Technology Co.). I risultati sono stati utilizzati nella successiva modellazione analitica finalizzata alla valutazione della vulnerabilità sismica originaria dell'edificio scenico.



Il modello FE è stato costruito nel rispetto delle geometrie ricostruttive dell'edificio sopra descritte, si compone di 11.188 elementi di tipo BRICK a 20 nodi, *mesh* finale costituita da 18.702 nodi ed è vincolato tramite incastri alla base. I parametri meccanici si riferiscono ai valori associati alla «Muratura in mattoni pieni e malta di calce», con fattore di confidenza pari a 1.35 (Lc1 - tab. 4.2 Circolare n. 617 02/02/2009). Non avendo valori sperimentali a disposizione, sullo stesso modello FE sono state eseguite due analisi modali per valutare l'influenza del peso specifico associato al riempimento delle volte (assegnando il valore minimo al *modello 1* e massimo al *modello 2*) (Tab. 33).

resistenza media a compressione della muratura	$f_m = 240 \text{ N/cm}^2$
valore medio del modulo di elasticità normale	$E = 1.500 \text{ N/mm}^2$
peso specifico medio della muratura	$w = 18 \text{ KN/m}^3$
peso specifico medio del riempimento delle volte	$w_{\min} = 10 \text{ KN/m}^3$ $w_{\max} = 18 \text{ KN/m}^3$

Tab. 33. Parametri meccanici degli elementi strutturali.

Entrambi i modelli numerici presentano le prime tre forme modali con frequenze proprie dell'edificio comprese tra i 3 ed i 5 Hz, relative ai primi tre modi globali della struttura (Fig. 126). Al primo modo di vibrare, in direzione Y (ovvero N), è associata frequenza pari a 3.14 Hz per il *modello 1* e frequenza 3.06 Hz per il *modello 2* (Tab. 34).

	<i>Modello 1</i> ( $w_{\min}$ )	<i>Modello 2</i> ( $w_{\max}$ )
	f (Hz)	f (Hz)
MODO 1	3.14	3.06
MODO 2	4.23	4.17
MODO 3	4.73	4.69
MODO 4	5.79	5.64
MODO 5	5.80	5.72
MODO 6	6.60	6.51
MODO 7	7.04	6.94

Tab. 34. Frequenze modali per il *modello 1* ed il *modello 2*.

Il primo periodo di vibrazione dell'intera struttura nella direzione Y è pari quindi a  $T_1 = 0.32 \text{ s}$  per il *modello 1* e  $T_1 = 0.33 \text{ s}$  per il *modello 2*.

Sulla base dei meccanismi di danno identificati durante lo scavo archeologico e sopra studiati, la vulnerabilità sismica dell'edificio scenico è stata valutata tramite analisi limite dell'equilibrio secondo l'approccio cinematico lineare (D.P.C.M. 9 Febbraio 2011) con spettro di risposta calcolato conformemente all'Eurocodice 8 (EC8) per suolo di tipo C<sup>2</sup>.

Sono state quindi sviluppate due configurazioni di calcolo (Fig. 127A-B-C); la prima riguarda il ribaltamento semplice della parete settentrionale, considerata come un blocco monolitico soggetto ad un'azione sismica con direzione ortogonale al proprio piano. Sul blocco agisce un sistema di forze verticali costituito dai pesi della parete, della copertura e dalla componente verticale della volta del secondo livello. Il sistema è soggetto inoltre ad un sistema di forze orizzontali instabilizzanti, proporzionali a quelle verticali tramite il moltiplicatore critico  $\alpha$ , ed al contributo spingente della volta del secondo livello (Fig. 127A).

La muratura è considerata completamente non reagente a trazione, con resistenza a compressione infinita e si esclude la possibilità di scorrimento fra i blocchi. La rotazione della parete avviene attorno alla

