

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"



**DOTTORATO DI RICERCA
XXX CICLO**

INDIRIZZO: TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA E RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE DELL'ARCHITETTURA E DELL'AMBIENTE

**LE CUPOLE DEL COMPLESSO ARCHEOLOGICO DELLE TERME DI BAIA:
LA GEOMETRIA DEGLI SPAZI E DEI FENOMENI LUMINOSI**

**COORDINATORE DEL CORSO:
PROF. ARCH. MICHELANGELO RUSSO**

**TUTOR
PROF.SSA ARCH. ALESSANDRA PAGLIANO**

**DOTTORANDO
ARCH. MARIANO MARMO**

INDICE

Le cupole del Complesso archeologico delle Terme di Baia: la geometria degli spazi e dei fenomeni luminosi

Parte I

1. Baia: la “pusilla Roma” dei Campi Flegrei
2. Le terme nel mondo romano
3. Baia: città d’ozio e di eccessi
4. Il complesso archeologico delle terme di Baia
 - 4.1 La villa dell’Ambulatio
 - 4.2 Il settore di Mercurio
 - 4.3 Il settore della Sosandra
 - 4.4 Il settore di Venere
 - 4.5 Il settore di Diana
5. Gli ambienti del settore di Mercurio
 - 5.1 Il “tempio” di Mercurio
 - 5.2 Vano n.4
 - 5.3 Vano n.5
 - 5.4 Vano n.6
 - 5.5 Vano n.7
 - 5.6 Ambienti nn 12, 13, 14
 - 5.7 La cupola del “tempio” di Venere
 - 5.8 La cupola del “tempio” di Diana

Parte II

6. La scelta della fotogrammetria digitale *image based* (SFM)
7. La metodologia di ripresa e i risultati ottenuti con i software *123d Catch* e *Remake*
 - 7.1 Verifica del modello *mesh*
 - 7.2 Dimensionamento e orientamento della *mesh* attraverso il rilievo metrico diretto
8. Le geometrie della cupola di Mercurio
9. Interpretazione dei dati rilievo e confronto con gli studi precedenti
 - 9.1 Destinazione d'uso degli ambienti
 - 9.2 I possibili collegamenti tra gli ambienti
 - 9.3 Le statue del settore di Mercurio
 - 9.4 Decorazioni musive delle superfici voltate

Parte III

10. La geometria dei fenomeni luminosi negli edifici romani
11. Il modello geometrico: la sfera celeste e coordinate azimutali
12. Le forme della luce tra allineamenti diretti e riflessi

Parte IV

13. La cupola di Diana: rilievo fotogrammetrico e la forma perduta

Parte V

16. Conclusioni

Bibliografia

Introduzione

Le cupole del Complesso archeologico delle Terme di Baia hanno da sempre affascinato gli studiosi e i viaggiatori di ogni epoca per le suggestive caratteristiche dei loro spazi voltati, raffigurati in numerosissime opere, dalle miniature medioevali alle incisioni settecentesche, fino alla moltitudine di immagini che vengono pubblicate ogni giorno sui social networks dai turisti di tutto il mondo.

La cupola che ha da sempre destato l'interesse maggiore, per la notevole qualità spaziale interna e per la sua stretta analogia formale con il Pantheon, risulta essere quella che, a partire dal XVIII secolo, è divenuta nota con il nome improprio di “tempio” di Mercurio, un *frigidarium* della prima età imperiale, che costituisce il prototipo della più celebre cupola romana. Se è indubbiamente possibile ritrovare in essa un innegabile legame con la più celebre cupola romana, che si manifesta anche per ciò che riguarda un progettato rapporto tra le proiezioni luminose dell'oculo centrale e le forme architettoniche degli spazi interni, sono numerosi gli aspetti che la caratterizzano come un episodio architettonico autonomo e come prototipo di una sapienza tecnologica e costruttiva che a Baia si sviluppò almeno fino al III secolo, con la costruzione della maggiore delle tre sale voltate di Baia: il “tempio” di Diana. La cupola, superstite solo per metà sebbene più recente, è la maggiore tra quelle del complesso termale di Baia e, come per le altre, ha ereditato dalla tradizione la denominazione impropria di “tempio”. Anch'essa ricopre un ruolo di fon-

damentale importanza nella storia delle coperture voltate romane per merito della geometria del suo profilo dichiaratamente ogivale, quasi completamente estradossato. La cupola di Diana costituisce, insieme a quella di Mercurio, una tra le più ardite sperimentazioni dell'antichità classica.

L'area archeologica nel cui ambito sorgono le cupole ha subito numerose trasformazioni nel corso dei secoli, tanto che le consistenti stratificazioni e le continue modifiche apportate alle strutture hanno reso difficile la formulazione di un'unica ipotesi ricostruttiva delle forme e della tipologia originaria del complesso termale. Inoltre sono intervenute a contribuire ulteriormente alla complessità della lettura del sito archeologico anche fattori naturali insiti nella natura vulcanica del suolo (come il bradisismo flegreo) che hanno contribuito a un precoce deterioramento delle strutture e a un indebolimento degli elementi strutturali. Un lungo periodo di incuria e abbandono ha accelerato il decadimento dell'intero complesso e lo ha ulteriormente trasformato.

Infine, ai fattori già citati bisogna aggiungere il carattere disorganico degli studi effettuati finora su Baia: un fruttuoso tentativo di sistematizzare il frammentario quadro delle conoscenze raccolte nel tempo da studiosi come Paolo Antonio Paoli, Amedeo Maiuri e Mario Napoli (per citarne alcuni) fu fatto in occasione del convegno dell'Accademia dei Lincei del 1976 che, pur chiarendo numerosissimi aspetti relativi alle vicende costruttive delle fabbriche del sito e prospettando nuove interessanti possibilità di lettura, ha fornito ulteriori interessanti spunti di ricerca e studio che vale la pena considerare.

In questo contesto ancora relativamente incerto il presente

studio ha cercato di apportare un contributo alla lettura delle grandi sale voltate di Baia soprattutto in merito alle matrici geometriche che ne hanno determinato le regole costruttive, comparando le fonti testuali, iconografiche e fotografiche con i modelli tridimensionali ottenuti dal rilievo fotogrammetrico digitale *image based*, per comprendere meglio non solo il valore intrinseco di queste splendide architetture, che costituiscono un caso unico ed eccezionale, ma anche la portata che hanno avuto nei secoli successivi alla loro realizzazione come esempi di un'eccezionale abilità costruttiva e architettonica.

Particolare attenzione poi è stata posta alla parte sommersa del *frigidarium* di Mercurio, che proprio dal punto di vista compositivo e formale offre spunti di notevole interesse per la presenza di nicchie, ora sommerse dall'acqua che invade l'interno della sala e dunque invisibili. Scavate lungo la superficie cilindrica del tamburo dell'aula, ne caratterizzavano la spazialità non solo in qualità di elementi ritmici sulla superficie liscia del tamburo ma anche entrando in relazione a elementi intangibili come la luce, entrando in una studiata relazione con il moto apparente del Sole sulla sfera celeste e dando vita a fenomeni luminosi che arricchivano l'esperienza dei visitatori del *frigidarium*.

Al fine di valorizzare il patrimonio culturale la presente tesi intende infine sollecitare la sperimentazione di forme innovative di fruizione per le suddette cupole mediante l'uso delle nuove tecnologie digitali applicate al campo della comunicazione, valorizzazione e divulgazione dei beni archeologici, che si auspica possano essere attivate in tempi brevi sulle fabbriche del Parco Archeologico di Baia.



Fig. 1.1 - Statua di Baios, custodita presso il Museo Archeologico dei Campi Flegrei.

1. Baia: la “pusilla Roma” dei Campi Flegrei

Nei Campi Flegrei sorgono i resti di una delle città più floride e rinomate del mondo romano: Baia. Nota soprattutto per il clima eccezionalmente mite e per la bellezza del paesaggio, venne definita “pusilla Roma” da Cicerone¹, e Orazio² sosteneva che «*nullus in orbe sinus Baiis praeuocet amoenis*».

Baia era, ed è ancora oggi, particolarmente ricca di sorgenti termali a causa della natura vulcanica del sottosuolo e, per la stessa ragione, il fenomeno del bradisismo ha fatto sì che gran parte delle strutture esistenti di epoca romana venissero sommerse dal mare. Quello che oggi vediamo dell’antica *Baiiae* è infatti solo la parte collinare di un centro urbano originariamente molto più esteso. «L’antica area urbana alta, la sola emergente ora dal mare, sul declivio e sul crinale di una chiostra di colline, e l’area bassa, oggi tutta sommersa, tra la Punta del Fortino sotto il Castello di Baia e quello che fu il *Lucrinus lacus*, esteso nell’attuale mare molto più innanzi di Punta dell’Epitaffio, facevano di *Baiiae* la vistosa città che, all’epoca di Augusto, Strabone³ vi trovò: “colà è sorta un’altra città, non inferiore a Pozzuoli, per la continua aggiunta di edifici regali a edifici”»⁴.

Sempre dal geografo e storico Strabone sappiamo che il poeta Licofrone menzionò Baia già nel II secolo a. C. e che la romana *Baiiae* aveva preso il nome da Baios, timoniere di Ulisse che qui venne sepolto e onorato⁵. La naturale presenza di acque minerali e di fonti di acqua calda e vapore a Baia viene riportata da diversi autori antichi⁶, i quali riportano notizie relative al loro uso già a partire dal I sec. a.C ed elencano le proprietà curative delle numerose sorgenti e dei diversi bagni termali. In particolare la

consuetudine di sfruttare le fonti di vapore e acqua calda viene riportata da Plinio il Vecchio⁷, la cui testimonianza attesta la presenza a Baia di uno degli impianti termali più importanti del mondo antico e contemporaneamente, soprattutto durante i primi anni dell'Impero, il processo avviato dai ceti più agiati della società romana per la costruzione di una serie di complessi che si estendeva anche alle vicine *Puteoli*, *Cumae* e *Misenum*, attirando personalità come l'oratore Licinio Crasso e Caio Mario, Cesare e Pompeo, gli Antonii, Varrone, Cicerone ed Ortensio, che costruirono a Baia e lungo il vicino litorale le proprie ville⁸. Un'altra importante testimonianza, utile soprattutto a comprendere la natura delle fonti termali sia come sorgenti di vapore che di acqua calda, viene da Celso che «nel suo famoso trattato sulla medicina, indica espressamente i sudatorii baiani (II 17): “Anche il sudore si provoca in due modi, o al calore secco o con il

Fig. 1.2 - Didier Barra, *Pianta di Pozzuolo*, 1630 ca.





Fig. 1.3 - Augusto di Prima Porta, statua custodita ai Musei Vaticani.

bagno. Il calore secco è proprio della sabbia calda e del laconico e del clibano e di taluni sudatorii naturali, dove, effondendosi dalla terra, il vapore caldo è chiuso in costruzioni apposite, così come abbiamo sopra Baia nei mirteti...»⁹.

Gli approfonditi studi dell'archeologo Amedeo Maiuri sintetizzano efficacemente l'evoluzione di Baia romana: «Baia, in una leggera insenatura a sud-ovest del golfo di Pozzuoli, delimitata fra l'altura del Castello di Baia e la punta dell'Epitaffio, chiusa ad ovest dalle colline, non doveva essere un origine altro che uno dei porti della potente e ricca colonia greca di Cuma: a queste sue origini va riferita la leggenda che ne ricorda l'eroe in Baios, uno dei compagni di Ulisse, ivi sepolto ed onorato, come più tardi sarà il compagno di Enea, Miseno, a dar nome al vicino promontorio. Ma la celebrità e il favore che ebbe Baia nell'antichità si devono soprattutto alle acque termali che in gran numero scaturivano ai piedi delle colline, sulla spiaggia e entro il mare stesso, alla dolcezza del clima, alla bellezza del lido assai più ampio di quanto non sia ora, poiché, per il fenomeno del bradisismo, parte dell'antico litorale con tutte le costruzioni, trovasi sommerso a circa 4 metri sotto il livello attuale della spiaggia»¹⁰.

Tuttavia, «Solo dopo che Pompeo, anche lui proprietario di un *Baianum*, ebbe debellato la pirateria, e si furono concluse le guerre civili, lo sviluppo edilizio non ebbe più freni. La *voluptas edificandi*, la “smania di costruire”, riempì in pochi decenni il litorale e l'arco delle colline di una folla di edifici»¹¹.

Come afferma Maiuri «Dopo la guerra civile, Baia diventa soprattutto un demanio dei Cesari. E con le ville imperiali, la fisionomia architettonica e monumentale di Baia assume un

aspetto ancora più grandioso e lussuoso: tutto il litorale e le pendici dei colli sembrano quasi una sola grande villa con moli e insenature, con vivai di pesci e coltivazioni di ostriche, piscine per *natationes* e per cure termali e marine; con grandiosi edifici termali disposti dai piedi delle colline al mare, con portici, giardini e una grande selva ombrosa profumata di mirti, che doveva coronare la cresta delle alture circostanti»¹².

Il primo imperatore a interessarsi all'area di Baia fu Augusto¹³, il quale diede inizio a un'attività costruttiva destinata a esaurirsi solo nel III secolo e a una tradizione termale che ancora oggi continua. La decisione di scegliere Baia come polo termale era legata alla particolare ricchezza di fonti nel sottosuolo e di conseguenza «la canonica architettura termale romana fu adattata all'orografia dei luoghi, proprio per utilizzare al meglio le sorgenti e i vapori endogeni che, captati direttamente dal suolo, venivano convogliati negli ambienti destinati a terme, attraverso opportune canalizzazioni sotterranee e, passando tra le intercapedini, sotto i pavimenti sospesi (*hypocausta*). L'uso di questo ingegnoso sistema di diffusione del calore, probabilmente già conosciuto dai greci, è attribuito al ricco imprenditore Sergio Orata (II-I secolo a.C.), al quale si deve la realizzazione dei grandi impianti di acquacoltura nel lago Lucrino, nei pressi di Baia»¹⁴.

Al volgere del primo secolo Baia fu frequentata da numerosi personaggi illustri: «Da Augusto ad Alessandro Severo troviamo tracce e ricordi del favore che Baia godé presso la casa imperiale: vi morì Marcello prediletto nipote di Augusto nell'anno 23 a. C.; Claudio nel 46 d. C. emana un editto sulla città degli Anauni dal palazzo imperiale di Baia (in *praetorio Baiano*); Nerone fece



Fig. 1.4 - Il *balneum culmae*, miniatura tratta da “*De Balneis Puteolanis*” di Pietro Anzolino da Eboli.

ed ideò progetti grandiosi, fra cui quello di una immensa piscina tutta chiusa da portici che raccogliesse e contenesse tutte le acque scaturenti dal lido baiano: a Lucrino ebbe tragica morte nella sua villa Agrippina; Adriano muore nella vecchia villa dei Cesari il 17 Luglio 138; Alessandro Severo crea nuove grandiose costruzioni e nuove opere termali in onore della madre Mamea. Ma i fenomeni eruttivi e bradisismici fecero scomparire in gran parte i grandiosi monumenti di Baia, senza peraltro far cessare del tutto l’uso della terapeutica termale che durò per tutto il medioevo fino all’età moderna»¹⁵.

Intorno al IV secolo Baia venne progressivamente abbandonata dai facoltosi personaggi che l’avevano frequentata (e resa tanto rinomata) per diventare un borgo che ospitava pescatori, allevatori e contadini, seguendo il destino della vicina Bacoli, preferita da Simmaco a Pozzuoli in virtù della sua maggiore tranquillità¹⁶. Le strutture termali romane furono messe a dura prova dai frequenti terremoti e dall’inabissamento dovuto al bradisismo. A dispetto delle contingenze poco favorevoli che interessarono Baia in seguito alla fine dell’Impero romano, l’interesse per i bagni termali rimase vivo sia per degli invasori vandali, goti e longobardi che si avvicendarono sul territorio, che per cristiani, i quali declinarono secondo la ritualità legata al loro culto la liturgia del bagno come simbolo di purificazione, intitolando molti bagni flegrei a santi¹⁷.

Furono inoltre numerosi i personaggi che visitarono Baia sia per motivi di salute che per curiosità. Tra questi il papa Giovanni VIII (872 – 882) e gli imperatori Ludovico II (849 – 875) e Federico II (1220 – 1250)¹⁸. Un rinnovato interesse per i bagni termali flegrei si ebbe proprio grazie alla visita di Federico II alle terme

di Pozzuoli: la sua presenza ispirò Pietro Anzolino da Eboli per la composizione del “*De Balneis Puteolanis*”, opera preziosamente illustrata in cui vengono descritte le caratteristiche e le proprietà terapeutiche delle terme che sorgevano sull’area. Di notevole interesse risultano poi le miniature del “*Codice Angelico*” e quelle del “*Codice di Edimburgo*”, particolarmente utili per identificare la morfologia e le modalità di fruizione dei bagni flegrei in epoca medievale¹⁹.

Gli angioini prima e gli aragonesi poi riportarono l’interesse verso Baia e verso il villaggio di Tripergole tra i secoli XIII e XVI: «Carlo II d’Angiò (1285-1309) edificò nel 1298 a Tripergole un ospedale per i forestieri poveri (*xenodochium*), nei pressi del castello, con ben 120 posti letto; mentre Alfonso d’Aragona, detto il Magnanimo (1442-1458), e suo figlio Ferrante (1458-1492), assidui frequentatori di queste contrade, fecero rivivere a Baia gli antichi fasti. (...) L’eruzione che portò alla formazione del Monte Nuovo, 29-30 settembre 1538, distrusse Tripergole e le sue rinomate terme e, nonostante il concreto interesse del viceré don Pedro Alvarez de Toledo (1535-1553), tutti i bagni flegrei, rovinati dagli effetti dei terremoti, registrarono la totale perdita di affluenza dei malati»²⁰.

In età vicereale, con don Pedro Antonio d’Aragona (1666-1671), ci fu ancora un moto di valorizzazione dei Campi Flegrei, con la nomina di una commissione di medici, presieduta da Vincenzo Crisconio e Sebastiano Bartolo, per restituire agli impianti termali flegrei la loro funzione originaria e aprirli a chi non aveva la possibilità di curarsi in altro modo.

Nel 1668 Sebastiano Bartolo si occupò anche di redigere e realizzare, lungo la strada che, passando per Bagnoli e Pozzuoli,

collegava Napoli a Baia, tre grandi edicole contenenti delle lastre marmoree che presero il nome di epitaffi e che fornivano indicazioni sulle proprietà delle varie fonti termali.

«La prima edicola fu eretta all’ingresso della *Crypta Neapolitana*; l’epitaffio elenca dodici bagni esistenti tra Agnano, la spiaggia di Bagnoli e la zona orientale di Pozzuoli. La seconda fu innalzata nel borgo puteolano, al largo “Malva”; nella lapide sono riportati venti bagni che si snodavano dall’area occidentale della città fino alla Punta dell’Epitaffio. Quest’ultima fu così denominata dalla presenza della terza edicola, la cui lapide, che elencava i restanti otto bagni, quasi tutti a Baia, andò perduta sul finire del XVIII secolo»²¹.

Lo sfruttamento del termalismo flegreo, anche se sostenuto da vari ordini religiosi operanti a Pozzuoli (tra cui si ricordano i Gerolomini che avevano in Largo San Paolo un ospizio destinato ai cittadini poveri bisognosi di cure termali), restò comunque in sordina almeno fino alla seconda metà dell’Ottocento, quando il litorale tra Bagnoli e La Pietra si ripopolò di complessi balneari e di stabilimenti. Parallelamente all’espansione edilizia si registrò un notevole sviluppo infrastrutturale con l’attivazione di una tranvia (a cavalli nel 1878, a vapore dal 1883) e con l’inaugurazione, nel 1890 della ferrovia Cumana fino a Torregaveta, determinando tra l’altro la rapida crescita nell’area occidentale di Napoli dei centri di Pozzuoli e Bagnoli.

Il XIX Congresso Nazionale d’Idrologia, Climatologia e Terapia Fisica e Dietetica, tenuto a Pozzuoli nel 1929 allo scopo di valorizzare l’uso termale locale e di porre un freno all’indiscriminato sviluppo di impianti industriali sul territorio, vide la partecipazione di numerosi personaggi del mondo scientifico e

culturale ma, nonostante il grande successo dell'iniziativa, non si ebbero riscontri concreti sullo sviluppo dell'attività termale, che registrò un'ulteriore battuta di arresto a seguito dei fenomeni bradisismici del 1970-72 e 1982-84.

Note

¹ Cicerone, *ad Atticum*, V, 2, 2. Trad.: “piccola Roma”.

² Orazio, *Ep.*, I, 1. Trad.: “Nessuna insenatura al mondo è più incantevole di quella di Baia”.

³ Strabone, *V*, 4, 7.