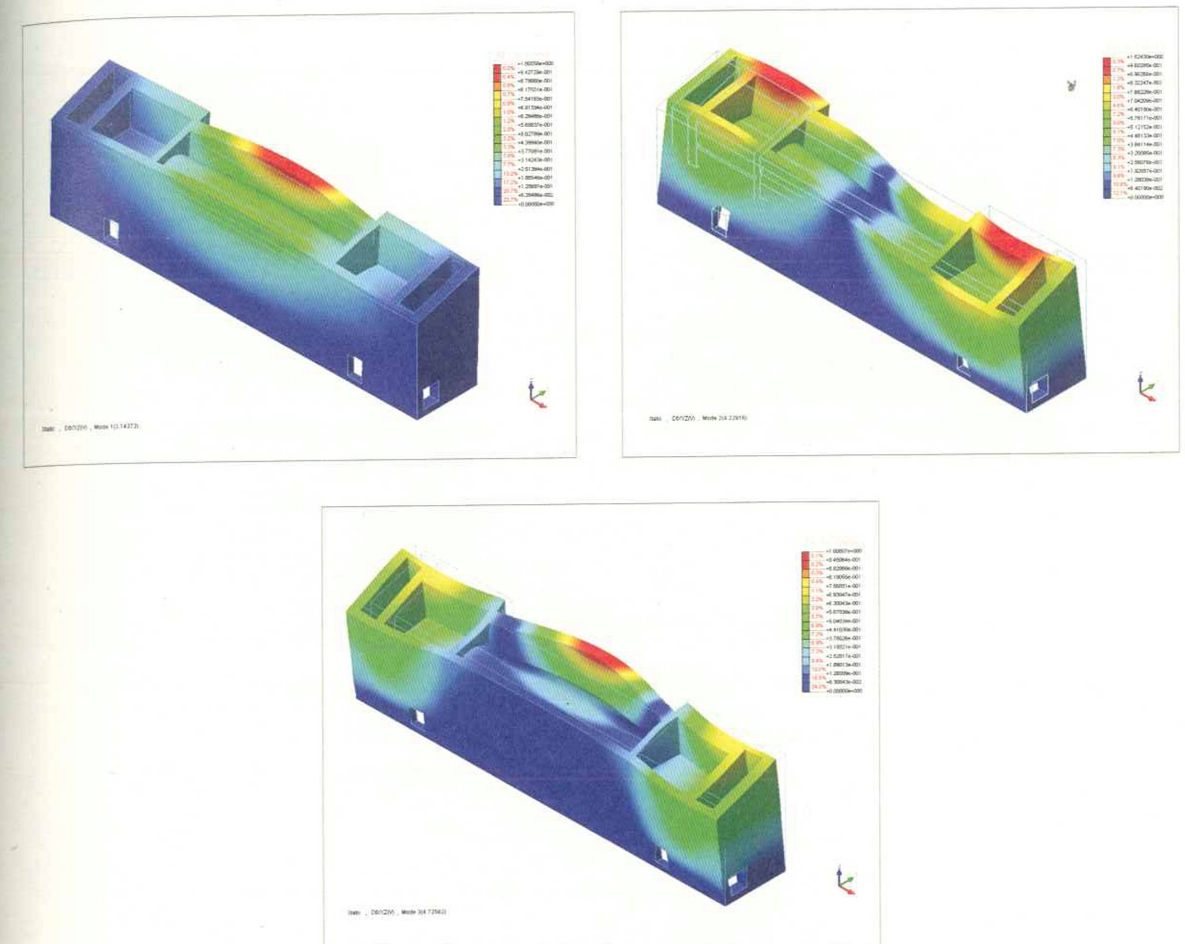


Fig. 126. A) Primo modo di vibrare. Flessionale in direzione Y. B) Primo modo torsionale. C) Secondo modo torsionale.

cerniera cilindrica A, la quale, per la parzializzazione della sezione e la concentrazione degli sforzi, è arretrata rispetto allo spigolo esterno di 0.13 m, in corrispondenza del baricentro delle tensioni di compressione dalla distribuzione lineare. Il dato archeologico conferma l'arretramento rispetto allo spigolo tra gli 0.04 m e gli 0.21 m, indicativo di un buon conteggio dei carichi gravanti (Fig. 127D).

La seconda configurazione considera invece il sistema labile costituito dai vari corpi rigidi definiti sulla base dei rinvenimenti in fase di scavo. La catena cinematica è composta quindi dalla parete settentrionale, dalle due porzioni appartenenti alla volta del secondo livello di cui la prima rinvenuta interamente in crollo, dalla copertura (Fig. 127B).

La differenza di peso specifico medio del riempimento delle volte comporta differenti valori di spinta associati alla volta del secondo livello, che, valutati nelle componenti orizzontale e verticale su una lunghezza di 23.8 m, risultano come da tabella (Tab. 35).

	<i>Modello 1</i> ( $w_{\min}$ )	<i>Modello 2</i> ( $w_{\max}$ )
	(KN)	(KN)
H	422.3	591.6
V	704.6	1031

Tab. 35. Componenti orizzontale e verticale della spinta della volta per il *modello 1* ed il *modello 2*.

Nel calcolo è inserita inoltre una forza d'attrito, dal contributo stabilizzante, che considera la reale possibilità del manifestarsi di scorrimenti tra i blocchi, la presenza di un collegamento tra la copertura e la parete settentrionale, il buon ammassamento tra questa e le murature trasversali.