⁴ Sgobbo I., *I templi di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni lincei, Accademia nazionale dei Lincei, Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976, p.284.

⁵ Maiuri A., *I Campi Flegrei, dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma*, quarta edizione riveduta e aggiornata, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1958, pp. 66,67; Sgobbo I., *I templi di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni lincei, Accademia nazionale dei Lincei, Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976, p. 304; Pontieri E., *Baia nel Medioevo*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni lincei, Accademia nazionale dei Lincei, , Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976, p. 379.

⁶ Per una disamina più completa si consulti Medri M., *In baiano sinu: il vapor, le aquae e le piccole terme di Baia*, in Bassani M., Bressan M., Ghedini F., (a cura di) *Aquae salutiferae - Il termalismo tra antico e contemporaneo*, Atti del convegno internazionale, Padova University Press, Padova, 2013, pp 119-144.

⁷ Plinio il Vecchio, *Naturalis Historia*, XXXI.

⁸ Maiuri A., *op. cit.*, p.67.

⁹ De Caro S., Greco A., *Campania*, Laterza, Bari, 1993, p.55.

¹⁰ Maiuri A., *op. cit.*, p.67.

¹¹ *ivi*, p. 54.

¹² Maiuri A., *op. cit.*, pp.67-69.

¹³ Medri M., *In baiano sinu: il vapor, le aquae e le piccole terme di Baia*, in Bassani M., Bressan M., Ghedini F., (a cura di) *Aquae salutiferae - Il termalismo tra antico e contemporaneo*, atti del convegno internazionale, Padova University Press, Padova, 2013, p. 126.

¹⁴ Di Bonito R., Giamminelli R., *Le Terme dei Campi Flegrei - Topografia Storica*, Jandi Sapi Editori Milano, Roma, 1992, p.1.

¹⁵ Maiuri A., *op. cit.*, pp.67-69.

¹⁶ Pontieri E., *op. cit.*, p. 381; Savino E., *Campania tardoantica (284-604 d.C.)*, Parte 3, Edipuglia, Bari, 2005, p.42.

¹⁷ Di Bonito R., Giamminelli R., *op. cit.*, p.4.

¹⁸ *ivi*, p.6.

¹⁹ Per una descrizione più dettagliata dei codici e per consultarne il contenuto cfr. Di Bonito R., Giamminelli R., *op. cit.*

²⁰ Di Bonito R., Giamminelli R., *op. cit.*, p.8.

²¹ *ivi*, p.9.

2. Le terme nel mondo romano

A Roma l'uso dei bagni pubblici si diffuse solo a partire dagli ultimi decenni del III sec. a.C.¹, con la contemporanea scomparsa delle *lavatrinae*, ambienti privati dedicati all'igiene personale. I primi bagni pubblici erano molto semplici, non risultavano particolarmente pregevoli dal punto di vista architettonico ma, a causa dell'uso dell'acqua calda, le loro strutture andavano prendendo forme maggiormente assimilabili alle strutture più propriamente termali. Già nella prima età imperiale però le terme risultano essere luoghi splendidamente decorati e particolarmente suggestivi².

Le terme erano frequentate da tutti i ceti sociali e, fino ad Adriano, era normale per i due sessi l'utilizzo contemporaneo degli ambienti. Solo in seguito si realizzarono impianti termali con due sezioni distinte. Laddove non fosse possibile, si differenziava l'utenza in base agli orari³. Il tradizionale uso delle terme prevedeva il passaggio dell'utente attraverso percorsi differenziati a seconda delle esigenze terapeutiche o di utilizzo. «Dopo aver depositato gli abiti nell'*apodyterium*⁴ o spogliatoio, o si effettuavano esercizi ginnici di vario genere, sfruttando le possibilità offerte dalle palestre, prima di passare al bagno nella piscina di acqua fredda, o si andava direttamente ai locali termali veri e propri. Uno dei percorsi più comuni prevedeva una breve sosta nel *tepidarium*⁵, dove si graduava il passaggio di temperatura, per poi passare al *caldarium*⁶, ove si faceva il bagno caldo, e quindi, dopo un'ulteriore pausa al *tepidarium*, si giungeva al *frigidarium*⁷, ambiente per bagni freddi. Compilate queste operazioni si poteva tornare al *caldarium* e infine, in un apposito locale a farsi



Fig. 2.1 - l'apodyterium/tepidarium delle Terme del Foro di Pompei.

Fig. 2.2 - il calidarium delle Terme del Foro di Pompei.



Fig. 2.3 - il *frigidarium* delle Terme del Foro di Pompei.

massaggiare. Un altro percorso abituale si svolgeva in questa successione: *tepidarium*, *laconicum*⁸ e/o *caldarium*, *frigidarium*. Ci si detergeva con lo strigile e ci si ungeva con olii all'inizio del percorso, o, alternativamente, prima, dopo o durante la "sauna", o, come altra possibilità, alla fine di tutto il bagno per evitare – si credeva – di prendere raffreddori⁹.

Per quanto riguarda il punto di vista formale, le fabbriche termali che sfruttano sorgenti calde naturali sono state caratterizzate da una tipologia notevolmente variabile, dipendente principalmente da caratteri di tipo ambientale e dal contesto storico-economico, determinando così delle configurazioni legate più alle caratteristiche locali che a un modello ideale di riferimento.¹⁰ Si riescono tuttavia ad individuare, riprendendo lo schema dello Yegül¹¹, tre categorie principali:

- Strutture semplici costituite da vasche e piscine di dimensioni variabili, prive di particolari apparati di contorno.



- Strutture più articolate, in cui le piscine sono incluse in ambienti coperti e che presentano variazioni tipologiche locali. Possono far parte di stabilimenti o complessi più ampi.
- Strutture che presentano la combinazione di ambienti riscaldati naturalmente con ambienti riscaldati artificialmente.

Le terme di Baia non si conformano a questa suddivisione dal momento che la presenza di molteplici strutture termali e di vasti quartieri residenziali le rende più simili ai complessi termali artificiali di età imperiale che alle strutture annesse a fonti salutifere.¹²

Note

¹ Pasquinucci, M., *Bagno privato e bagno pubblico nel mondo romano*, in Pasquinucci M. (a cura di) *Terme romane e vita quotidiana*, Edizioni Panini, Modena, 1987, p.17.

² Seneca, *Epistulae*.

³ Alessi D., *L'uso delle terme e i frequentatori*, in Pasquinucci M. (a cura di) *Terme romane e vita quotidiana*, Edizioni Panini, Modena, 1987, p. 22.

⁴ Era lo spogliatoio di terme e palestre, ed era una stanza non riscaldata posta all'inizio del percorso termale per consentire agli utenti di prepararsi. Poteva anche eccezionalmente fungere da *frigidarium*, nel qual caso presentava una vasca per bagni freddi. Lungo le pareti presentava numerose nicchie che servivano a depositare gli indumenti dei bagnanti. Cfr. Storti S., *Gli ambienti: l'apodyterium*, in Pasquinucci M. (a cura di) *Terme romane e vita quotidiana*, Edizioni Panini, Modena, 1987, pp.28-31.

⁵ Questa sala di passaggio tra le zone calde e quelle fredde poteva anche essere utilizzata come locale destinato alle unzioni o come *apodyterium*. Prima dell'introduzione dell'*hypocaustum*, il sistema di riscaldamento a pavimento, veniva riscaldato da bracieri. Cfr. Pisano A., *Gli ambienti: il tepidarium*, in Pasquinucci, M., (a cura di) *Terme romane e vita quotidiana*, Edizioni Panini, Modena, 1987, pp. 55-57.

⁶ Era la stanza adibita al bagno caldo e presentava una pianta di forma variabile a seconda dell'importanza delle terme, da semplici impianti rettangolari a soluzioni più complesse con nicchie e absidi. Dotato di una vasca per l'immersione in acqua calda, l'*alveus*, poteva presentare anche un *labrum*, cioè un bacino per

i bagni freddi. Cfr. Shepherd E. J., *Gli ambienti: il caldarium-1, Gli ambienti: il caldarium-2, Gli ambienti: il caldarium-3*, in Pasquinucci M. (a cura di) *Terme romane e vita quotidiana*, Edizioni Panini, Modena, 1987, pp.48-57.

⁷Di norma si accedeva a questa sala al termine del percorso termale. Le piante sono generalmente a base circolare, con la possibilità di articolazioni absidate, e coperte a cupola. Cfr. Pisano A., *op. cit.*, pp. 58-60.

⁸Si tratta della sauna. L'ambiente presenta generalmente una pianta circolare movimentata da nicchie absidate e sedili. La volta si apriva con un *lumen* circolare che poteva essere chiuso da un disco in bronzo, il *clypens*.

⁹Alessi D., *op. cit.*, pp. 22, 23.

¹⁰Pettenò E., *Le aquae e le terme curative dell'africa romana*, in *Antiquités africaines*, t. 34, p. 133-148, CNRS Éditions, Paris, 2000, p.136.

¹¹Yegül F., *Baths and Bathing in Classical Antiquity*, Cambridge: MIT Press or The Architectural History Foundation, New York, 1992 p. 110-112; Pettenò E., *op. cit.*, pp. 136, 137.

¹²Pettenò E., *op. cit.*, p.137.

3. Baia: città d'ozio e di eccessi

Grazie alle felicissime condizioni climatiche e all'indubbio valore del paesaggio che la circondava, non deve sorprendere il fatto che Baia divenne presto meta dei ceti più facoltosi e influenti del mondo romano, in particolar modo verso la prima età imperiale. Una tale concentrazione di ricchi investitori fece sì che a Baia si costruissero edifici tanto lussuosi che era difficile vederne di simili persino nella stessa Roma e che venissero ideati progetti al limite dell'incredibile, come il grande progetto di Nerone di costruire un'unica piscina porticata tra Miseno e il lago di Averno¹.

Insieme agli edifici termali fu molto intensa anche l'attività edilizia dei privati che avevano modo di mettere in mostra il loro status attraverso la costruzione di splendide ville e che trovavano in Baia il luogo ideale per trascorrere il tempo libero. Tra le

Fig. 3.1 - Il frigidarium delle Terme del Foro di Pompei



tante personalità del mondo politico e culturale romano «ebbero ville a Baia e lungo il vicino litorale, l'oratore Licinio Crasso e Caio Mario, Cesare e Pompeo, gli Antonii, Varrone, Cicerone ed Ortensio»².

Dallo studio delle fonti tuttavia emerge un aspetto di Baia, riconosciuto da più autori, che la vede come lo scenario in cui i patrizi e i nobili romani si davano a piaceri e dissolutezze di ogni genere, e questo emerge già dal nome della località; infatti «nell'antico alemanno "Baayen" significa "frequentare i bagni caldi"; e dalla stessa radice ebbe origine l'appellativo "ambubaja" che veniva dato ad una schiera di donne, vestite di soli veli, che allettavano per le strade col gesto e col canto gli uomini (Tacito Ann. 15)»³.

Le condizioni che contribuirono alla diffusione dell'idea comunemente condivisa di Baia come luogo di lusso ma anche di dissolutezza vengono descritte dal Benini, che racconta di come «l'insieme di alta società, ricchezza, lusso e amenità dei luoghi costituì una dirompente miscela di occasioni di divertimenti e d'incontri, ma anche, a detta di molti moralisti dell'epoca, un invito al rilassamento dei costumi e della morale. Anche il poeta satirico Marziale, frequentatore di Baia sullo scorcio del I sec. d. C. si unisce al coro con un ironico epigramma (I, 60, 5): "la casta Levina era più rigida del rigidissimo marito. Mentre passava dal lucrino all'Averno e quando spesso si ristorava nelle acque di Baia, cade nel fuoco dell'amore: abbandonò il marito e seguì il giovane amante. (a Baia) Era giunta Penelope e ne ripartì Elena"»⁴.

Anche Pontieri sottolinea come il clima di rilassatezza morale

e i costumi particolarmente disinvolti che si potevano notare a Baia fossero quasi la naturale conseguenza della bellezza dei luoghi e dell'esclusività della società che frequentava Baia: «Che poi tante suggestioni e lusinghe dell'ambiente inducessero, in una indiscriminata ricerca del godimento, tra sollazzi e feste e clandestini convegni di amore, a sconfinare nella sensualità anche procace, non è da stupirsi, e di qui la fama della corruzione che albergava in quella che Stazio chiamava "l'ardente Baia", tale per via non solo del suo sostrato vulcanico, ma altresì dell'incentivo allo eccitamento dei sensi»⁵.

Fig. 3.2 - Lawrence Alma Tadema, *In the tepidarium*, 1881



E osserva Ponzo come «era proprio a Baia che col pretesto dei bagni la “*élite*” romana si trasferiva, per darsi ad orgiastiche manifestazioni nelle quali “*puellae et viri*” brindavano alla dea dell’amore»⁶.

Ancora, vedendo nell’abitudine dei romani di frequentare le terme una scusa per abbandonarsi alla lussuria, ironicamente chiede: «Che più gradevole d’un bagno tiepido in costume adamitico? E perché non prenderlo insieme con amici ed amiche? Ed allora ecco che il piacere ed il vizio prendono forma e vigoria vincendo la saggezza. Venere fu la dea che a Baia regnò»⁷.

Se da un lato il lusso e le ricchezze che i patrizi e i ceti più agiati consumavano sul lido di Baia facevano appello all’avidità di piaceri e avventure della società mondana di Roma, dall’altro furono diverse le personalità che, osservato quanto avveniva a Baia, la condannavano per la sua capacità di corrompere le virtù dei suoi frequentatori. «Varrone ne faceva oggetto di una delle sue satire; Cicerone ne riferiva da buon conoscitore dei luoghi nella difesa di *Marcus Caelius*; Seneca in una sua epistola così vivace e salace, da ricordare scene ed ambienti equivoci della Cena di Trimalchione. A ragione dunque Properzio, tormentato dalla gelosia, supplicava l’amata Cynthia di abbandonare le corrotte acque di Baia e prorompeva maledicendo:

A pereant Baiae, crimen amoris, aquae!”⁸

Nuovamente Properzio “accusa Baia di essere il luogo fatale alle fanciulle innocenti, tanto che l’insigne poeta indica il lido baiano come “*Litus quae fuerunt castis inimica puellis*”.

Cicerone, invece, riteneva insidiosa Baia per i suoi “*amores, adul-*

teria, libidines, convivia”»⁹

Non mancano poi i riferimenti a luoghi specifici delle terme di Baia, in particolare riguardo il “tempio” di Venere che «ha tre camere al basso costrutte per uso di bagni, colle volte ornate di stucchi rappresentanti per lo più figure oscene, tra le quali in una vi si vede un lume ingrediente di forma quadrata»¹⁰ e addirittura una più esplicita ipotesi fatta da Palatino il quale scrive che presso la sala di Venere «ne’ tempj antichi de’ gentili vi erano i luoghi destinati agli usi profani; forse a tale uso dovevano ancor servire queste stanze»¹¹.

Anche per quanto riguarda il settore di Mercurio sono stati fatti ritrovamenti che denunciano in maniera inequivocabile “l’uso profano” delle sale a corredo della grandiosa sala termale. Paolino Mingazzini ci descrive infatti come «in una zona non molto lontana – a quanto sembra di capire – dal tempio di Mercurio, fu messa a suo tempo in luce una stanza che doveva essere decorata con un certo lusso; su una parete, l’amante – o il cliente – di una certa Aerope si diede cura di tramandare ai posteri la data e il numero dei suoi amplessi^{12,13}».

La fama di Baia come luogo di perdizione è rimasta talmente impressa nell’immaginario collettivo che per contrasto nel Trecento «il divino Petrarca fa trionfare la Castità in persona della sua Laura, cantando:

*“Era il triunfo, ch’al tepido verno
Giunse a man destra, e ‘n terra ferma salse
Indi fra monte Barbaro ed Averno
L’antichissimo albergo di Sibilla
Passando, se n’andar dritto a Linterno”»¹⁴.*

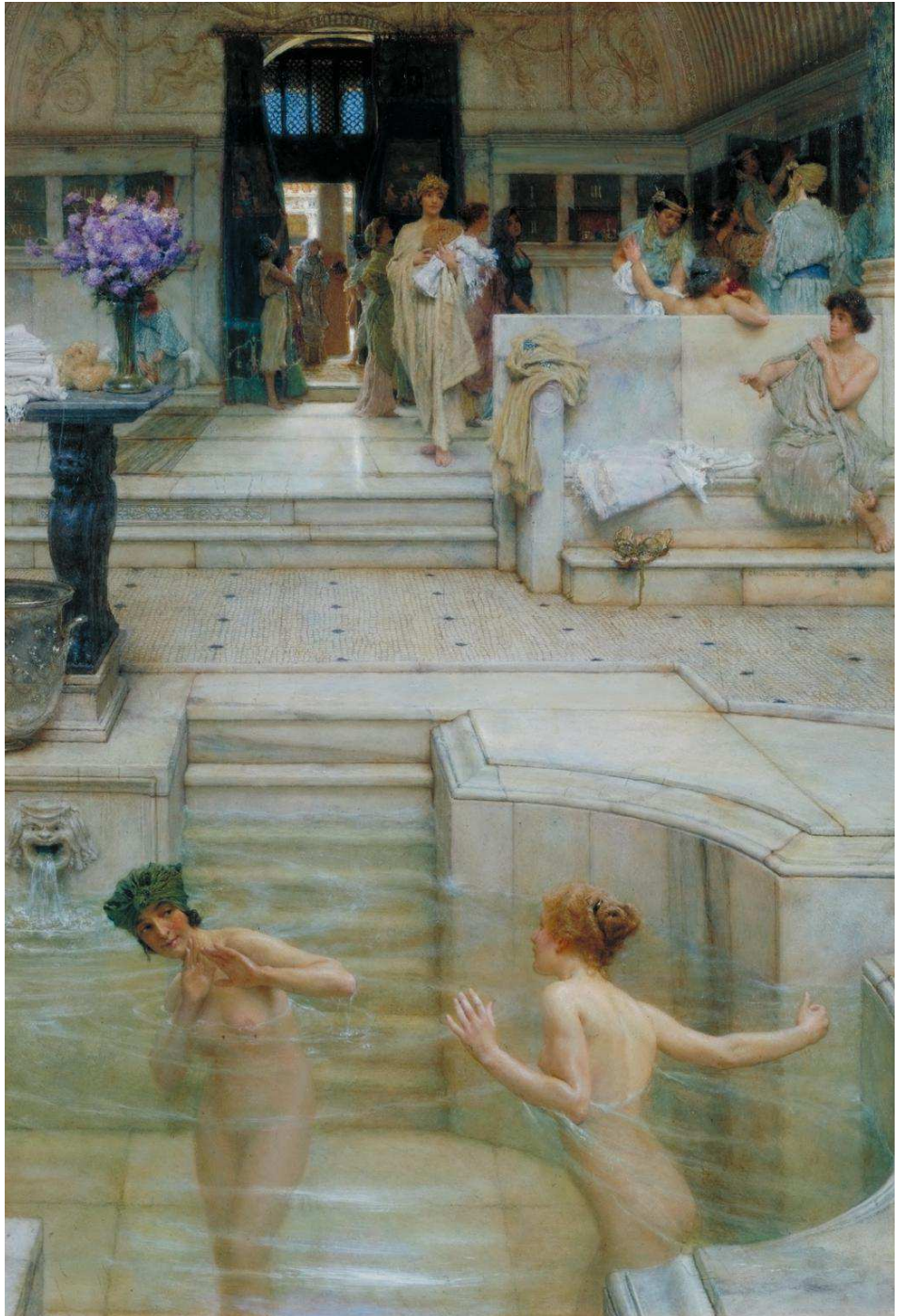


Fig. 3.3 - *A fronte: Lawrence Alma Tadema, A favourite custom, 1909*

Fuori dal coro che additava Baia il luogo di perdizione per eccellenza nel mondo romano è invece la voce di Marcello Gigante, che invece propone un'immagine diversa della città flegrea dove tra la fine della Repubblica e l'inizio dell'impero «avveniva uno scambio non effimero di esperienze fra i romani. Un'assidua analisi delle fonti letterarie ci permette di esorcizzare ancora una volta la visione dei Campi Flegrei come luogo di corruzione e lussuria. Nelle Villae maritimae che si moltiplicarono sulla costa da Stabiae a Miseno si realizzava il modello non solo di un otium desiderato, ma anche di un secessus, di un raccoglimento spirituale, di una vita dello spirito lontana dal tumulto della città. Per molti aspetti il contatto tra Romani e Flegrei è nel segno della amoenitas, della felix illa ac beata amoenitas, e tuttavia alla delizia climatica, e anche gastronomica, si univa un fermento culturale, una ricerca filosofica, una riflessione sul destino dell'uomo»¹⁵.

Note

¹ De Caro S., Greco A., *Campania*, Laterza, Bari, 1993, p. 55.

² Maiuri A., *I Campi Flegrei, dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma*, quarta edizione riveduta e aggiornata, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1958, p.67.

³ Ponzo S., *Le Terme Flegree nella Storia e nell'Arte*, Arti Grafiche D. Conte, Pozzuoli (NA), 1961, p.7.

⁴ Benini A., *Storia, archeologia e tutela dei beni archeologici sommersi: l'esempio dei Campi Flegrei*, Edipuglia, Bari, 2004, p.41.

⁵ Pontieri E., *Baia nel Medioevo*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni linnei, Accademia nazionale dei Lincei, , Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976, p.380.

⁶ Ponzo S., *op. cit.*, p.7.

⁷ *ivi*, pp. 53, 54.

⁸ Maiuri A., *op. cit.*, p.67.

⁹ Ponzo S., *op. cit.*, p.54.

¹⁰ D'Ancora G., *Guida ragionata per le antichità e per le curiosità naturali di Pozzuoli*, Onofrio Zambraia, Napoli 1792, p.101.

¹¹ Palatino L., *Storia di Pozzuoli e contorni con breve trattato di Ercolano, Pompei, Stabia e Pesto*, Luigi Nobile, Napoli, 1826, p.83.

¹² Il graffito è pubblicato in *Monumenti antichi dei Lincei*, XXVIII, 1922-1923, col. 133, visibile anche sul sito web BIASA.

¹³ Mingazzini P., *Le Terme di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni linnei, Accademia nazionale dei Lincei, Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976, p.280.

¹⁴ Ponzo S., *op. cit.*, p.50.

¹⁵ Gigante M., *La cultura romana nei Campi Flegrei*, in *Civiltà dei Campi Flegrei*, Atti del convegno internazionale, Giannini Editore, Napoli, 1992.

4. Il complesso archeologico delle terme di Baia

Gli scavi destinati a riportare alla luce i resti di Baia vengono concepiti nel 1935 da Amedeo Maiuri come momento necessario alle campagne di restauro e di scavo che avevano interessato il *Tempio di Serapide* e i sotterranei dell'Anfiteatro di Pozzuoli, l'Antro della Sibilla a Cuma, la "Piscina Mirabilis" a Miseno e il Foro di *Liternum*.

Le parole di Amedeo Maiuri aiutano a comprendere quale fosse la situazione prima che venissero effettuati i lavori di scavo: «Baia romana era in parte sommersa nel mare a causa del lento sprofondamento del lido per fenomeno di bradisismo, in parte seminfossata entro terra, in parte interrata e sepolta dai vigneti (...). Quel che restava (sale termali, cisterne, portici e muri archeggiati di sostegno) era diventato masseria, stalla, cellaio. Né troppo propizie le condizioni dell'abitato moderno, pur fortunatamente limitato alla stretta fascia litoranea. Una fila di case ha finito per far da schermo alla vista dei molti ruderi (...); la ferrovia Cumana ha tagliato il complesso monumentale del "Tempio di Diana" dal resto della città termale; e, più grave iattura, un vasto cantiere metallurgico s'è installato, un trentennio fa, fra la collina e il lido, aprendo per la colmata del bassofondo un atroce squarcio nella linea dei colli e rendendo necessaria la costruzione di case operaie sulla sella che divide il versante baiano da quello cumano. A ciò s'aggiunga l'industria delle cave di pozzolana che, non sorvegliate e disciplinate, col tagliare pendici, aprire crateri, scavare gallerie da talpe e tramogge di carico, costituisce il più grave pericolo all'integrità del più classico e storico paesaggio del golfo di Napoli (...)»¹.

Pur nella disastrosa situazione in cui si trovava Baia, le rovine erano ancora chiaramente visibili, come visibili erano anche le grandiose sale termali che la tradizione popolare ha battezzato impropriamente templi: il “Tempio di Mercurio”, il “Tempio di Diana” e il “Tempio di Venere”.

Il resto del complesso è un articolato insieme di costruzioni che si sviluppa tra il mare e una scenografica collina che offre una delle viste più spettacolari sul golfo di Pozzuoli e oggetto di un intenso e incessante processo di edificazione che ha interessato

Fig. 4.1 - Le aree che circondano il Parco Archeologico di Baia.

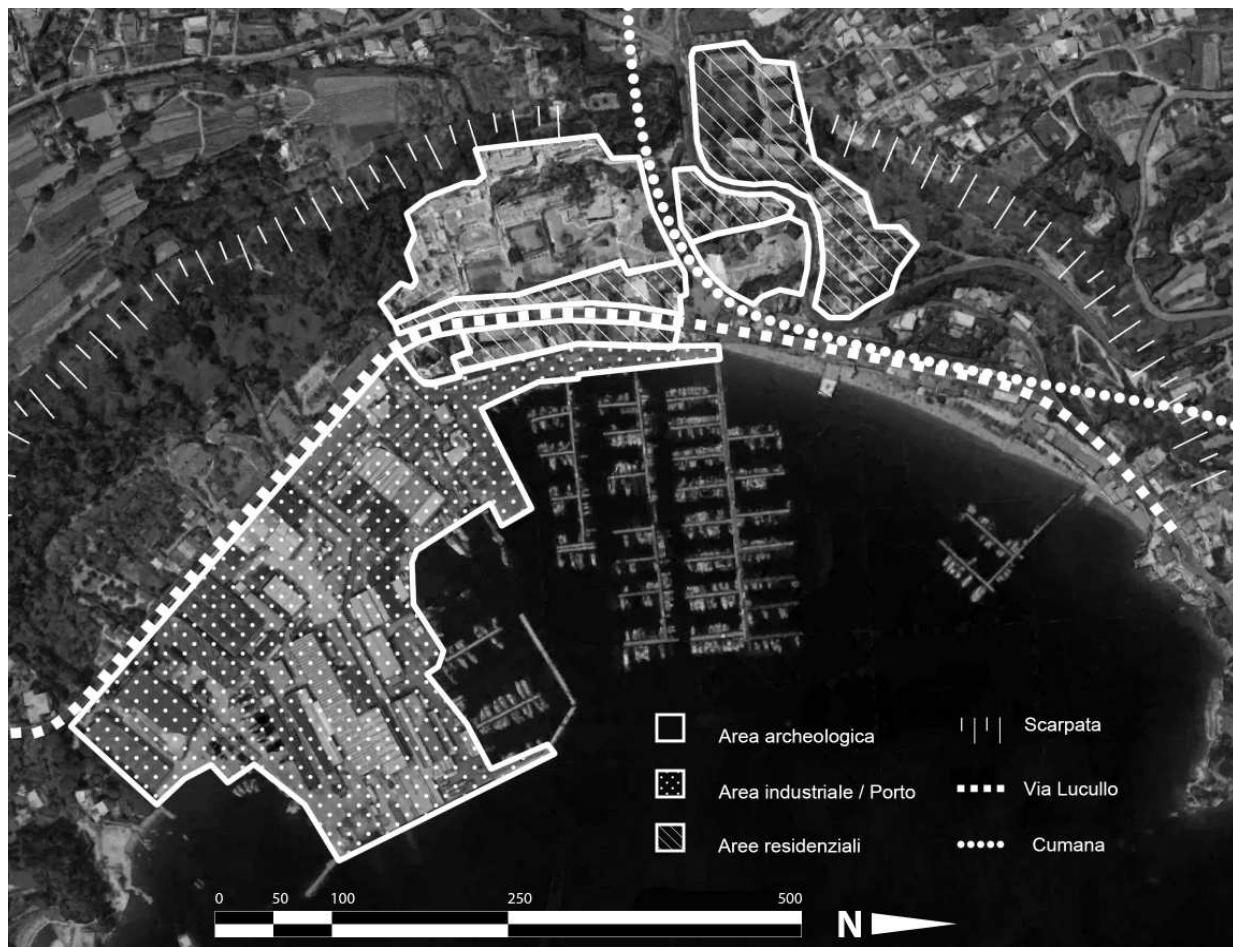




Fig. 4.2 - Gli ambienti termali di Baia usati come stalla.

un arco temporale di almeno quattro secoli, dal periodo tardo repubblicano all'età severiana.

Maiuri definisce le strutture come una «vera e propria città termale, i cui vari impianti utilizzavano diverse sorgenti termo-minerali e diverse emanazioni di vapore. E la distribuzione dei vari settori ubbidiva alle stesse norme di un piano urbanistico: orientati verso il golfo in forma di grandi isolati rettangolari, e costituiti parte da vere e proprie sale termali e parte da quartieri di soggiorno di riposo e di belvedere, erano spazati e intervallati all'interno da portici e terrazze piane, resi accessibili e separati gli uni dagli altri da lunghe scalee che a rampe e a gradoni risalgono tutta l'erta della collina, in modo da offrire (dal basso) la più grandiosa visione scenografica del complesso termale»².

I lavori di scavo poterono iniziare nella primavera del 1941, essendoci stata l'acquisizione dell'area da parte della soprintendenza l'anno precedente, e durarono regolarmente fino al 1943 quando, a causa dei bombardamenti, fu necessario interrompere le attività archeologiche. I lavori ripresero solo nel 1950, con la concessione di Cantieri Scuola da parte del Ministero del Lavoro e ai fondi messi a disposizione dal Ministero della Pubblica Istruzione.

Pur nella complessità delle costruzioni di epoca diversa che si integrano e sovrappongono, l'impianto è organizzato in modo tale da sfruttare al meglio lo scosceso pendio per offrire numerosi affacci di notevole pregio sul paesaggio e la presenza di delimitazioni murarie abbastanza chiare e leggibili consente di individuare diversi comprensori edilizi che nella sostanza fanno sempre riferimento ad una grande sala o una grande piscina³, anche se «le costruzioni in pendio avevano all'inizio propri dif-

ferenziati caratteri e non potevano servire a preminenti scopi termali. Si può quindi subito affermare che non tutti i noti comprensori di Baia devono essere riguardati come “unità termali”, come si è concordemente ritenuto sino ad oggi. (...)

In base a queste osservazioni è possibile individuare diversi comprensori, ai quali si deve attribuire carattere unitario, in una riconoscibile successione cronologica di interventi:

I - Una villa tardo repubblicana che, per ora chiamerei dell’“Ambulatio” coperta, in luogo di “Terma del cosiddetto Tempio di Mercurio” (Maiuri) e dell’altra, più restrittiva ma sempre impropria, denominazione di “complesso termale delle terrazze” proposta da Mario Napoli.

Fig. 4.3 - I settori del complesso archeologico delle terme di Baia.

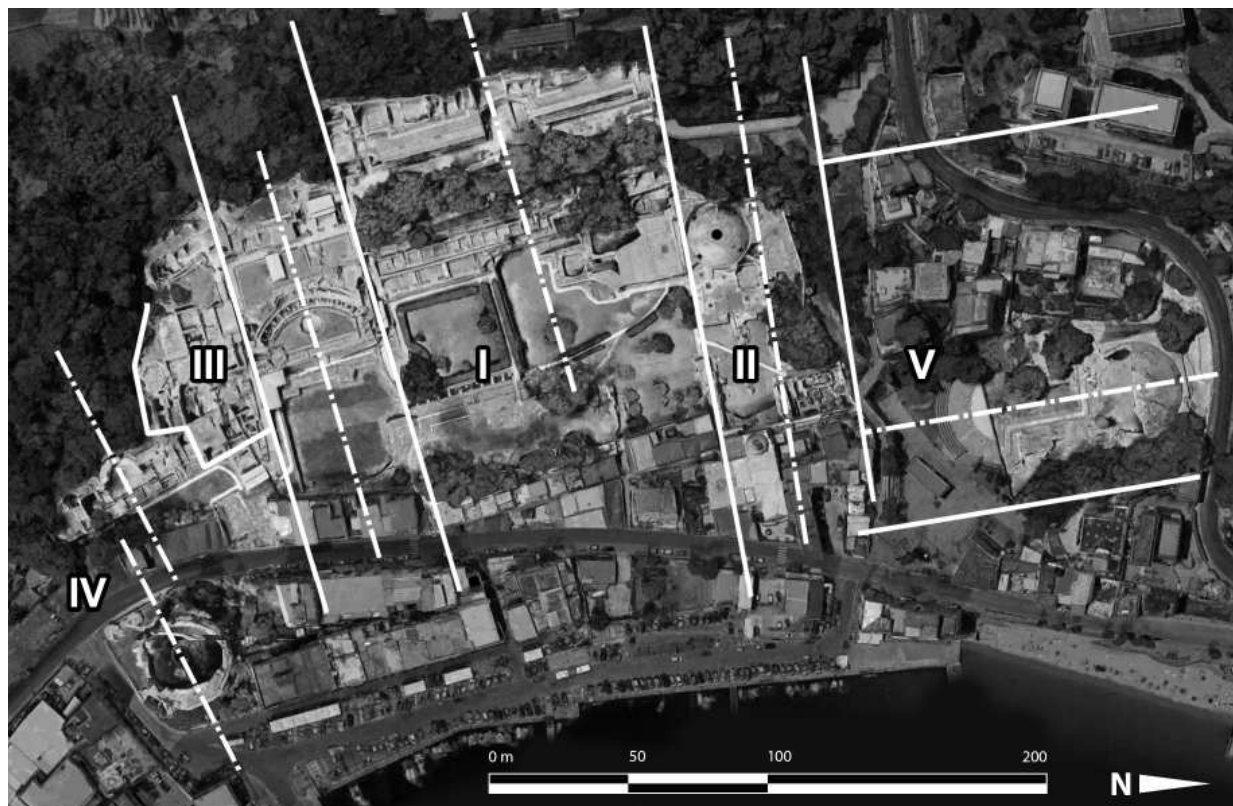


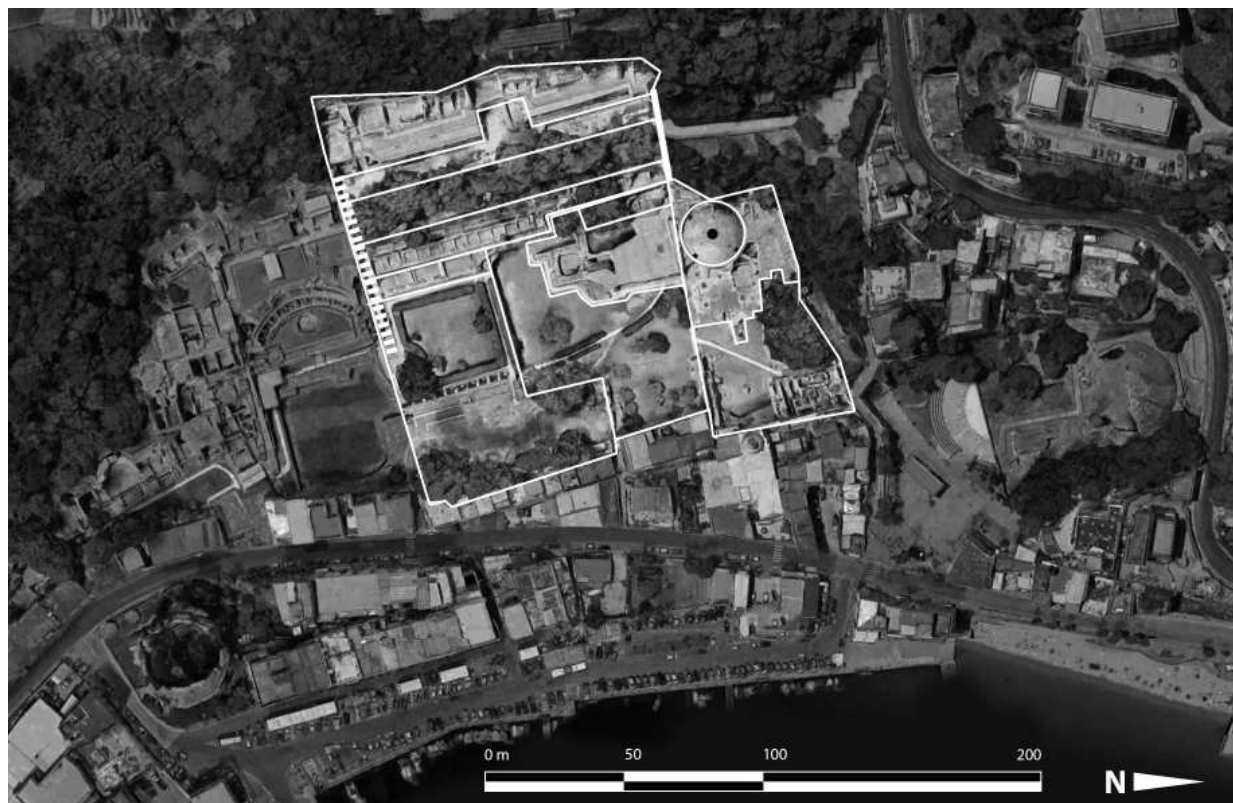
Fig. 4.4 - La villa dell'Ambulatio.

II - Un complesso impianto termale iniziato intorno all'età augustea, con il grandioso "Tempio di Mercurio", e successivamente integrato con le cosiddette "Terme inferiori" (Napoli).

III - Un altro insediamento, non soltanto termale, riferibile alla metà del I sec. d.C., che continueremo a denominare della "Sosandra", in attesa di chiarirne la specifica tipologia.

IV - Un complesso termale adrianeo, incentrato sul "Tempio di Venere".

V - Un quinto comprensorio situato più a nord di tutti, caratterizzato dall'emergente "Tempio di Diana", non ancora oggetto di scavi metodici»⁴.



4.2.1 La villa dell'Ambulatio

Il primo e più antico insediamento è quello della villa dell'Ambulatio, organizzato su scenografiche terrazze (De Angelis D'Ossat ne conta almeno 6, compreso l'attuale livello di base⁵) e delimitato a nord da un setto murario e a sud da una lunga gradonata che permette di raggiungere il livello più basso del complesso. A monte (ovest) e a valle (est) mancano dei chiari limiti all'impianto. I collegamenti all'interno del settore sono garantiti dalla gradonata di cui si è appena detto e da altre scale minori interne, consentendo una differenziazione dei percorsi gerarchicamente organizzata.

Nella parte alta vengono identificati quartieri abitativi⁶, al di sotto dei quali si trovavano delle cisterne che, per la posizione rialzata, dovevano servire ad alimentare ninfei, fontane e giochi d'acqua⁷. L'identificazione delle costruzioni con la tipologia abitativa pone la questione della committenza dei lavori, che sebbene ignota è sicuramente da ricercarsi negli ambienti più facoltosi e influenti, avendo saputo trovare il modo di costruire nella parte più privilegiata di Baia⁸. Qui gli edifici sono costruiti appoggiandosi al fianco della ripida collina, mentre le terrazze sorgono su massivi basamenti artificiali aggettandosi sul golfo. La seconda terrazza è quella da cui avviene oggi l'accesso all'area archeologica ed è caratterizzata dall'*ambulatio*, un grandioso



Fig. 4.4 - A sinistra: Sezione sui terrazzamenti della villa dell'Ambulatio, da Borrielli D'Ambrosio, 1979.

Fig. 4.5 - In alto: due immagini del ritrovamento della statua della Venere Sosandra.

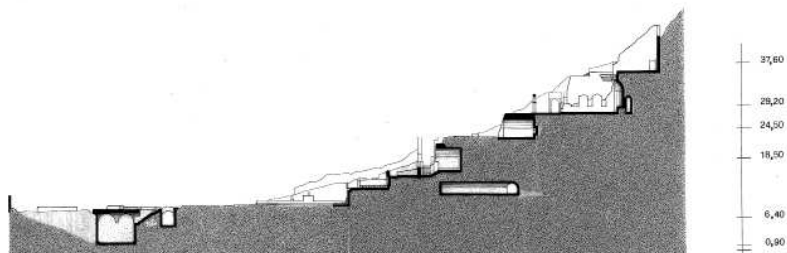


Fig. 4.6 - Il settore di Mercurio.

corridoio diviso in due dalla presenza di una fila di arcate disposte longitudinalmente che, insieme al paramento murario a monte, sorreggeva una copertura voltata i cui resti sono ancora parzialmente visibili. Al centro della terrazza si apre un'edera rettangolare a cui si accedeva superando due colonne.

La terza terrazza, oggi un giardino alberato, ha in comune con il livello superiore la funzione di passeggiata coperta e di raccordo per i percorsi che collegano i diversi livelli.

Continuando lungo la scalinata si raggiunge la quarta terrazza, caratterizzata da vani non comunicanti tra loro e allineati su due file parallele che avevano funzione di magazzini e di stanze per il personale di servizio⁹.



Ancora più in basso la quinta terrazza presenta delle sale aperte verso il mare e verso l'ultima terrazza sottostante, oggi un giardino.

Fig. 4.7 - Il settore della Sosandra.