<sup>2</sup> KARAKOSTAS et alii 2014.



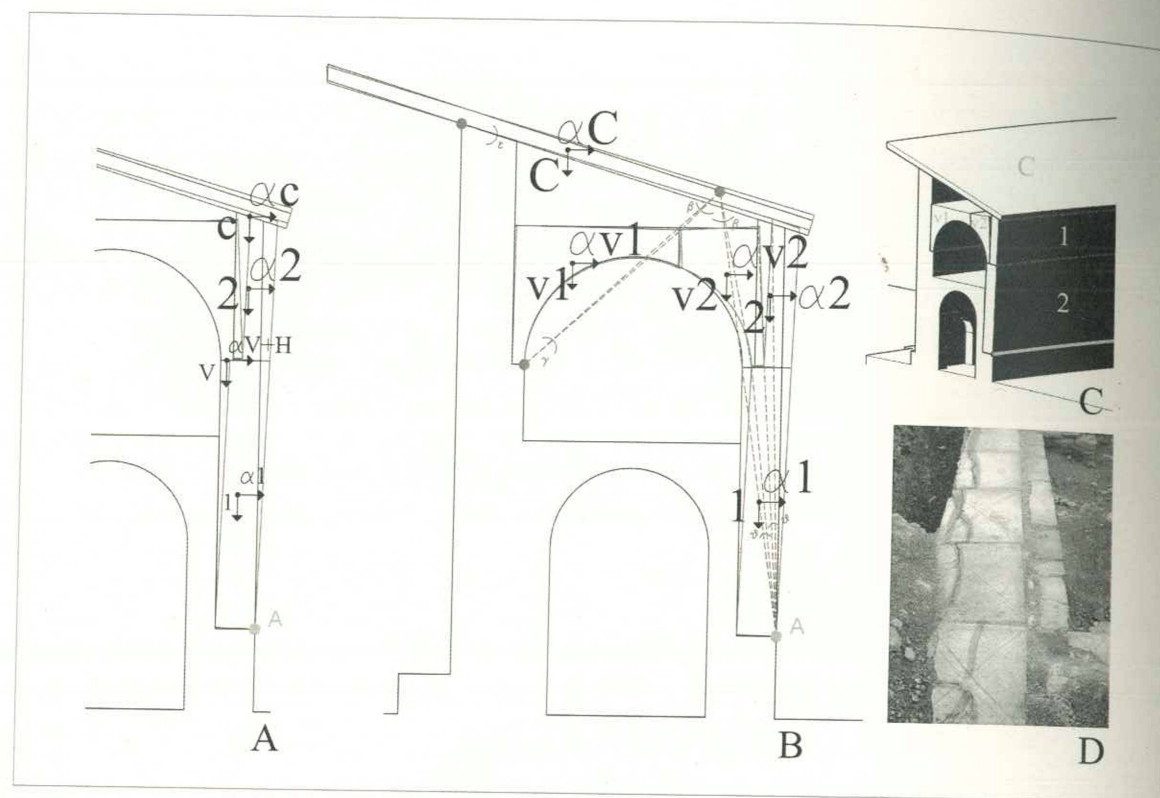


Fig. 127. A) Configurazione 1 per il meccanismo locale di collasso legato al ribaltamento semplice della parete settentrionale nella configurazione in quota. B) Configurazione 2 della catena cinematica. C) Rappresentazione tridimensionale della configurazione 2. In ciano è evidenziata la cerniera cilindrica. D) Evidenza archeologica della parzializzazione della sezione muraria e della concentrazione degli sforzi dovuta alla rotazione della parete settentrionale.

Alla parete settentrionale è assegnata quindi una rotazione virtuale  $\theta$  e, in funzione di questa e della geometria della struttura, si determinano gli spostamenti delle forze applicate nella rispettiva direzione (Circolare n. 617 02/02/2009).

Il moltiplicatore orizzontale dei carichi  $\alpha$  che comporta l'attivazione del meccanismo è calcolato per la configurazione 1 imponendo le condizioni di equilibrio tra i momenti stabilizzanti e ribaltanti intorno alla cerniera A; nella configurazione 2 si ottiene applicando il Principio dei Lavori Virtuali in termini di spostamento, uguagliando il lavoro totale eseguito dalle forze esterne ed interne applicate al sistema in corrispondenza dell'atto di moto virtuale (Circolare n. 617 02/02/2009).