4.2.2 Il settore di Mercurio

Il settore si sviluppa lungo un asse leggermente ruotato rispetto al confine settentrionale della villa dell'Ambulatio per una larghezza di circa 53 metri. Anche in questo caso non sono chiari i limiti dell'impianto a monte e a valle (rispettivamente ovest ed est).

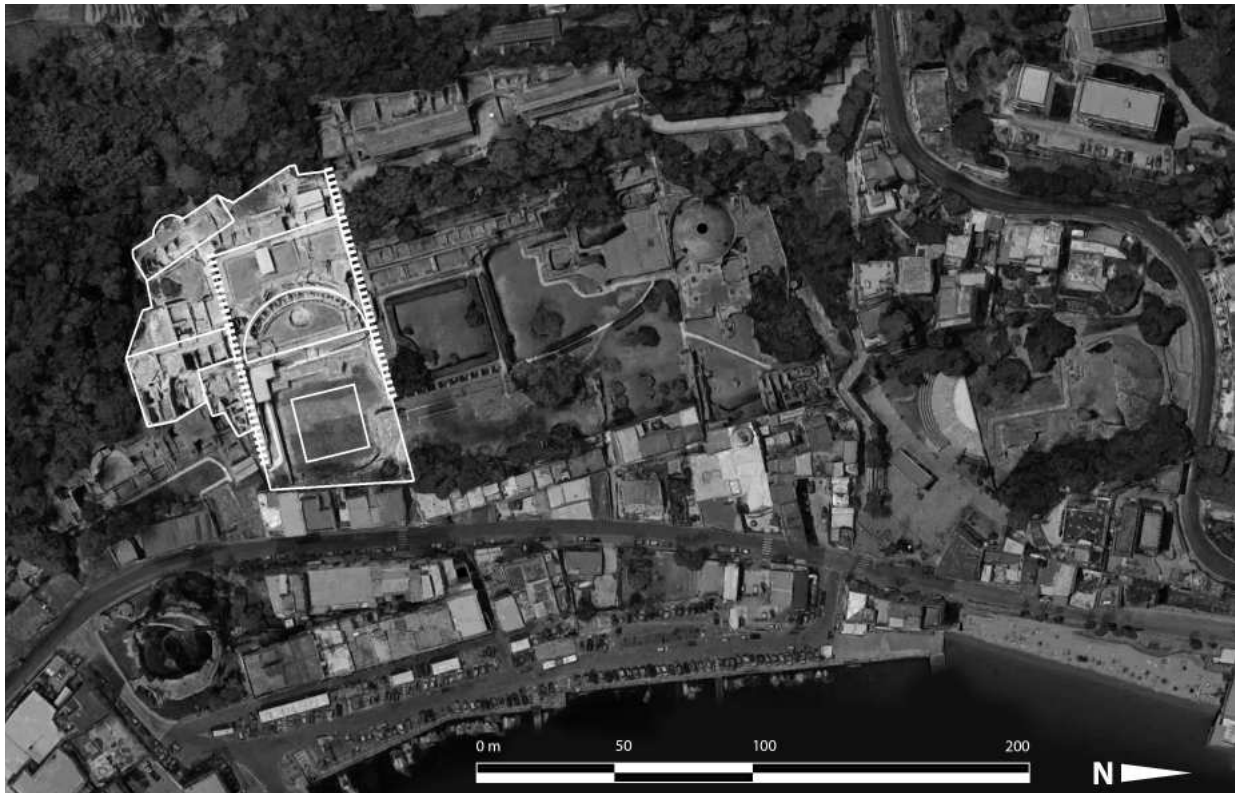
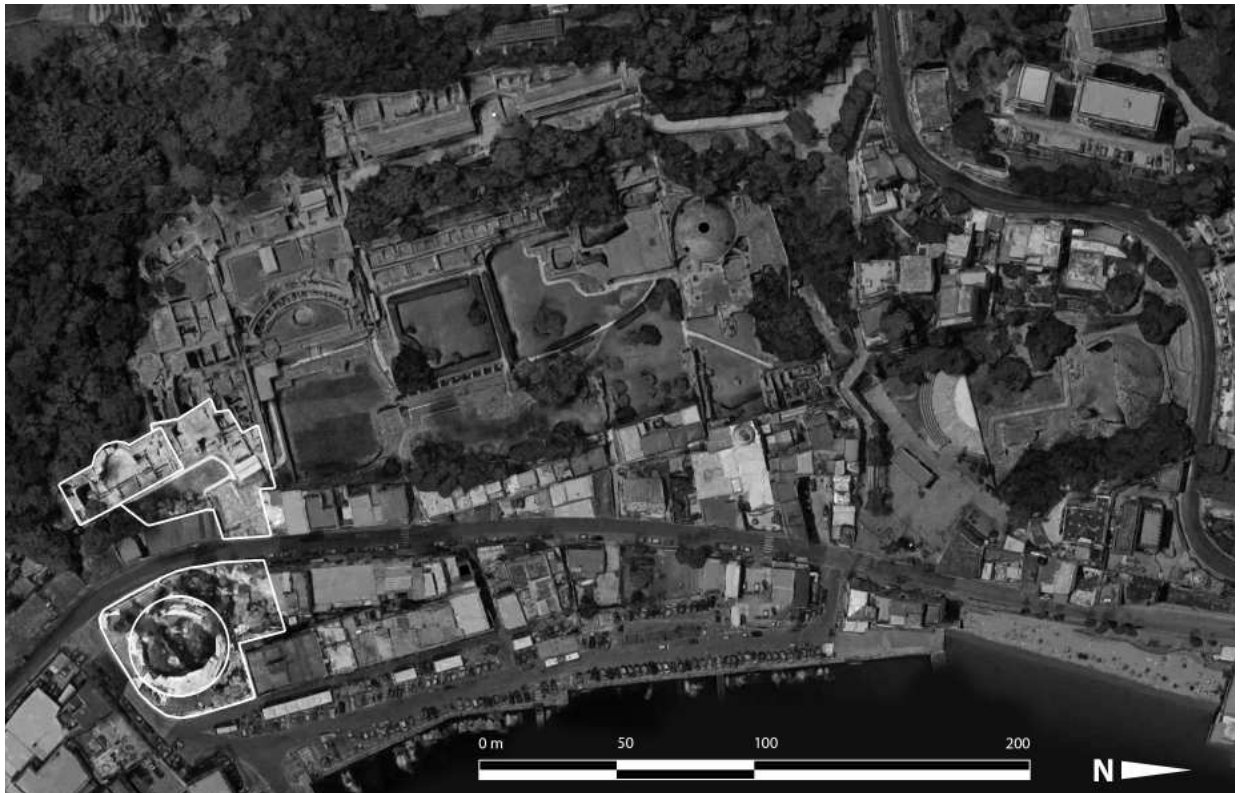


Fig. 4.8 - Il settore di Venere.

L'impianto fa capo ad un complesso termale la cui emergenza più caratteristica è la grande aula circolare voltata del cosiddetto "Tempio di Mercurio", le cui strutture sorgono addossate al muro che divide il settore di Mercurio dalla villa dell'*Ambulatio*. Al suo interno si distinguono strutture di tre periodi diversi¹⁰, e più precisamente un nucleo più antico di età tardo-repubblicana (I sec. a.C.) di cui fa parte il "Tempio di Mercurio", un ampliamento a sud di età severiana nato per poter sfruttare meglio un nuovo regime di acque termali¹¹, e infine una serie di ambienti che appaiono inseriti nella quarta e quinta terrazza della villa dell'*ambulatio* per cui è incerta la datazione alla costru-

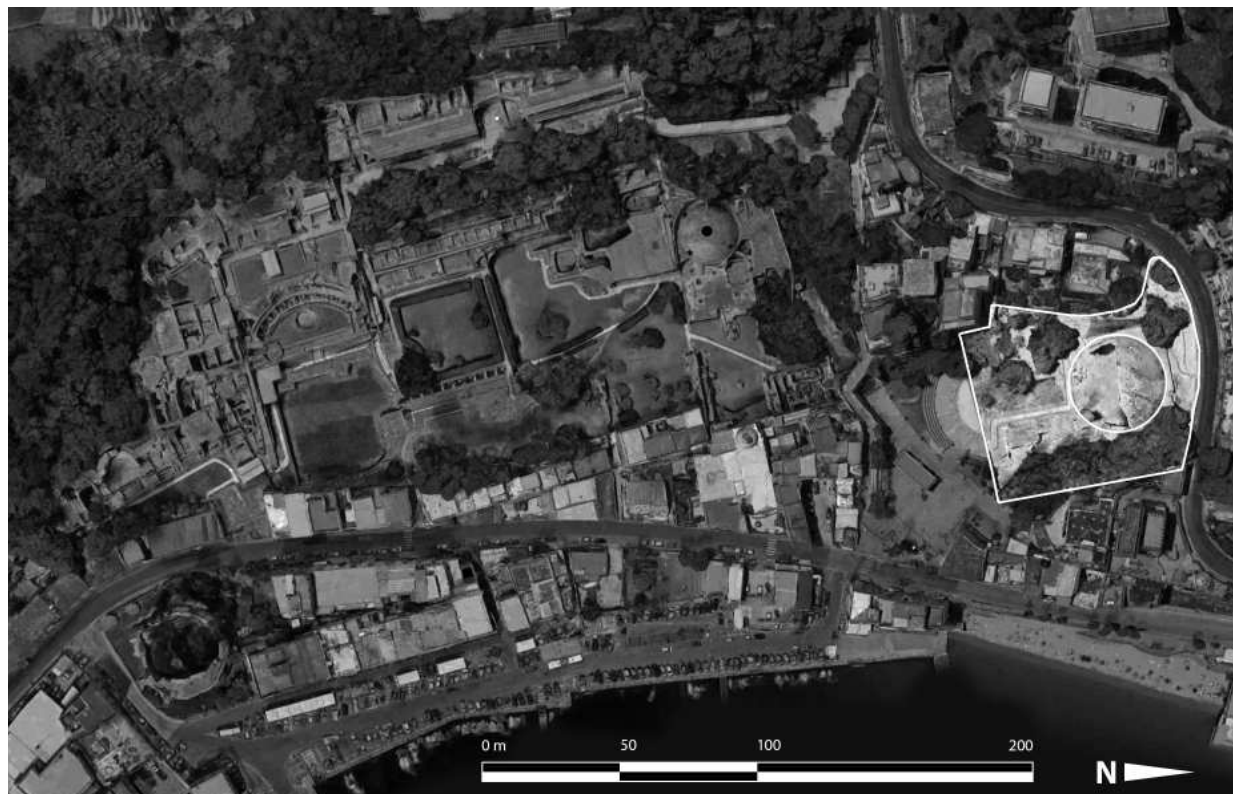


zione della villa stessa o se siano stati edificati come accessori al nucleo termale originale.

Fig. 4.9 - Il settore di Diana.

4.2.3 Il settore della Sosandra

Il complesso che prende il nome dalla statua di Venere Sosandra¹² del I/II sec. d.C.¹³ qui rinvenuta nel 1953, è articolato su spazi porticati a quattro livelli organizzati principalmente su un'area rettangolare. Il livello più alto, incassato nel fianco della collina, comprende alcuni locali di servizio e presenta un andamento ruotato, probabilmente per adattarsi all'orografia del luogo. È qui presente un ambiente di raccordo che consentiva



il collegamento con la villa dell'Ambulatio e di raggiungere i livelli inferiori. Più in basso si trova una terrazza con peristilio che si affaccia a est su un'altra terrazza al secondo livello. Questa presenta un notevole emiciclo, forse l'elemento di maggior pregio del settore, che a sua volta affaccia sul portico quadrato inferiore, probabilmente una piscina¹⁴ circondata da un peristilio in laterizio stuccato. L'area risulta molto stratificata, con le diverse tessiture murarie a testimoniare l'epoca di appartenenza, dall'*opus reticulatum* dell'emiciclo di età claudia (I sec. a.C. / I sec. d.C.), al criptoportico di età adrianea (prima metà del II sec. d.C.) ai diffusi restauri di epoca severiana (prima metà del III sec. d.C.)¹⁵. Le fabbriche di tipo termale che sorgono in questo settore sono databili alla fine del I sec. a.C.¹⁶ e sono disposte assecondando la disponibilità di fonti di acqua calda e vapore; si collocano rispettivamente in cima e ai piedi della collina e sono note con il nome di terme del livello superiore e terme del livello intermedio.

4.2.4 Il settore di Venere

La parte più meridionale del complesso archeologico è occupata dal settore di Venere

Nella parte bassa del settore si trova il complesso termale adrianeo risalente al II sec. d.C.¹⁷, e costituito da un ninfeo connesso idealmente al cosiddetto "Tempio di Venere" situato più a valle: è questa una grandiosa aula a base circolare coperta da una volta ad ombrello oggi quasi completamente crollata, che risulta isolata dal resto dell'area archeologica a causa del passaggio di via Lucullo. Tutti e tre i complessi presentano un allineamento che

si discosta sensibilmente da quello dei settori settentrionali della villa dell'*Ambulatio*, di Mercurio e della Sosandra, sviluppandosi lungo un asse nord-ovest/sud-est.

L'allineamento viene ripreso dal più tardo edificio termale che sorge nella zona intermedia del complesso che presenta strutture in opera vittata con marcapiani in laterizio, databili al II sec. d.C. interessate da una serie di modifiche successive che si sono protratte fino al IV sec. d.C.¹⁸

4.2.5 Il settore di Diana

Il comprensorio che fa capo alla grande cupola del “Tempio di Diana” è quello situato più a nord e attualmente si trova tagliato fuori dal Parco Archeologico a causa del passaggio della linea ferroviaria. L'orientamento delle strutture superstiti ricalca quello dei punti cardinali¹⁹, con strutture più basse che si estendono verso sud e verso est ma che risultano interrato e non più facilmente distinguibili.

Note

¹ Maiuri A., *Terme di Baia, scavi, restauri e lavori di sistemazione*, IV Serie 1951 Fascicolo IV, p.359.

² Maiuri A., *I Campi Flegrei, dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma*, quarta edizione riveduta e aggiornata, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1958, p.73.

³ *ivi*.

⁴ De Angelis D'Ossat G., *L'architettura delle terme di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, (Roma 4-7 maggio 1976), Accademia nazionale dei Lincei, Roma, 1977, pp. 229, 230.

⁵ *ivi*, p. 231.

⁶ *ivi*, p.232.

⁷ *ivi*, p.75.

⁸ *ivi*, p. 233.

⁹ Amalfitano P., Camodeca G., Medri M. (a cura di), *I Campi Flegrei, un itinerario archeologico*, Marsilio Editori, Venezia, 1990, p.203.

¹⁰ Amalfitano P., Camodeca G., Medri M. (a cura di), *op. cit.*, p.205.

¹¹ De Angelis D'Ossat G., *op. cit.*, p. 236.

¹² La statua si trova oggi al Museo Archeologico Nazionale di Napoli, ed è una copia marmorea dell'originale in bronzo realizzato dallo scultore greco Calamide, attivo nel V sec. a.C. ad Atene.

¹³ Sito del Museo Archeologico Nazionale di Napoli.

¹⁴ De Caro S., Greco A., *Campania*, Laterza, Bari, 1993, p.58.

¹⁵ De Caro S., Greco A., *op. cit.*, p. 59.

¹⁶ Amalfitano P., Camodeca G., Medri M. (a cura di), *op. cit.*, p.218.

¹⁷ De Angelis D'Ossat G., *op. cit.*, p. 250.

¹⁸ Amalfitano P., Camodeca G., Medri M. (a cura di), *op. cit.*, p.223.

¹⁹ De Angelis D'Ossat G., *op. cit.*, p. 256.

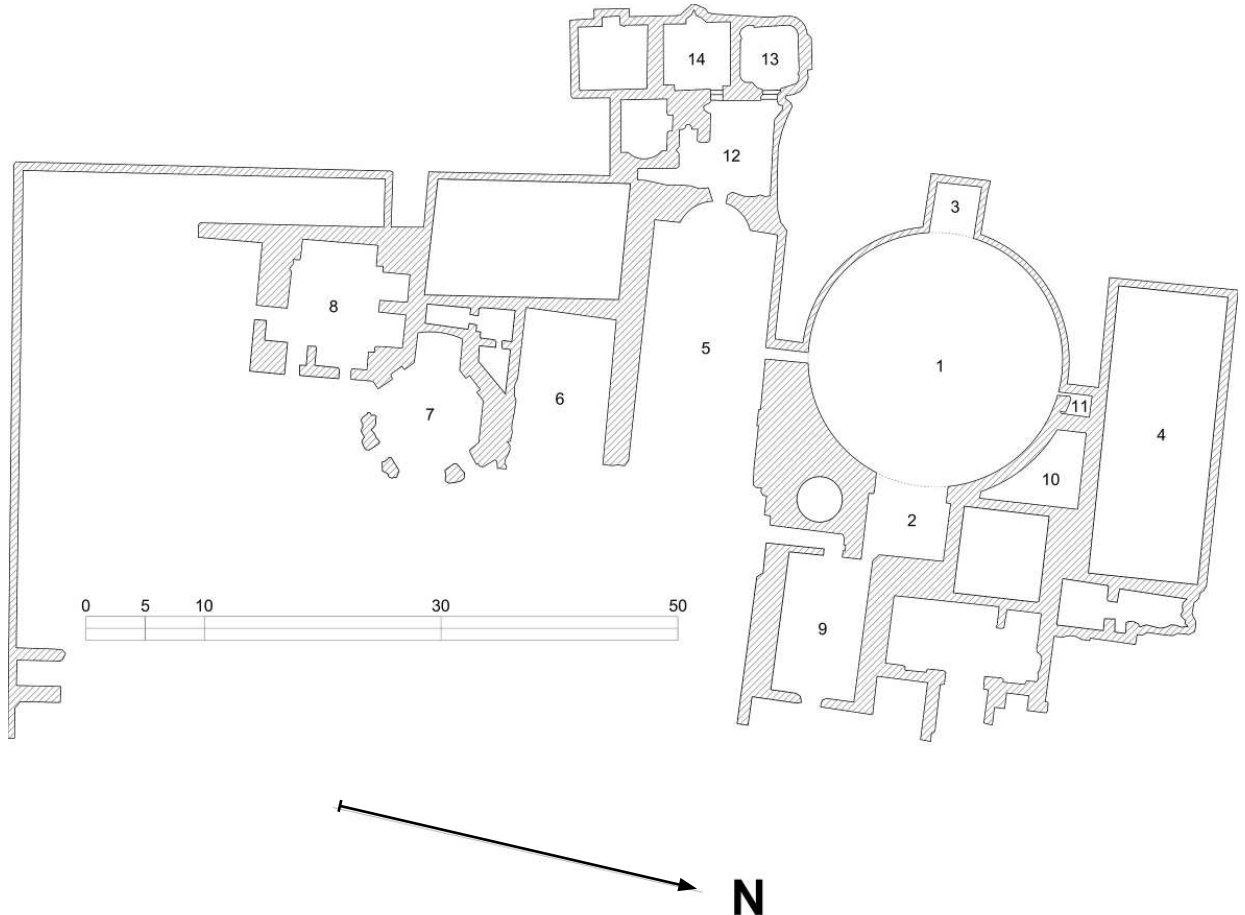
4. *Il complesso archeologico delle terme di Baia*

Fig. 5.1 - Gli ambienti del settore di Mercurio.

5. Gli ambienti del settore di Mercurio e le cupole di Venere e Diana

5.1 Il “Tempio” di Mercurio (n. 1)

L'aula denominata Truglio¹ o impropriamente “tempio” di Mercurio² o ancora “Tempio dell'eco”³ rappresenta uno degli episodi architettonici di maggior rilievo tra le architetture termali flegree ed è attualmente accessibile attraverso una piccola apertura praticata nel muro tra questa e l'ambiente adiacente (che



denomineremo in seguito con il numero 5) appena sufficiente al passaggio di una persona.

Superato il varco, una passerella consente di arrivare sulla una piccola piattaforma calpestabile composta dalla parte emersa dei residui presenti sul fondo della sala, ad una quota di circa venti centimetri sul livello dell'acqua che riempie la restante parte della sala. L'ambiente è coperto da una cupola emisferica che poggia su un tamburo a base circolare, dal diametro di 21,5 metri. Sulla volta si aprono 4 finestroni⁴ e un oculo centrale circolare strombato, dal diametro di 3,47 metri, misurato all'estradosso. L'intradosso della cupola è ricoperto da numerosi strati di intonaco e presenta ormai sporadici tratti di mosaico

Fig. 5.2 - L'interno del frigidarium di Mercurio, indicato con il n.1.