Per entrambi i meccanismi, il sistema è ricondotto ad un oscillatore semplice la cui massa partecipante al cinemismo,  $M^*$ , viene valutata considerando gli spostamenti virtuali dei punti di applicazione dei diversi pesi, associati al cinemismo, come una forma modale di vibrazione:

$$M^* = \frac{(\sum_{i=1}^n P_i \delta_{x,i})^2}{g \cdot \sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i}^2}$$

Dove:

$n+m$  è il numero delle forze peso  $P_i$  applicate le cui masse, per effetto dell'azione sismica, generano forze orizzontali sugli elementi della catena cinematica;

$\delta_{x,i}$  è lo spostamento virtuale orizzontale del punto di applicazione dell' $i$ -esimo peso  $P_i$  (Circolare n. 617 02/02/2009).

L'accelerazione spettrale  $a_0^*$  di attivazione del meccanismo è infine valutata dalla frazione di massa che partecipa al cinemismo  $e^*$ .

$$a_0^* = \frac{\alpha_0 \cdot g}{e^* \cdot C_F}$$

I valori di accelerazione spettrale  $a_0^*$  per le due configurazioni (Tabb. 4-5) variano quindi da un minimo di 0.03 g ad un massimo di 0.47g.

Secondo la circolare n. 617 02/02/2009, il meccanismo locale di collasso, composto da porzioni poste ad una certa quota, è verificato quando sono contemporaneamente soddisfatte le seguenti due disuguaglianze:

$$a_0^* \geq \frac{a_g(P_{VR})S}{q}$$

e:

$$a_0^* \geq \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$

Dove:

$a_g(P_{VR})$  è la massima accelerazione al suolo per il periodo di ritorno considerato;

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

$q$  è il fattore di struttura. Le capacità dissipative delle strutture vengono infatti considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche per valutare, seppur in modo semplificato, la capacità dissipativa anelastica della struttura, la sua sovra resistenza e l'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

$S_e(T_1)$  è lo spettro di risposta elastico calcolato per  $T_1$ ;

$\Psi(Z)$  è il primo modo di vibrazione nella direzione considerata, normalizzato ad uno in sommità all'edificio;

$\gamma$  è il coefficiente di partecipazione modale.

I risultati ottenuti applicando un fattore di struttura "q" pari a 2 (Circolare n. 617 02/02/2009) differiscono sensibilmente per le due tipologie di cinemismo analizzate. Il meccanismo 1 risulta essere il più vulnerabile per entrambi i modelli, restituendo coefficienti di sicurezza inferiori al 60% per accelerazione massima al suolo di 0.24 g (riferita alla probabilità di superamento del 10% in 50 anni). Viceversa, il meccanismo 2 soddisfa ampiamente la domanda sismica per entrambi i modelli.

Il limite massimo di accelerazione al suolo affinché il meccanismo 1 sia verificato risulta invece essere pari a 0.08 g per il modello 1 e 0.04 g per il modello 2 (Tab. 36), valori alquanto bassi di accelerazione al suolo.

	q	$\alpha$	$a_0^*$ (g)	coeff. di sicurezza verifica a terra per $a_g = 0,24$ g (%)	coeff. di sicurezza verifica in quota per $a_g$ $= 0,24$ g (%)	$a_g$ per verifica a terra soddisfatta (g)	$a_g$ per verifica in quota soddisfatta (g)	$a_g$ max (g)
MECCANISMO 1 Modello 1 (wmin)	2.00	0.08	0.06	31.40	52.68	0.08	0.13	0.08
MECCANISMO 2 Modello 1 (wmin)	2.00	0.59	0.45	248.01	416.14	0.60	1.00	0.60
MECCANISMO 1 Modello 2 (wmax)	2.00	0.04	0.03	17.22	29.70	0.04	0.07	0.04
MECCANISMO 2 Modello 2 (wmax)	2.00	0.63	0.47	259.56	447.63	0.62	1.07	0.62

Tab. 36. Risultati analisi limite dell'equilibrio tramite approccio cinematico lineare.

È opportuno sottolineare nuovamente come i risultati dipendono strettamente dalle assunzioni fatte in merito ai materiali, alle strutture e all'efficacia delle connessioni fra gli elementi. Pur non potendo puntualmente caratterizzare il terremoto del 365 d.C., è possibile concludere che, in riferimento alla forte sismicità del territorio cretese, l'edificio scenico si caratterizzava nella sua configurazione originaria per una



elevata vulnerabilità sismica e tale da poter essere inevitabilmente distrutto da un terremoto come quello del 365 d.C. che le fonti indicano come di fortissima entità.