Fig. 5.3 - Dettaglio della cupola in cui è stata evidenziata la ricucitura della volta effettuata da Maiuri.

a pasta vitrea, con tessere quadrate di circa mezzo centimetro di lato; la parte meridionale della cupola è stata restaurata da Maiuri nel 1931⁵ con un intervento di ricucitura ancora oggi chiaramente distinguibile.

Il tamburo, in *opus reticulatum*, presenta internamente diverse serie di fori per l'alloggiamento delle antiche grappe metalliche che si presume dovessero servire a mantenere il rivestimento lapideo delle superfici interne⁶; due aperture parzialmente sommerse lo forano a est per permettere l'accesso al vano n. 2 e a ovest



per permettere l'accesso al vano n. 3. Verso nord è possibile notare un piccolo foro nella muratura che consente alla pompa idrovora posta nel vano n.11 di raggiungere il livello dell'acqua. La datazione proposta da Maiuri⁷ (dal I sec. a.C all'inizio del I sec. d.C.) è quella più comunemente accettata; tuttavia autori come Ward-Perkins⁸ e De Angelis d'Ossat sono propensi a proporre una datazione più tarda a causa dell'utilizzo dell'arco ribassato, soluzione che non caratterizza le costruzioni augustee⁹.

L'ambiente era probabilmente un *laconicum*¹⁰, un *frigidarium*¹¹ o *natatio*¹² ed è testimoniata al suo interno la presenza di una fonte termale¹³ che doveva sgorgare in corrispondenza dell'arco che si apre nel tamburo a ovest¹⁴.

Fig. 5.4 - L'arco parzialmente sommerso che si apre a est nel tamburo.



Da un'incisione pubblicata da Paoli¹⁵ nel 1768 possiamo avere un'idea di come doveva apparire l'interno dell'ambiente nel XVIII sec.: sebbene fosse già parzialmente sommerso dall'acqua e dai detriti a causa dell'inabissamento dovuto al bradisismo, risultavano ben visibili sia gli archi che oggi danno accesso agli ambienti nn. 2 e 3 e le nicchie (oggi non visibili ma documentate dalle foto scattate in occasione dei restauri del 1931) che si aprivano nel tamburo.

Un ulteriore abbassamento del suolo verificatosi nel corso del XIX secolo ha causato, insieme ai detriti portati dalle acque alluvionali che penetravano dalle aperture nella cupola, un ulteriore innalzamento del fondale (stimato in 2-3 metri da Maiuri), fino ad arrivare all'imposta delle arcate che oggi risultano appena visibili sul tamburo.¹⁶

Il fondale attuale, composto dall'accumulo di depositi alluvionali, presenta una profondità variabile, dai 90 cm misurati in corrispondenza dell'arco occidentale fino ai 180 cm in corrispondenza dell'apertura orientale. Il materiale presente

Fig. 5.5 - La sala rettangolare voltata a botte a nord del frigidarium, indicata con il n. 4.



sul fondale è quello portato dal mare, nella fase più profonda del bradisismo, ma soprattutto quello precipitato dalla collina che sovrasta la cupola a ovest attraverso le sue aperture e attraverso lo squarcio dovuto al crollo che costituiva un ulteriore vano d'accesso per i detriti fino ai restauri del 1931. Secondo le stime di Maiuri¹⁷ il calpestio originale della sala dovrebbe trovarsi a circa 6 metri di profondità rispetto a quello odierno e dovrebbe coprire una serie di gradini che consentivano la discesa in acqua ai bagnanti.

L'arco a est conduce all'ambiente n. 2 che è sormontato da una volta a botte e, attraverso uno stretto passaggio praticato nel muro sul fondo, è collegato al vano n. 9, che risulta raggiungibile dall'esterno attraverso un angusto corridoio. L'apertura a ovest che conduce al vano n. 3 si presenta di dimensioni leggermente ridotte rispetto a quella opposta ed è seguita da una volta a botte rampante che scende nel fianco della collina verso ovest, probabilmente a captare la sorgente termale.

5.2 Vano n. 4

A nord della sala di Mercurio è presente un secondo ambiente, simmetrico rispetto a quello presente a sud, denotato in pianta con il n. 5, che presenta una analoga pianta rettangolare. Questa sala oggi è accessibile attraverso la parete di fondo parzialmente crollata posta a oriente, e si presenta ricoperta fino oltre l'imposta della volta da detriti. Lo spazio risultante misura metri 24.39 x 9.28. A meno di futuri saggi di scavo, risulta oggi impossibile determinare, al semplice esame visivo, la presenza di eventuali aperture lungo le pareti che sostengono la volta a botte, che potessero collegare la sala di Mercurio con questa. Sulla volta

Fig. 5.6 - La sala a sud del frigidarium di Mercurio, indicata con il n. 5.

sono presenti tracce di intonaco, di stucco e di mosaico in pasta vitrea di diversi colori (bianco, verde, rosso), analoghi a quelli delle sale nn. 1 e 6; tuttavia non è possibile risalire al disegno che doveva decorare la superficie. Anche il *lumen* rettangolare presenta frammenti di decorazione, suggerendo la sua esistenza già nella fase di realizzazione dei mosaici.

La volta è integra, grazie alle opere di consolidamento che hanno messo in sicurezza con l'uso del calcestruzzo armato due squarci nella parte orientale della calotta cilindrica, con la realizzazione



di una trave di scarico sulle murature superstiti, consentendo l'accesso all'esterno attraverso due aperture. Attraverso questi passaggi si può accedere al piccolo vano n.11 che attualmente alloggia una pompa idrovora e che si frappone tra l'ambiente n.4 e la sala di Mercurio. Da qui non è possibile risalire ad eventuali tracce di un collegamento anticamente esistente tra le due sale, essendo il calpestio di questo ambiente al livello dell'acqua e in collegamento con l'interno della sala di Mercurio. Anche utilizzando una macchina fotografica subacquea non è stato possibile vedere all'interno del tamburo segni di un varco tra i due ambienti a causa di una diffusa torbidità dell'acqua dovuta al limo in sospensione.

Fig. 5.7 - L'ambiente indicato con il n.6 ospita un fico che è cresciuto capovolto.



5.3 Vano n. 5

L'ambiente indicato nella planimetria della figura 5.1 con il n. 5, a pianta rettangolare (20,6 x 10,5 m), fa parte dell'ampliamento di epoca severiana ed è coperto con una volta a botte in tufo che imposta su muratura in laterizio. La volta cilindrica presenta al centro un lucernario rettangolare che dona luce all'ambiente. L'ingresso avviene da est, mancando qui la parete che si presume chiudesse il vano lungo il quarto lato del rettangolo di base. Sul fondo, lungo la parete occidentale, è presente una nicchia di forma cilindrico sferica, secondo il frequente schema compositivo dei *calidaria* presenti a Pompei ed Ercolano. La volta sferica della nicchia presenta attualmente un varco, ricavato in epoca moderna¹⁸ dopo l'innalzamento della quota di calpestio, che permette l'accesso agli ambienti retrostanti nn. 12, 13 e 14. Lungo la parete settentrionale è stata altresì praticata la stretta apertura che consente l'accesso alla sala di Mercurio; in corrispondenza di tale varco, al livello del calpestio odierno, sono riconoscibili le tracce di un arco ordito in laterizi parzialmente nascosti dall'intonaco. Anche lungo la parete opposta sono presenti le tracce di un secondo arco, che probabilmente metteva in collegamento questo ambiente con il vano n. 6. Lungo l'intradosso cilindrico della volta sono presenti tracce di un antico mosaico lapideo, con tessere di circa 1 cm di lato che formano un disegno ad esagoni regolari, ancora oggi chiaramente distinguibile in alcuni tratti e che doveva estendersi per tutta la profondità della sala. L'intradosso della volta è caratterizzato attualmente da una profonda erosione orizzontale, ben visibile,

alla quota di circa 4,50 m dal calpestio attuale, che testimonia la quota che il livello dell'acqua marina ha raggiunto nella fase di maggior inabissamento del sito dovuta al bradisismo.

Dalla descrizione, dalle incisioni e dalla pianta pubblicate dal Paoli¹⁹ risulta come questo ambiente dovesse essere conformato in maniera molto simile agli *apodyterium* presenti nelle altre terme coeve, con numerose nicchie che ne articolavano la superficie

Fig. 5.8 - I resti della sala ottagonata, indicata con il n.7.



5.4 Vano n. 6

La sala è accessibile da est, essendo anche questa priva della quarta parete che ne avrebbe determinato una chiusura lungo tutti e quattro i lati ed è caratterizzata dalla presenza di un insolito albero di fico, cresciuto a testa in giù attraverso un foro creatosi lungo la volta. La parete occidentale invece risulta integra e priva di aperture. Questo ambiente, come il n. 5 è coperto da una volta a botte, ma risulta di dimensioni ridotte sia per quanto riguarda la profondità che la larghezza (misura 12,3 x 8,3 m).

La volta presenta tracce di mosaico in pasta di vetro (come nell'ambiente n. 4); l'imposta della superficie cilindrica si trova ad una quota di 2.18 m circa e dunque risulta superiore a quella dell'ambiente n. 5. Sulla parete sud è possibile leggere le tracce di numerosi strati di muratura; in particolare si può notare, dallo strato più profondo a quello più superficiale, la struttura muraria in laterizio, un intonaco decorato a stucco su cui è anche possibile distinguere una figura umana, e infine un ultimo strato di intonaco.

5.5 Vano n. 7

Di questo ambiente resta circa metà della cupola, impostata su una base ottagonale e formata da fusi cilindrici, ma il suo perimetro originale risulta oggi comunque delineato dai resti delle strutture verticali che ancora restano in piedi a chiudere idealmente l'ottagono di base.

Anche in questo caso la cupola è costruita con scheggioni di tufo che poggiano su una muratura in laterizio. L'intonaco è molto rovinato ma restano chiare tracce della decorazione a mosaico

lapideo analogo a quello dell'ambiente (5), con tessere quadrate di circa 1 cm di lato. La parete ovest ospita una profonda nicchia voltata a botte che risulta interrata come il resto della struttura che si sviluppa ancora al disotto dell'attuale piano di calpestio. Sulle due pareti adiacenti sono presenti nicchie rettangolari meno profonde, al disotto delle quali si scorgono tracce di piattabande in laterizio. La parete nord invece lascia intravedere un arco al disotto del finestrone cieco: probabilmente qui si apriva una nicchia come avveniva sul lato opposto, ora crollato. La sala doveva avere accesso da est, con la parete rivolta verso la palestra aperta e fiancheggiata da due finestroni sulle due pareti adiacenti²⁰.

Questo ambiente era probabilmente un ninfeo ed era proporzionato in modo simile alla grande sala delle "Terme di Venere" in cui la distanza tra le pareti parallele è tre volte

Fig. 5.9 - Il tamburo del "Tempio di Venere"



5.6 Ambienti nn. 12, 13 e 14

Dall'ambiente n. 5 è possibile raggiungere, attraverso l'apertura praticata nella nicchia sulla parete ovest, uno spazio scoperto dal carattere distributivo n. 12 che permette l'accesso ai locali nn. 13 e 14 che ospitano rispettivamente 6 e 4 vasche al loro interno. Tali vani sono oggi parzialmente allagati, tuttavia il pavimento originale si trova a circa 40 cm al disotto del livello dell'acqua come è stato possibile rilevare durante i sopralluoghi.

Nell'angolo nord-ovest dell'ambiente (12) è presente una rampa di scale che probabilmente serviva a raggiungere un livello superiore oggi non più esistente ma che è possibile immaginare grazie ai pochi resti di una volta ancora presenti.

Altro particolare degno di nota è l'accenno di arco che si scorge alla base della parete nord: è appena visibile la volta a botte rampante che prosegue verso il basso, probabilmente a copertura di una rampa o un camminamento discendente che permetteva di raggiungere un ambiente collegato alla sala di Mercurio attraverso il vano n. 3.

5.7 La cupola del “tempio” di Venere

L'estremità meridionale del Parco archeologico è segnata dagli imponenti resti del complesso termale di Venere. Si tratta di un complesso edilizio di età adrianea²² (II sec. d.C.) che si sviluppa su due livelli e che si raccorda a nord con il settore della Sosandra. Tagliato fuori dal Parco archeologico dal passaggio della più recente strada carrabile ma sicuramente parte del complesso

termale era il cosiddetto “tempio” di Venere. Anche in questo caso la denominazione di “tempio” è impropria, trattandosi probabilmente di un ninfeo²³, e deriva dall’uso degli antiquari locali che lo immaginavano dedicato a Venere²⁴, la divinità più importante della zona che veniva definita anche “l’aureo lido della beata Venere” (*litus beatae Veneris aureum*)²⁵.

L’eccezionalità della fabbrica consiste nell’essere la più grande aula coperta con cupola ad ombrello del mondo romano, e se la cupola di Mercurio rappresenta un episodio di totale sperimentazione sia dal punto di vista formale che strutturale, quella di Venere appare perfettamente integrata nel movimento

Fig. 5.10 - La cupola del “tempio” di Diana.



architettonico dell'età di Adriano ed espressione diretta di esso²⁶. L'interno dell'edificio, interrato per più di 6 metri a causa del bradisismo²⁷, è a pianta circolare (con un diametro di 26,30 m). È animato da quattro nicchie semicircolari, mentre l'esterno è ottagonale e su ogni lato dell'ottagono si apre un finestrone ad arco ribassato. La copertura, oggi quasi completamente crollata, era a ombrello ed era composta da sedici spicchi poggianti su un tamburo in laterizio. L'interno era rivestito da lastre marmoree lungo tutto il corpo cilindrico, come si può evincere dalla presenza dei fori per le grappe metalliche; la cupola invece era probabilmente decorata da mosaico bianco, analogamente a quanto avviene a Villa Adriana, e risulta assente una cornice che accentuasse la divisione tra i due campi decorativi²⁸.

«Il raffronto con l'altra Terma del Lago d'Averno, lascia supporre che anche in questa Terma baiana un piano superiore permettesse di contemplare dall'alto la sala; le grandi finestre con loggia all'esterno fanno presupporre infatti la presenza di un *meniano*, di un ballatoio che corresse internamente al piano delle finestre e permettesse stando come sospesi sull'acqua, di godere il fresco e la veduta dell'interno e dell'esterno dell'edificio.»²⁹

5.8 La cupola del “tempio” di Diana

Una efficace descrizione del Tempio di Diana e delle strutture ad esso attigue ci viene da Guglielmo De Angelis D'Ossat, che in occasione del Convegno internazionale *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, tenutosi a Roma dal 4 al 7 Maggio 1976, ne parla così: «Il monumentale Tempio di Diana faceva parte di

un altro comprensorio, di cui sono rintracciabili varie strutture, tutte esattamente orientate verso i punti cardinali. Occupavano un'ampia zona, estesa molto ad ovest a fiancheggiare l'area di Mercurio; anche qui non sono rintracciabili i limiti a monte e a valle. In particolare le planimetrie denunciano avanti al Tempio la presenza di squadrati volumi architettonici allineati anche sui margini di un'area quadrangolare scoperta, la cui dimensione trasversale aveva le stesse misure della piscina di Sosandra. Nel mezzo del lato nord – prossimo alla rotonda – le strutture si interrompevano per lasciare largo varco sull'asse principale dell'insediamento, documentato per uno sviluppo di circa cento metri e concluso dalla retrostante mole ottagonale del Tempio di Diana. La visione del complesso risulta organicamente imperniata su questo grande edificio cupolato che, pur inserito nelle pendici della collina, appare volutamente distaccato dalle costruzioni adiacenti, per meglio emergere e risaltare nella sua maestosa unità.

L'aula a cupola – la più grande di Baia – ha impianto ottagonale all'esterno e circolare all'interno, come quella di Venere, di cui però non ripete gli speroni angolari, ed è articolata da finestroni e da rincassi interposti.»

Note

¹“Da’ paesani viene nominato Truglio, in vece di Trullo di origine Greca che significa cappella rotonda con cupola” da Palatino L., Storia di Pozzuoli e contorni con breve trattato di Ercolano, Pompei, Stabia e Pesto, Luigi Nobile, Napoli, 1826, p. 81; Maiuri A., I Campi Flegrei, dal sepolcro di Virgilio all’antro di Cuma, quarta edizione riveduta e aggiornata, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1958, p. 77; Ponzo S., Le Terme Flegree nella Storia e nell’Arte, Arti Grafiche D. Conte, Pozzuoli (NA), 1961, p. 55.

² Paoli P. A., Antichità di Pozzuoli, 1768, Delle spiegazioni foglio 32; Maiuri A., op. cit., p.77.

³ Maiuri, A., op. cit., p.77.

⁴ I finestroni derivano da sezioni piane della cupola.

⁵ Una dettagliata relazione dei lavori di restauro è contenuta in Maiuri A., Il restauro d’una sala termale a Baia, in Bollettino d’Arte, 1930-31.

⁶ De Angelis D’Ossat G., L’architettura delle terme di Baia, in I Campi Flegrei nell’archeologia e nella storia, (Roma 4-7 maggio 1976), Accademia nazionale dei Lincei, Roma, 1977, pp. 246 e 260.

⁷ Maiuri A., op. cit., p. 80.

⁸ De Angelis D’Ossat G., op. cit., p.235; nello stesso testo vedi anche nota (17), p.235.

⁹ De Angelis D’Ossat G., op. cit., p.235; nello stesso testo vedi anche nota (17), p.235: “Gli archi di tipo ribassato non caratterizzano le costruzioni augustee. Quelli semicircolari vennero soppiantati in parte dall’uso degli archi a terzo di cerchio, affermato soprattutto nella Domus Aurea”.

¹⁰ Sgobbo I., I templi di Baia, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni lincei, Accademia nazionale dei Lincei, , Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976, p. 289.

¹¹ De Caro S., Greco A., Campania, Laterza, Bari, 1993, p. 58.

¹² Maiuri, A., op. cit., p.80; De Caro S., Greco A., op. cit., p. 58.

¹³ Maiuri A., Il restauro d'una sala termale a Baia, in *Bollettino d'Arte*, 1930-31, pp. 243-244.

¹⁴ Maiuri A., *I Campi Flegrei, dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma*, quarta edizione riveduta e aggiornata, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1958, p. 80.

¹⁵ Paoli P. A., op. cit., 1768, tav. LIV.

¹⁶ Maiuri, A., op. cit., p. 80.

¹⁷ Cfr. Maiuri A., Il restauro d'una sala termale a Baia, in *Bollettino d'Arte*, 1930-31, pp. 242 e 244: si calcola l'interramento visibile alla fine del Settecento in 3-4 metri. Un ulteriore interrimento stimato in 2-3 metri si ebbe nel corso del XIX secolo.

¹⁸ Amalfitano P., Camodeca G., Medri M. (a cura di), *I Campi Flegrei, un itinerario archeologico*, Marsilio Editori, Venezia, 1990, p. 207.

¹⁹ Paoli P. A., op. cit., Tavv. LV, LVI e Delle spiegazioni foglio 32.

²⁰ Sgobbo I., op. cit., p. 295.

²¹ *ibidem*.

²² *ivi*, p. 243.

²³ Sgobbo I., op. cit., p. 289.

²⁴ Scipione Mazzella riporta la notizia del ritrovamento di una statua di Venere Lucrina nel 1595, Cfr. Bonafiglia A., Il tempio di Venere, in Giovannini M., Arena M., Raffa P. (a cura di), *Spazi e culture del Mediterraneo, La scuola di Pitagora*, Napoli,

2015, p. 71.

²⁵ De Caro S., Greco A., op. cit., p. 60.

²⁶ De Angelis D'Ossat G., op. cit., p. 245.

²⁷ Maiuri A., I Campi Flegrei, dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma, quarta edizione riveduta e aggiornata, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1958, p. 82.

²⁸ De Angelis D'Ossat G., op. cit., , p. 246.

²⁹ Maiuri, A., op. cit., pp. 83, 84.

6 La scelta della fotogrammetria digitale *image based* (SfM)

La fotogrammetria digitale è un processo che, mediante operazioni di ripresa, elaborazione e interpretazione di immagini fotografiche, consente di rilevare manufatti architettonici e di ottenere modelli digitali tridimensionali che possono essere visualizzati e gestiti in modo interoperabile nello spazio virtuale del computer.

Negli ultimi decenni gli investimenti internazionali nel campo delle tecnologie a supporto dei programmi di fotogrammetria digitale hanno portato a un notevole abbassamento dei costi delle operazioni orientate alla restituzione del patrimonio architettonico¹ per applicazioni nei campi della documentazione, della conservazione, del restauro virtuale, della simulazione, della didattica, dell'animazione, della cartografia, della gestione territoriale (GIS), del monitoraggio eccetera. Una diretta conseguenza di questo fenomeno è stato il diffondersi di tecnologie *low-cost* per il rilievo tridimensionale in grado di fornire modelli perfettamente comparabili sul piano dell'accuratezza geometrica a quelli ottenuti mediante apparecchiature più ingombranti, complesse e certamente più costose come i *laser scanner*.

Se a partire dagli anni 2000 in poi la sensoristica attiva ha preso il sopravvento sulla fotogrammetria grazie a strumenti a luce strutturata e a *laser scanner* aerei e terrestri, recentemente la fotogrammetria è riemersa come tecnologia competitiva nel campo del rilievo, grazie allo sviluppo di algoritmi sempre più avanzati per la gestione delle immagini.

In particolare gli sviluppi più recenti si sono mossi in due dire-

zioni: l'automazione della fase di orientamento delle immagini e la creazione automatica di nuvole di punti dense².

La fotogrammetria digitale inoltre si sta sempre più affermando come uno strumento emergente e di comprovata affidabilità per il rilievo architettonico: grazie all'utilizzo di strumenti facilmente accessibili (a parte il software non sono richieste strumentazioni specialistiche) si conferma sempre più come una tecnica democratica e alla portata di tutti, inserendosi a pieno titolo come strumento privilegiato all'interno della società della comunicazione e dell'informazione.

Il modello digitale costituisce la simulazione o la replica dell'oggetto reale³. I software di fotogrammetria digitale adottano i procedimenti geometrici della prospettiva inversa, dal momento che l'immagine fotografica può essere assimilata a una proiezione centrale.

Un aspetto sicuramente interessante di questa tecnologia è l'alta precisione e la capacità di riprodurre i particolari anche più dettagliati del manufatto rilevato, soprattutto considerando la necessità di acquisire, nel campo del rilievo archeologico, oltre ai dati strettamente geometrici e formali, anche informazioni in merito agli aspetti strutturali e materici, alla presenza di lesioni, fratture, abrasioni o meccanismi di deformazione delle strutture e più in generale a tutti quegli aspetti che caratterizzano la *texture* delle superfici.

La fotogrammetria digitale consente inoltre di operare con particolare agilità soprattutto in tutte quelle situazioni in cui l'accessibilità al sito risulta compromessa o difficile.

La fotogrammetria digitale risulta vantaggiosa proprio nella gestione delle texture che vengono ottenute direttamente dall'im-

magine fotografica: utilizzando una adeguata tecnica di ripresa e una macchina fotografica di risoluzione idonea si possono ottenere texture estremamente particolareggiate. «Anche se gli odierni laser scanner sono in grado di produrre nuvole di punti molto dettagliate e affidabili, la loro risoluzione può essere ancora insufficiente, specialmente se si tratta di rilevare le caratteristiche di bordi o superfici lineari. Al contrario, la fotogrammetria digitale è più accurata nella resa dei contorni, specialmente se sono chiaramente definiti nella realtà»⁴. La possibilità di poter leggere stratificazioni e tracce materiche sul manufatto costituisce un inestimabile strumento per la comprensione delle originali dinamiche costruttive ed evolutive dell'oggetto architettonico rilevato e delle successive possibili trasformazioni. In questo senso la definizione di "rilievo" risulta addirittura riduttiva, perché in questo caso si tratta di una vera e propria digitalizzazione degli oggetti tridimensionali analizzati, che consente di possedere un quadro conoscitivo completo del manufatto, facilmente accessibile e manipolabile con impieghi, tra gli altri, nel campo della documentazione, della conservazione, del restauro virtuale, della simulazione e della didattica.

Un modello tanto dettagliato dal punto di vista della resa delle superfici offre significativi vantaggi soprattutto nei casi in cui non sia possibile studiare *in situ* l'oggetto del rilievo o quando alcune sue parti non risultino più visibili, (nell'esempio di Baia a causa del bradisismo, che ha fatto sprofondare alcune parti al disotto del livello dell'acqua).

Un altro aspetto che ha reso nel nostro caso molto vantaggiosa l'adozione della fotogrammetria digitale risiede nella praticità d'uso legata alla maneggevolezza della macchina fotografica

come strumento di rilievo, che consente di operare facilmente in ambienti difficilmente accessibili. La presenza dell'acqua all'interno del *frigidarium* di Mercurio ha reso particolarmente difficoltoso il rilievo, soprattutto per gli ambienti che risultano parzialmente sommersi, per i quali la fotogrammetria digitale si è dimostrata lo strumento più efficace e pratico da utilizzare. Il modello tridimensionale utilizzato nel presente studio è stato ottenuto tramite un rilievo fotogrammetrico dell'intradosso della cupola di Mercurio con il software *123D Catch* di *Autodesk* che, nell'arco di tempo in cui si è svolta la presente ricerca, è stato sostituito prima da *Autodesk ReMake* e poi da *Autodesk ReCap*, versioni successive del medesimo software di base, con funzionamento analogo e con risultati tra loro coerenti.

I programmi utilizzati hanno consentito di ottenere un modello tridimensionale a partire da sequenze di immagini fotografiche da cui viene ricostruita la posizione nello spazio di punti omologhi, calcolata sulla base di corrispondenze tra terne di fotografie⁵. Il vantaggio offerto da *123D Catch* rispetto agli altri software disponibili al momento dei sopralluoghi è consistito nella possibilità di poter controllare manualmente le operazioni di ricostruzione attraverso l'inserimento da parte dell'utente di punti di controllo, contribuendo così alla produzione di un modello più aderente alla realtà.

Il processo che ci ha portato alla realizzazione del modello tridimensionale digitale finale è stato articolato in tre fasi principali: una prima fase di raccolta dati attuata attraverso le immagini fotografiche, una seconda fase di elaborazione dei dati per la produzione di un primo modello digitale e infine una fase di analisi e rifinitura del modello prodotto⁶.

Una rigorosa e progettata modalità di ripresa fotografica delle sequenze di immagini è di fondamentale importanza per il raggiungimento di risultati soddisfacenti: è stato necessario scattare le fotografie in modo tale da assicurare una sovrapposizione tra due immagini consecutive pari ad almeno il 60% dell'area dell'immagine per consentire all'applicazione di avere sufficienti punti di controllo. La scelta dell'obiettivo di ripresa è stata altrettanto importante ai fini del risultato finale: un obiettivo eccessivamente grandangolare o l'utilizzo di più obiettivi con lunghezze focali diverse inficiano il risultato finale; altrettanto avviene con l'utilizzo di immagini provenienti da altre fonti o anche scaricate dal web, che non riescono ad essere processate⁷. Per le riprese fotografiche è stata utilizzata una Pentax K5 con sensore APS-C (15.7 x 23.7mm) da 16.28 mega-pixel e un obiettivo 18-135 mm f/3.5 - 5.6. Coerentemente con quanto suggerito dalla guida all'uso di 123D Catch è stata scelta una lunghezza focale normale equivalente ad un 50mm sul formato fotografico 24x36mm, pari a 33mm sul formato APS.

Inoltre è di fondamentale importanza anche la costanza della sorgente luminosa, dal momento che uno stesso oggetto illuminato alternativamente da due o più sorgenti luminose produce ombre diverse introducendo un elemento di ambiguità per il programma.

Inserite le immagini nel software, questo procede all'elaborazione e alla produzione di un file in formato proprietario Reality Capture Scan (RCS) contenente una *mesh* che può essere letta dagli altri programmi della Autodesk o esportata in altri formati; all'inizio del processo è possibile impostare i parametri di risoluzione per il modello che si intende ottenere. La com-

putazione avviene in *cloud*, caricando le immagini sul server di Autodesk che procede al calcolo e alla realizzazione del modello. Al termine di questa fase è possibile, laddove si renda necessario, programmare l'integrazione di lacune nella ripresa fotografica, provvedendo poi a effettuare la costruzione del modello con un set di immagini più completo.

Una volta realizzato il modello tridimensionale digitale è possibile operare per rimuovere o nascondere porzioni del modello non utilizzate o non utilizzabili, scalare e impostare l'unità di misura principale, ruotare il modello e definire il suo orientamento rispetto ai punti cardinali.

Infatti, a differenza di quanto avviene per un rilievo effettuato con laser scanner, in cui il dato metrico è integrato nel processo di rilevamento dei singoli punti, il rilievo fotogrammetrico necessita un'operazione di scalatura (dato che attraverso il confronto tra le fotografie è possibile solo stabilire le posizioni reciproche dei punti analoghi presenti in più immagini, ma non la loro distanza effettiva) e di orientamento per posizionarlo correttamente in relazione ai punti cardinali.

Note

¹ Palestini C., Basso A., *The photogrammetric survey methodologies applied to low cost 3D virtual exploration in multidisciplinary field*, in International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W8, 2017 5th International Workshop LowCost 3D – Sensors, Algorithms, Applications, 28–29 November 2017, Hamburg, Germany, p. 195.

² Nocerino E., Remondino F., *Uso consapevole di software specifici per ricostruzioni 3D*, GEOmedia n° 5-2016, p.403 Baratti G., *Verso un approccio archeologico al rilevamento e alla modellazione tridimensionale*, in “LANX” 13 (2012), p. 1.

⁴ Alshwabkeh, Y. and Haala, N., *Integration of digital photogrammetry and laser scanning for heritage documentation*, in *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, XX ISPRS Congress. Istanbul, Turchia, 2004.

⁵ Santagati C., Inzerillo L., Di Paola F., *Image based modeling techniques for architectural heritage 3D digitalization: limits and potentialities*, in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-5/W2, 2013 XXIV International CIPA Symposium, 2 – 6 September 2013, Strasbourg, France, p. 556.

⁴ Dalla guida all'uso presente sul sito Autodesk: <https://knowledge.autodesk.com/support/recap/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Reality-Capture/files/GUID-74A20E09-279C-44A1-B0CE-D55DAD866B3E-btm.html?v=2018>.

⁷ Santagati C., Inzerillo L., Di Paola F., op. cit., p. 556.

7. La metodologia di ripresa e i risultati ottenuti con i software *123d Catch* e *Remake*

La fase di ripresa delle immagini da caricare in *123D Catch* è stata preceduta da un sopralluogo per valutare le modalità più opportune per scattare le fotografie e per registrare, attraverso un rilievo metrico diretto, alcune misure di riferimento che potessero fungere da confronto dimensionale con i dati successivamente ottenuti.

La problematica principale relativa alla raccolta di immagini fotografiche da destinare ad una ricostruzione fotogrammetrica digitale riguarda la presenza di acqua sul calpestio del *frigida-rium*: fatta eccezione per una esigua piattaforma raggiungibile attraverso un ponte metallico, la sala infatti risulta interamente sommersa dall'acqua e, di conseguenza, le posizioni utili da cui scattare si limitano a quelle offerte dalla parte emersa del fondale. Utilizzando un piccolo natante gonfiabile è stato possibile far fronte a questa problematica e ampliare considerevolmente il numero di posizioni da cui effettuare le riprese, in modo da migliorare il risultato finale.

Data la bassa luminosità dell'interno in relazione all'esterno, si sono dovute affrontare due diverse problematiche. La prima riguarda i limiti ottici della lente di ripresa: la presenza di un contrasto luminoso così alto con l'esterno ha causato la presenza di un evidente alone di bagliore intorno ai finestrone e al *lumen* centrale. In secondo luogo, il forte contrasto luminoso ha inevitabilmente causato letture estremamente variabili da parte dell'esposimetro della macchina fotografica: per ottenere una sequenza di immagini quanto più possibile omogenea si è reso

quindi necessario impostare una coppia di valori diaframma/tempo adeguata in modo da consentire una adeguata lettura dei dettagli nelle parti più in ombra senza sacrificare eccessivamente la resa nelle parti più illuminate, privilegiando la resa materica delle superfici. Infine è stato necessario ricorrere all'uso di un cavalletto per ridurre al minimo l'effetto mosso dovuto a tempi di scatto particolarmente lenti, per ridurre il rumore derivato dall'uso di alte velocità ISO e per consentire l'uso di aperture di diaframma ridotte per sfruttare meglio la profondità di campo dell'obiettivo.

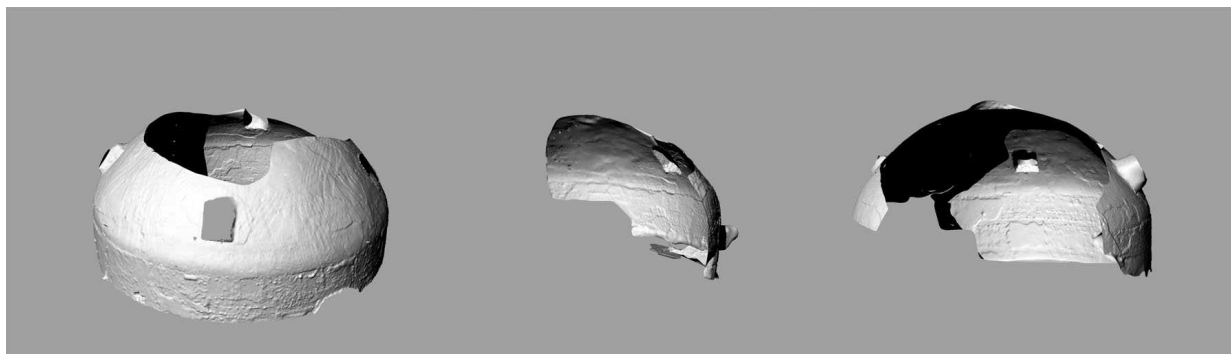
L'uso di una lunghezza focale normale combinata con la limitatezza delle posizioni a disposizione per posizionare il cavalletto, ha reso necessario porre particolare attenzione alle sequenze di fotografie destinate alle parti della cupola poste più vicine alla piattaforma, le quali sono state integrate da una seconda fase di ripresa fotografica sfruttando le possibilità offerte dall'uso del natante.

I modelli tridimensionali digitali ottenuti dalla prima versione del programma, che consentiva la costruzione di modelli con

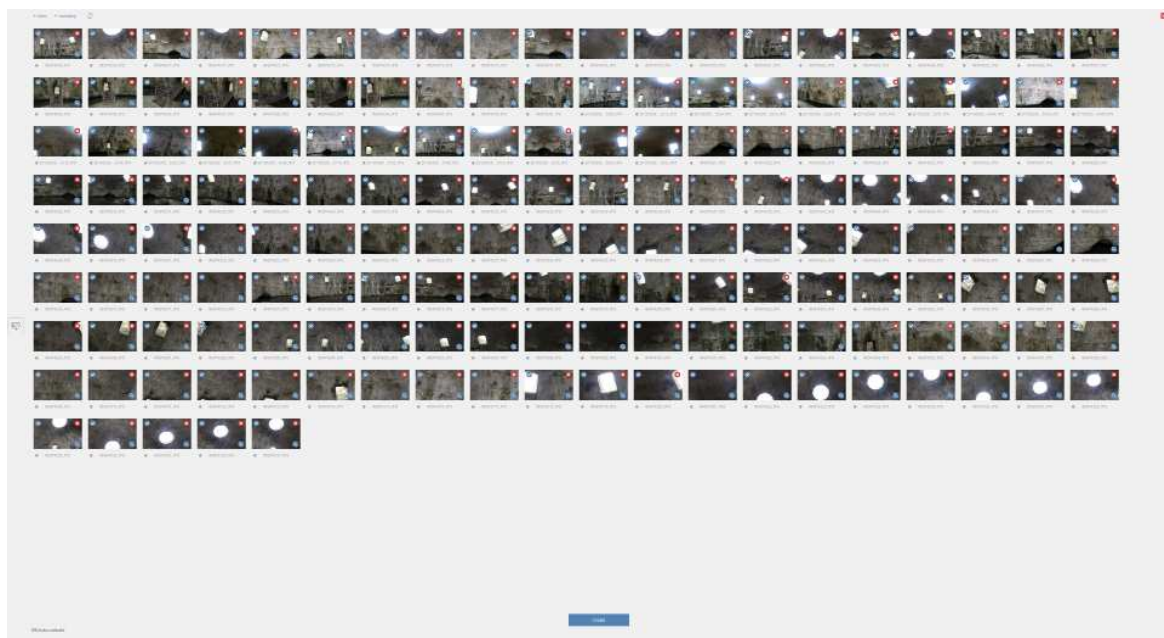
Fig. 7.1 - Modelli mesh parziali della cupola di Mercurio.

Fig. 7.2 - A fronte in alto: elaborazione delle immagini con il software ReCap.

Fig. 7.3 - A fronte in basso: modello mesh completo della cupola di Mercurio.



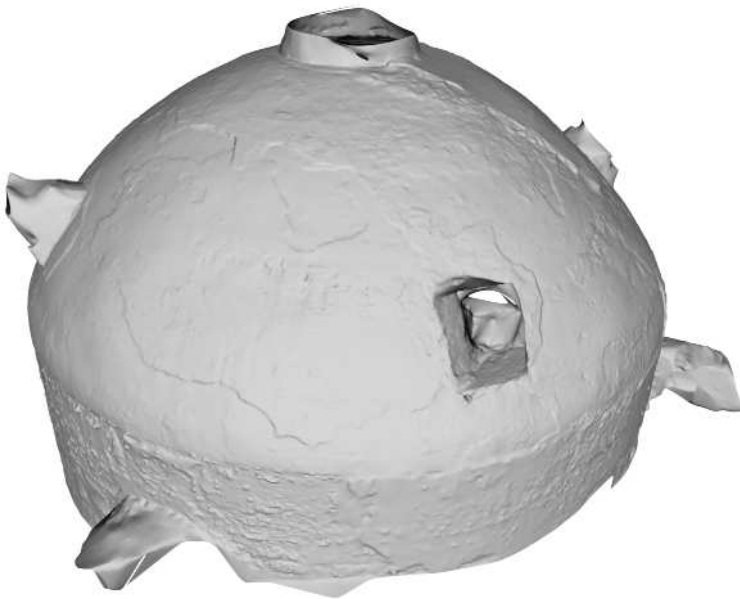
7. La metodologia di ripresa e i risultati ottenuti con i software 123D Catch e Remake



un limite massimo di 70 immagini, potevano essere solo parziali e sarebbero dovuti essere assemblati successivamente a formare un unico file. Per questa fase di lavoro si è però optato per una sequenza di ripresa finalizzata innanzitutto alla ricostruzione del tamburo e successivamente sono state effettuate altre sequenze che consentissero la ricostruzione della cupola per parti, in modo da poter verificare, in prima istanza, la geometria del tamburo e delle bucaure che si aprono su esso, lasciando a un secondo momento la definizione della cupola.

L'assemblaggio dei diversi modelli ottenuti in questa prima fase dello studio è risultato problematico, in quanto le parti marginali delle *mesh* erano ottenute da un numero troppo scarso di fotografie perché il modello fosse adeguatamente definito. La

Fig. 7.4 - Modello mesh completo della cupola di Mercurio.



7. La metodologia di ripresa e i risultati ottenuti con i software 123D Catch e ReMake

Fig. 7.5 - Il modello mesh ripulito delle parti superflue.

scarsa affidabilità deriva dal fatto che, nei modelli parziali, le parti marginali erano state elaborate sulla base di un numero ridotto di immagini.

Con il passaggio da *123D Catch* a *ReMake* è stato possibile migliorare sensibilmente i risultati ottenuti grazie alla possibilità di lavorare con un numero di immagini molto maggiore (250) e in definitiva è stato possibile realizzare il modello tridimensionale della cupola di Mercurio attraverso un'unica computazione e sfruttando più punti di stazionamento da cui scattare le foto, comprese le riprese effettuate dal natante.

Una volta ottenuto il modello preliminare si è reso opportuno eliminare le parti non necessarie o non utilizzabili. In particolare l'intervento è stato diretto sulla zona dei finestroni che si



aprono sulla volta: nonostante la possibilità di leggere lo spessore murario della volta, a causa del forte contrasto luminoso con l'esterno infatti le immagini sono povere di dettagli soprattutto per quanto riguardagli invasi delle aperture, che sono stati quindi eliminati.

Un'altra zona del modello che ha necessitato un intervento mirato ad eliminare le parti superflue è stata quella del tamburo. *ReMake* infatti, operando su corrispondenze tra immagini, mostra evidenti limiti quando deve elaborare il modello tridimensionale a partire da oggetti che presentano superfici riflettenti. La presenza dell'acqua all'interno della cupola infatti ha causato la generazione, da parte del software, di una mesh corrispondente alla parte emersa del tamburo ma speculare a questa, che è stata successivamente eliminata. Va notato però che analoghe

Fig. 7.6 - Nella parte bassa dell'immagine è visibile la mesh generata erroneamente a causa della superficie riflettente dell'acqua.