In effetti, come precedentemente evidenziato, l'edificio scenico del Teatro si caratterizzavano per la presenza di discontinuità strutturali e per l'assenza di presidi antisismici a riduzione della sua vulnerabilità, elementi le cui tracce non sono state osservate in fase di scavo e che evidenziano un'ulteriore carenza nel dettaglio costruttivo e nell'attenzione a costruire nell'eventualità di eventi sismici.

C. MAR., F. D. P., C. MO., J. B., A. B.

### Appendice

MECCANISMO 1 Modello 1 ( $w_{min}$ )							
q	$\alpha$	a0* meccanismo 1 (g)	coeff. di sicurezza verifica a terra per $a_g = 0.24$ g (%)	coeff. di sicurezza verifica in quota per $a_g = 0.24$ g (%)	$a_g$ per verifica a terra soddisfatta (g)	$a_g$ per verifica in quota soddisfatta (g)	$a_g$ max (g)
1.00	0.08	0.06	15.70	26.34	0.04	0.06	0.04
1.50	0.08	0.06	23.55	39.51	0.06	0.09	0.06
2.00	0.08	0.06	31.40	52.68	0.08	0.13	0.08
2.25	0.08	0.06	35.32	59.27	0.08	0.14	0.08
2.50	0.08	0.06	39.25	65.85	0.09	0.16	0.09

MECCANISMO 2 Modello 1 ( $w_{min}$ )							
q	$\alpha$	a0* meccanismo 2 (g)	coeff. di sicurezza verifica a terra per $a_g = 0.24$ g (%)	coeff. di sicurezza verifica in quota per $a_g = 0.24$ g (%)	$a_g$ per verifica a terra soddisfatta (g)	$a_g$ per verifica in quota soddisfatta (g)	$a_g$ max (g)
1.00	0.59	0.45	124.01	208.07	0.30	0.50	0.30
1.50	0.59	0.45	186.01	312.10	0.45	0.75	0.45
2.00	0.59	0.45	248.01	416.14	0.60	1.00	0.60
2.25	0.59	0.45	310.02	520.17	0.74	1.25	0.74
2.50	0.59	0.45	310.02	520.17	0.74	1.25	0.74

MECCANISMO 1 Modello 2 ( $w_{max}$ )							
q	$\alpha$	a0* meccanismo 1 (g)	coeff. di sicurezza verifica a terra per $a_g = 0.24$ g (%)	coeff. di sicurezza verifica in quota per $a_g = 0.24$ g (%)	$a_g$ per verifica a terra soddisfatta (g)	$a_g$ per verifica in quota soddisfatta (g)	$a_g$ max (g)
1.00	0.04	0.03	8.61	14.85	0.02	0.04	0.02
1.50	0.04	0.03	12.91	22.27	0.03	0.05	0.03
2.00	0.04	0.03	17.22	29.70	0.04	0.07	0.04
2.25	0.04	0.03	19.37	33.41	0.05	0.08	0.05
2.50	0.04	0.03	21.52	37.12	0.05	0.09	0.05

MECCANISMO 2 Modello 2 ( $w_{max}$ )							
q	$\alpha$	a0* meccanismo 2 (g)	coeff. di sicurezza verifica a terra per $a_g = 0.24$ g (%)	coeff. di sicurezza verifica in quota per $a_g = 0.24$ g (%)	$a_g$ per verifica a terra soddisfatta (g)	$a_g$ per verifica in quota soddisfatta (g)	$a_g$ max (g)
1.00	0.63	0.47	129.78	223.82	0.31	0.54	0.31
1.50	0.63	0.47	194.67	335.72	0.47	0.81	0.47
2.00	0.63	0.47	259.56	447.63	0.62	1.07	0.62
2.25	0.63	0.47	324.45	559.54	0.78	1.34	0.78
2.50	0.63	0.47	324.45	559.54	0.78	1.34	0.78

Il contributo si è avvalso dei seguenti strumenti manualistici e normativi:

Agisoft PhotoScan User Manual Professional Edition, Version 1.2.

Circolare n. 617 02/02/2009. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni, di cui al D.M. 14/01/2008".

DIANA release 9.6, TNO Diana BV.

D.M. MIT 14 gennaio 2008, Norme tecniche per le costruzioni

D.P.C.M. 9 febbraio 2011, Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008. G.U. 26/02/2011, n. 47 - suppl. ord. n. 54.

EAK 2000/2003, Greek Code for Seismic Resistant Structures, Organization for Earthquake Resistant Planning and Protection, Ministry of Environment Planning and Public Works, Greece (OASP).

EC8, EN 1998-1 2004. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.

Midas FX+ version 3.3.0 (MIDAS Information Technology Co., Ltd.).