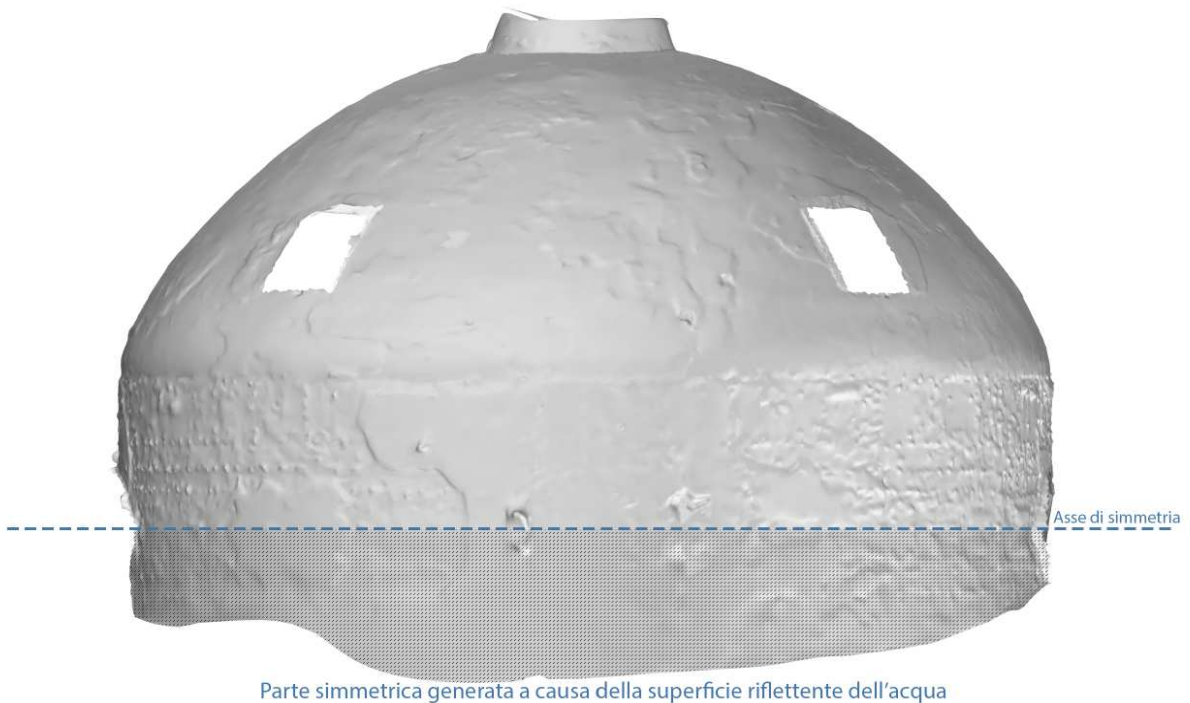


Fig. 7.7 - Considerando la fotografia come un'immagine prospettica si possono individuare coppie di punti comuni a entrambe le immagini.

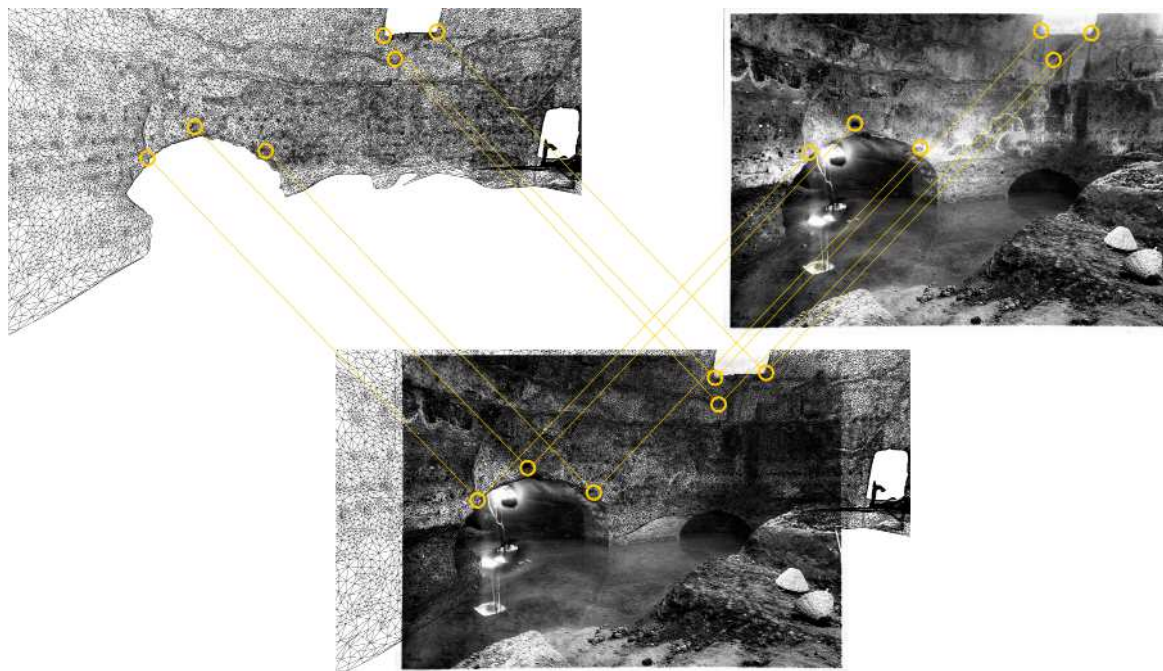
problematiche possono verificare anche utilizzando un laser scanner, in quanto il raggio incidente viene riflesso e genera una nuvola di punti speculare rispetto al piano di riflessione¹.

Terminata questa operazione si è potuto procedere all'esportazione di un file in formato .obj destinato agli studi successivi.

Successivamente all'elaborazione da parte del software della *mesh* tridimensionale si è reso necessario verificare la correttezza della sua costruzione e successivamente scalare il modello sulla base dei dati metrici raccolti durante un accurato rilievo diretto.

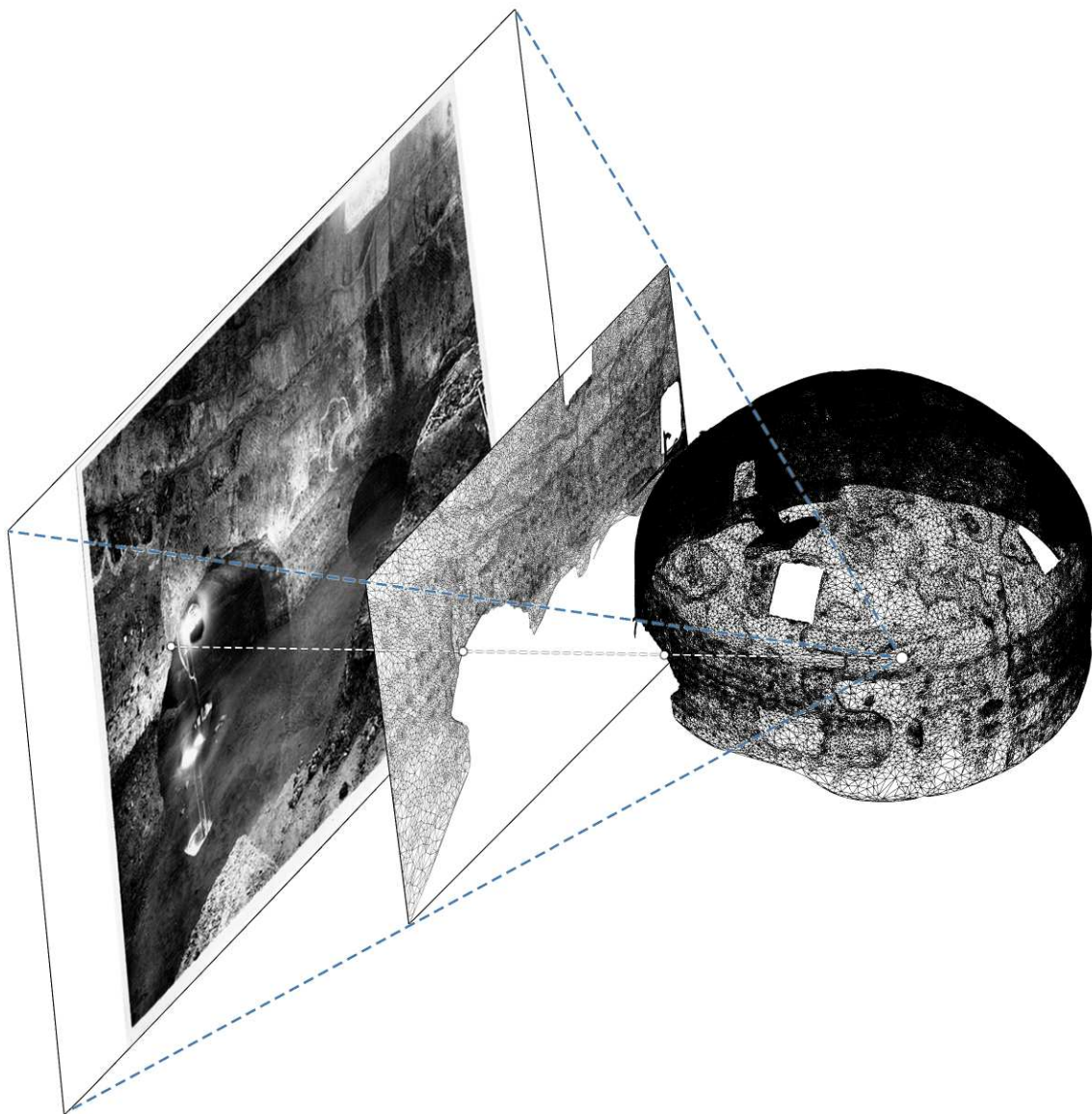
7.1 Verifica del modello mesh

Il primo studio effettuato sul modello tridimensionale digitale dell'interno della cupola di Mercurio ottenuto da *ReMake* ha



riguardato la verifica dell'effettiva corrispondenza tra la *mesh* prodotta dal software e l'oggetto reale ripreso dalla fotocamera. Prima di poter verificare sul modello la corrispondenza tra le matrici geometriche e compositive del *frigidarium* rilevate negli

Fig. 7.8 - Piramide visiva contenente la prospettiva della *mesh* e l'immagine fotografica.



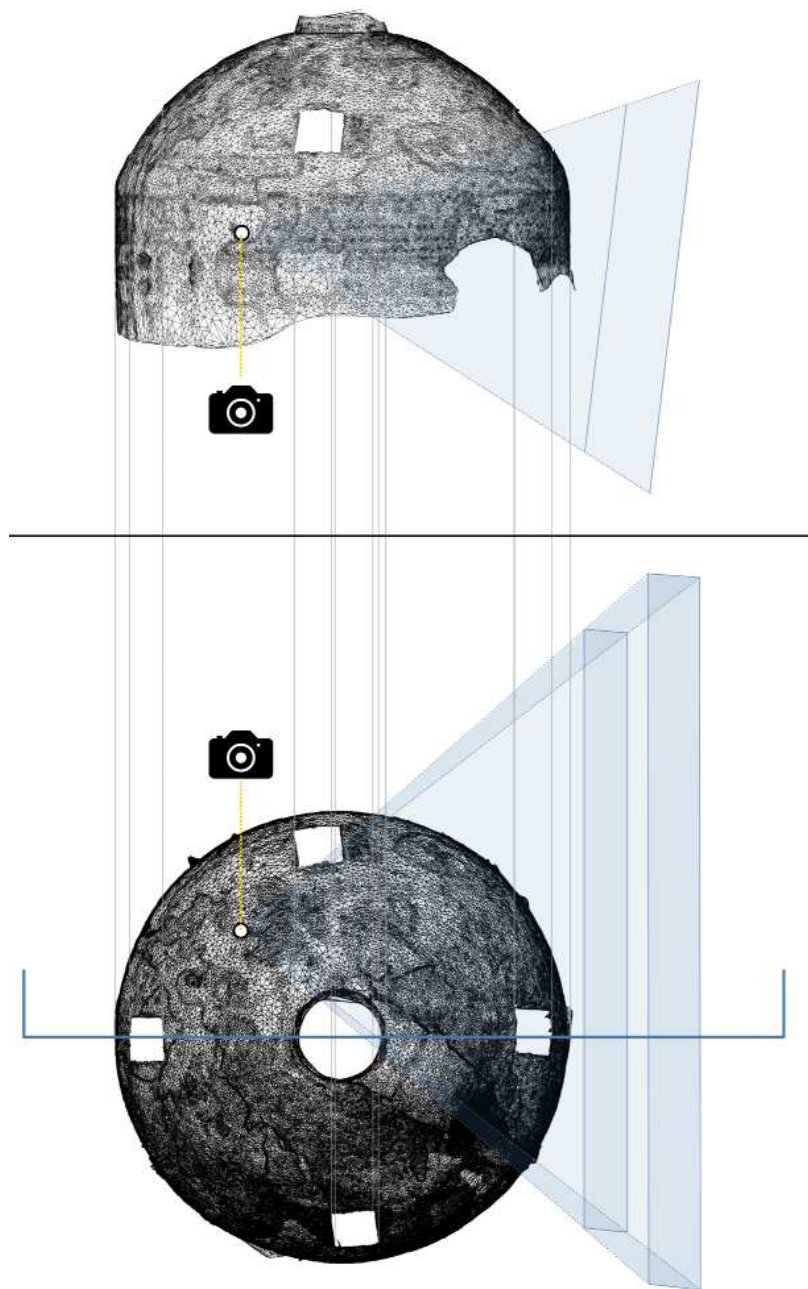
7. La metodologia di ripresa e i risultati ottenuti con i software 123D Catch e Remake

Fig. 7.10 - Sovrapposizione tra l'immagine fotografica e la mesh così come viene visualizzata dal punto da cui è stata scattata la foto.

studi precedenti² e quelle ottenute dal modello, è stato infatti necessario effettuare una verifica della correttezza della sua costruzione. La verifica è avvenuta impiegando il software *Rhinoceros*, importando il file in formato *.obj* ottenuto da *ReMake* e verificando la corrispondenza tra la *mesh* e un'immagine fotografica impostata come sfondo: infatti considerando questa come una prospettiva, una eventuale sovrapposizione e coincidenza tra le due immagini prospettiche è indice della validità della ricostruzione ottenuta dal rilievo fotogrammetrico. Dal momento che la procedura automatica di allineamento di immagine e sfondo



Fig. 7.11 - Sezione e schema planimetrico della posizione della camera comune alla fotografia e alla prospettiva della mesh.



in *Rhinoceros* non ha dato risultati soddisfacenti, la collimazione delle due immagini è stata eseguita per tentativi e successivi adattamenti che hanno portato a individuare correttamente i parametri relativi alla posizione e inclinazione della fotocamera, alla sua lunghezza focale e al campo visivo inquadrato all'interno del modello tridimensionale.

Le corrispondenze si sono individuate innanzitutto per gli elementi comuni più chiaramente distinguibili, quali l'arcone che si apre verso est e i finestroni soprastanti. Successivamente, sfruttando l'alta precisione della mesh e l'accurata resa delle superfici, è stato possibile constatare anche la coincidenza tra gli strati di intonaco ripresi nelle immagini fotografiche e i dislivelli rilevati e visibili nelle mesh.

In definitiva è stato possibile verificare l'esistenza di una corrispondenza tra la prospettiva prodotta da *Rhinoceros* a partire dal modello 3d *mesh* e l'immagine ripresa, dallo stesso punto di vista, dall'obiettivo fotografico. Nel fare ciò, pur non tenendo conto delle parti marginali dell'immagine (nell'immagine fotografica queste sono quelle per le quali si verificano maggiormente le aberrazioni ottiche dovute ai limiti fisici degli obiettivi di ripresa) si è potuta constatare comunque un'ottima corrispondenza tra i due modelli, proprio in virtù del livello di dettaglio della mesh.

La fase di rilevamento dei dati dimensionali e geometrici si è conclusa con la generazione di modelli tridimensionali attendibili, correttamente proporzionati e verificati, formati da superfici *mesh*, su cui è possibile leggere oltre al semplice dato metrico anche le proprietà di *texture* dei materiali che compongono il manufatto.

A differenza di quanto avviene per un rilievo effettuato con laser scanner, in cui il dato metrico è integrato nel processo di rilevamento dei singoli punti, il rilievo fotogrammetrico necessita un'operazione di scalatura (dal momento che attraverso il confronto tra le fotografie è possibile solo stabilire le posizioni reciproche dei punti analoghi presenti in più immagini, ma non la loro distanza effettiva) e di orientamento per poter posizionare il modello correttamente in relazione ai punti cardinali.

Per effettuare correttamente le suddette operazioni si è ricorso ad un rilievo metrico diretto orientato in primo luogo alla verifica di alcune misure fondamentali, come il diametro del tamburo della cupola, la quota e il dimensionamento delle aperture principali, eseguito facendo ricorso ai tradizionali strumenti del rilievo metrico diretto (distanziometro laser, metro a nastro, metro pieghevole in legno, rullina metrica, asta metrica, bussola

Fig. 7.12 - Schema planimetrico dei punti rilevati manualmente all'interno del frigidarium di Mercurio.

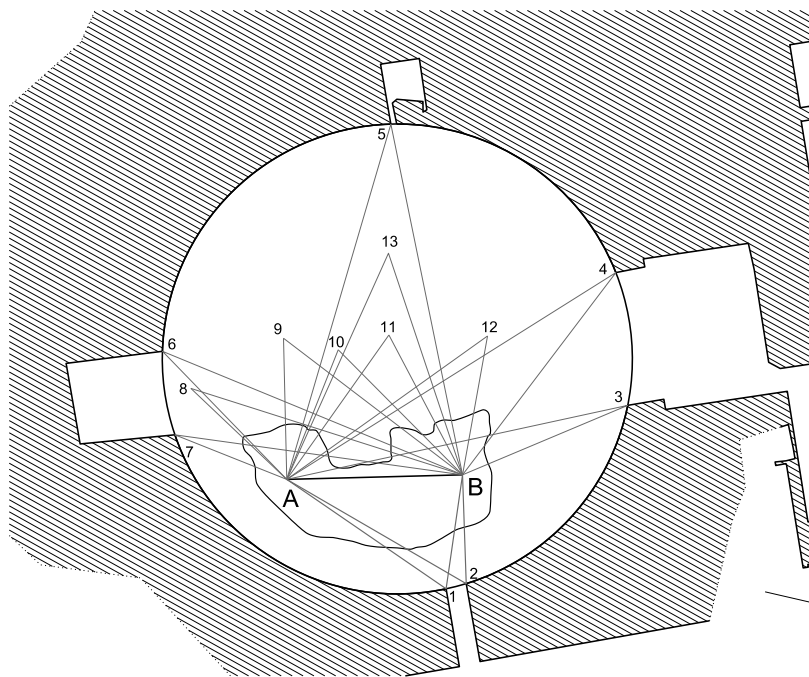


Fig. 7.13 - A sinistra: planimetria di Maiuri del Parco Archeologico di Baia. Si noti l'indicazione delle nicchie all'interno del frigidarium di Mercurio.

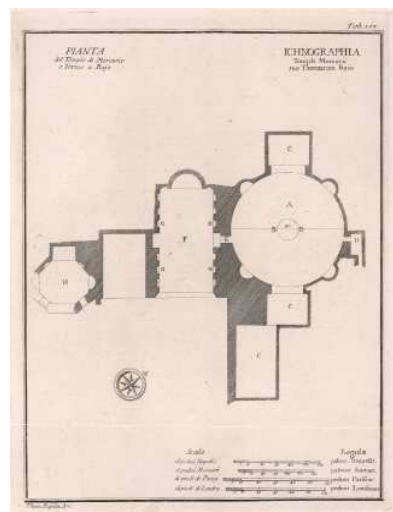
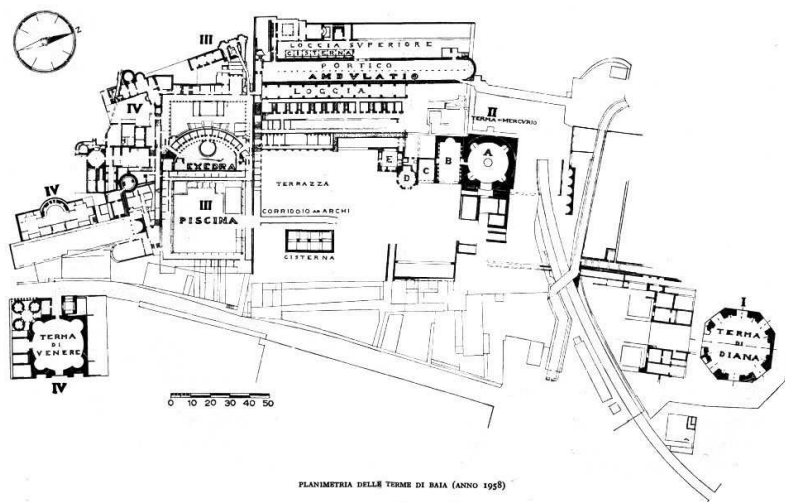
Fig. 7.14 - A destra: planimetria del complesso termale di Mercurio a Baia redatta da Paoli.

magnetica e digitale, distanziometro laser).

Come ulteriore verifica delle operazioni di rilievo è stato anche effettuato un confronto con le rilevazioni fatte in precedenza, da quelle del Paoli a quelle del Maiuri, fino alle più recenti redatte da Mariarosaria Borriello e Antonio D'Ambrosio³ nel 1979, da Friedrich Rakob⁴ nel 1992 e da Lynn Lancaster⁵ nel 2005.

L'attenzione è stata rivolta inizialmente alla definizione e all'individuazione dei rapporti tra l'insieme e le parti, con particolare attenzione alla descrizione delle simmetrie e delle matrici geometriche, degli intervalli tra le bucatre che caratterizzano la copertura voltata e alla possibilità di ritrovare, all'interno della composizione, tutti gli elementi che potessero essere in qualche modo definire la scansione e il ritmo della composizione.

In particolare è stata prestata attenzione soprattutto alla definizione delle dimensioni del tamburo su cui poggia la volta in *caementum*, in modo da definire con sicurezza le misure di base dell'impianto per poterle poi confrontare con i dati ottenuti dal rilievo fotogrammetrico.



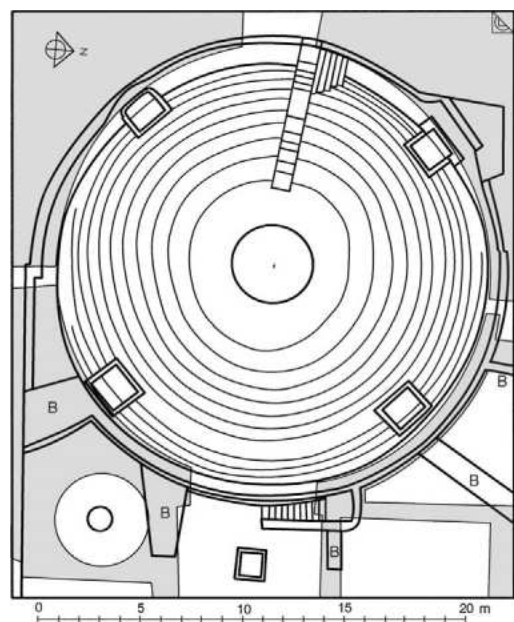
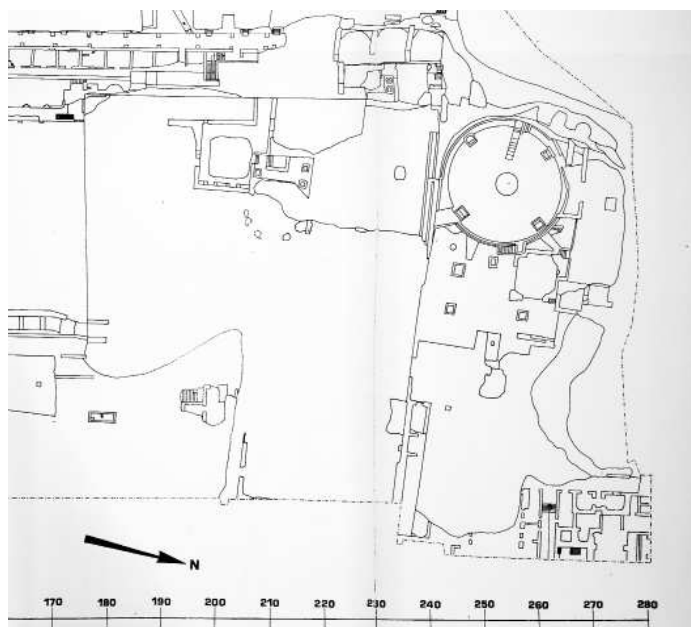
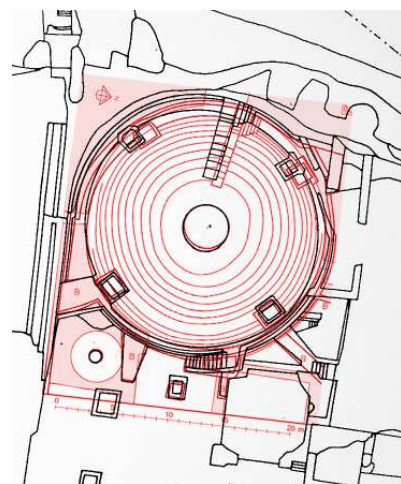
Tra le maggiori problematiche riscontrate sicuramente va menzionato il fatto che la maggior parte del *frigidarium* è sommersa, e solo un piccolo lembo di terra emersa consente di posizionarsi all'interno dell'aula. Il rilievo quindi si è svolto avendo a disposizione un'area estremamente ridotta per il posizionamento di una linea fondamentale cui riferire le successive trilaterazioni volte a individuare la posizione delle aperture della volta e di alcuni punti di riferimento su cui costruire la circonferenza del tamburo. Infine il confronto con i rilievi già effettuati è stato di grande utilità per verificare la corrispondenza tra quanto emerso dalle misurazioni dirette e quanto già riportato nei grafici studiati in precedenza, almeno per quanto riguarda le dimensioni generali dell'impianto.

Un'altra problematica fondamentale relativa ai fini di questo studio riguarda il corretto orientamento rispetto al nord dell'in-

Fig. 7.15 - In basso a sinistra: Planimetria redatta da Borriello-D'Ambrosio, 1979.

Fig. 7.17 - In alto: confronto tra le planimetrie Borriello-D'Ambrosio e Lancaster.

Fig. 7.16 - In basso a destra: planimetria dell'estradosso redatta da Lancaster, 2005.



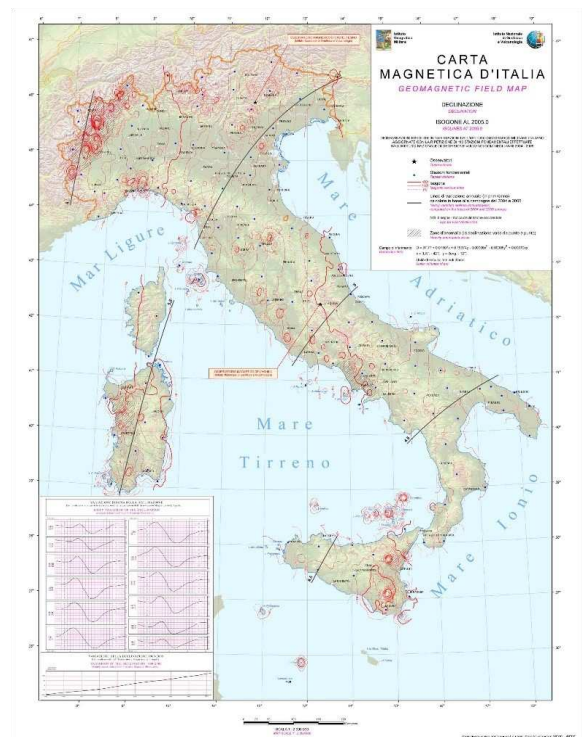
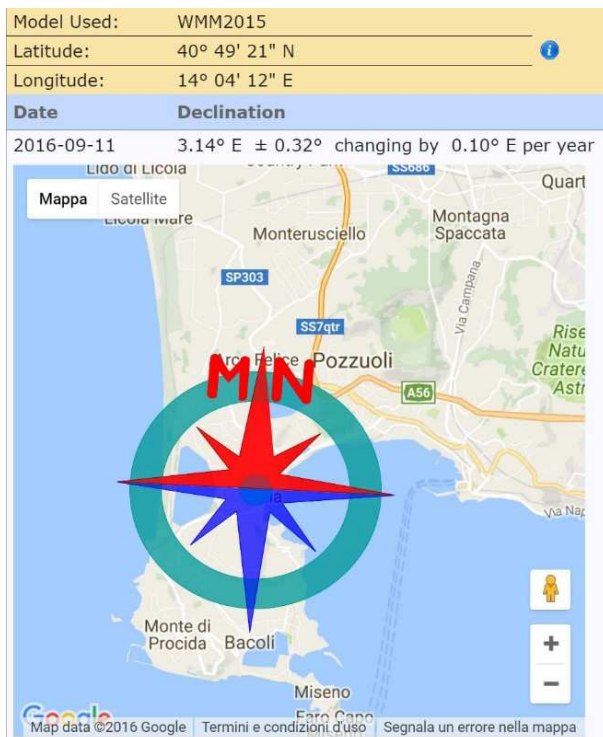
7. La metodologia di ripresa e i risultati ottenuti con i software 123D Catch e Remake

Fig. 7.18 - A sinistra: applicativo NOAA per la declinazione magnetica a Baia.

Fig. 7.19 - A destra: carta magnetica d'Italia.

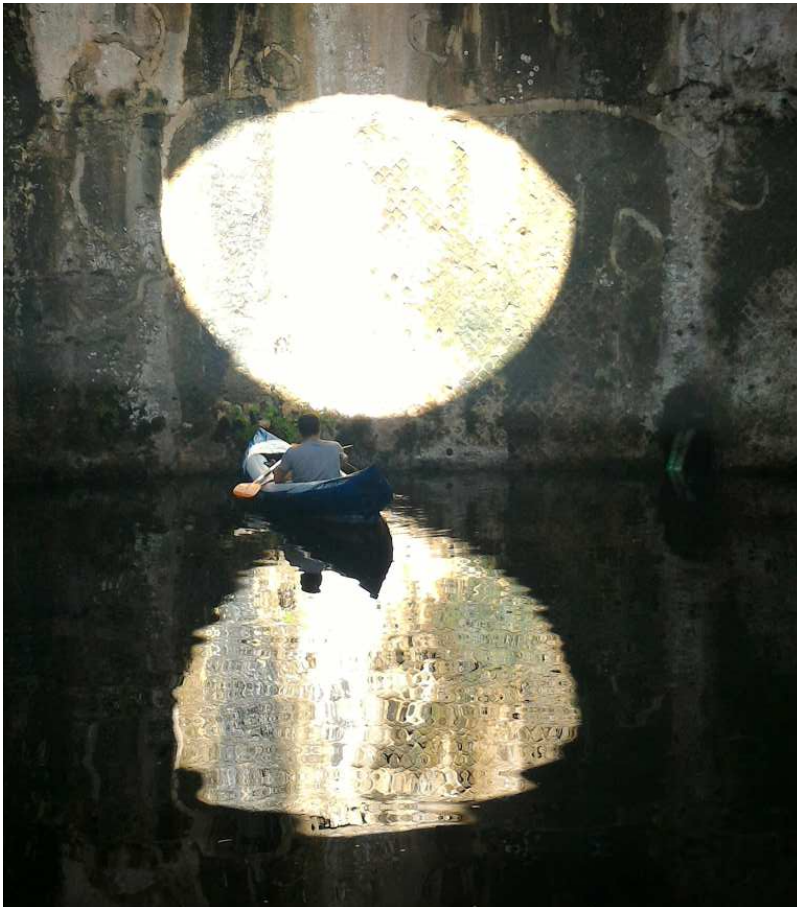
tero complesso, con particolare attenzione ai finestroni che si aprono sulla volta del *frigidarium* di Mercurio e agli archi di accesso agli altri ambienti oggi sommersi, il cui orientamento è di fondamentale importanza per lo studio dei fenomeni luminosi che si verificano all'interno della sala termale.

Le prime fasi della ricerca hanno messo in luce discordanze già a partire dalle fonti, oltremodo incerte nell'orientare l'intero complesso, soprattutto per quanto riguarda le meno recenti. Un primo confronto è stato fatto tra la planimetria pubblicata dal Paoli⁶ e quella pubblicata dal Maiuri⁷: entrambe sono risultate incongruenti tra loro per la collocazione del nord e attraverso una sovrapposizione delle due carte è possibile misurare una differenza notevole, con quella del Paoli ruotata verso ovest di



circa 15° rispetto a quella di Maiuri. Le due planimetrie più recenti consultate sono quelle di Borriello e D'Ambrosio⁸ del 1979 e di Lancaster⁹ del 2005. Sovrapposte le due carte si è potuta verificare la reciproca corrispondenza almeno per quanto riguarda paramenti murari orizzontali. Per la parte voltata le due rappresentazioni non coincidono: nella carta di Borriello e D'Ambrosio le finestre risultano visibilmente traslate rispetto all'oculo, presumibilmente perchè la planimetria è stata ricavata da una ortofoto non scattata da una posizione perfettamente zenitale rispetto alla cupola.

Fig. 7.20 - Una delle fasi del rilievo metrico del tamburo e batimetrico effettuato con l'uso del natante.



7. La metodologia di ripresa e i risultati ottenuti con i software 123D Catch e Remake

Prima di impiegare la bussola per effettuare il rilievo rispetto al nord magnetico si è ritenuto opportuno consultare la carta magnetica d'Italia redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, la quale riporta l'area in cui sorge Baia come una zona di anomalia magnetica. La ricerca è proseguita sul sito del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), ente che ha realizzato un applicativo per stimare il valore della declinazione magnetica di qualunque località del mondo a partire dalle coordinate. Il sistema è basato sui modelli WWM (World Magnetic Model) e sui modelli IGRF (International Geomagnetic Reference Field), con risultati che hanno un margine di 30 minuti di arco, pur con l'avvertenza che fattori ambientali possono causare localmente dei disturbi al campo magnetico. Per quanto riguarda Baia la declinazione magnetica riportata è di $3,14^\circ \pm 0,32^\circ$.

L'utilizzo della bussola ha dato risultati difficilmente interpretabili e utilizzabili, dal momento che l'anello percorribile all'esterno della cupola delle Terme di Mercurio non ne permette un posizionamento agevole e che le ringhiere poste a protezione dei finestrini interferiscono fortemente con il campo magnetico e determinano variazioni sui valori riportati dalla bussola anche superiori a 60° . Per queste ragioni si è tenuto come parametro di riferimento la più recente pianta della Lancaster del 2005, e si sono utilizzati i dati forniti dalla bussola solo per le parti rilevabili da una grande distanza rispetto alle strutture metalliche di protezione presenti all'estradosso della cupola.

La prima restituzione grafica delle Terme di Mercurio ha fornito quindi i dati necessari per poter scalare il modello tridimensionale e individuare la disposizione generale delle aperture e

degli ambienti che si aprono sul tamburo in relazione ai punti cardinali.

Un'ulteriore verifica è stata effettuata, sia per quanto riguarda il controllo delle coordinate che per quanto riguarda l'orientamento delle aperture, con le carte offerte dai siti Google Maps, Bing, e dal software Google Earth.

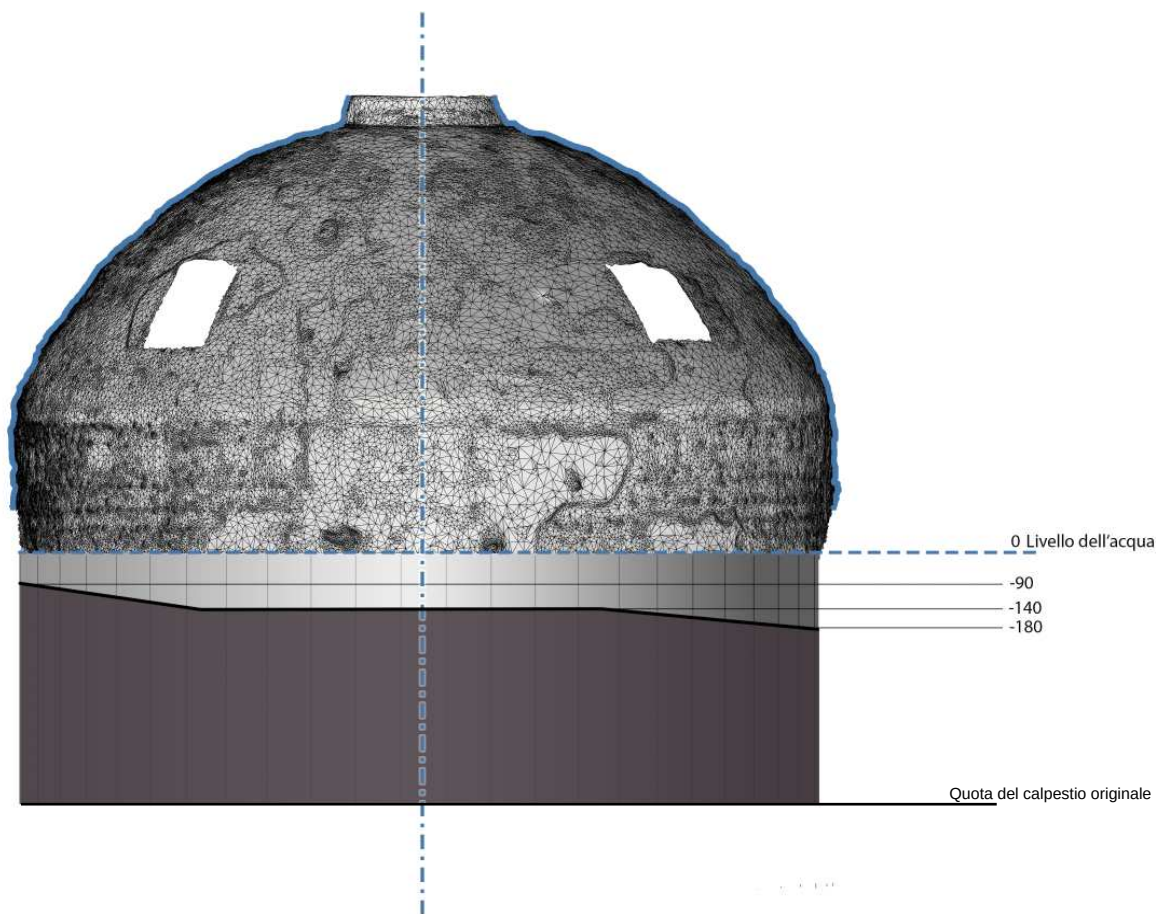
Successivamente, per meglio comprendere la conformazione delle bucatore sul tamburo, le operazioni di rilievo si sono concentrate sulla parte sommersa del *frigidarium*, anche allo scopo di verificare il volume e la consistenza dell'accumulo di detriti presenti sul fondale. Utilizzando un natante a remi si è proceduto a triangolare punti del fondale che risultassero allineati lungo la direzione est-ovest, e per ognuno di essi è stata misurata la profondità con l'ausilio di un'asta metrica. La triangolazione è stata effettuata grazie a due postazioni fisse attrezzate con distanziometro laser livellato dislocate sulla piattaforma emersa e di un'asta metrica dotata di palina posizionata, grazie all'uso del natante, di volta in volta su punti diversi del fondale, di cui è stato possibile rilevare posizione e profondità.

Sono inoltre rilevate le profondità del fondale in corrispondenza dei due archi visibili sul tamburo. Il rilievo effettuato conferma una maggior presenza di detriti sulla parte occidentale della cupola, riversatisi all'interno dell'aula a causa dell'azione dilavante delle piogge e a causa dei crolli precedenti il restauro del 1931 ad opera di Maiuri.

Successivamente si è proceduto a effettuare riprese fotografiche e video al disotto del livello dell'acqua con l'ausilio di una fotocamera impermeabilizzata per verificare le condizioni della muratura sommersa dall'acqua, ma la notevole torbidità dell'ac-

Fig. 7.21 - Rilievo batimetrico del fondale del frigidarium di Mercurio in direzione est-ovest.

qua non ha reso possibile determinare, all'esame visivo con la telecamera, lo stato di conservazione degli arconi e delle quattro nicchie, e di conseguenza neanche un eventuale rilievo fotogrammetrico delle stesse è stato possibile.



Note

¹ Shao-Wen Yang and Chieh-Chih Wang - *Dealing with Laser Scanner Failure: Mirrors and Windows* - Robotics and Automation, 2008. ICRA 2008. IEEE International Conference on, 3009-3015.

² Borriello M., D'Ambrosio A., *Baiae Misenum*, Leo S. Olschki Editore, Firenze, 1979 e Rakob.

³ Borriello M., D'Ambrosio A., *Baiae Misenum*, Leo S. Olschki Editore, Firenze, 1979.

⁴ Rakob, F., *Le cupole di Baia*, in Gigante, M. (a cura di) *Civiltà dei Campi Flegrei*, Atti del convegno internazionale, Giannini Editore, Napoli, 1992.

⁵ Lancaster L. C., *Concrete Vaulted Constructions in Imperial Rome*, Cambridge University Press, New York, 2005.

⁶ Paoli P. A., *Antichità di Pozzuoli*, 1768.

⁷ Maiuri A., *I Campi Flegrei, dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma*, quarta edizione riveduta e aggiornata, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1958.

⁸ Borriello M., D'Ambrosio A., *Baiae Misenum*, Leo S. Olschki Editore, Firenze, 1979.

⁹ Lancaster L. C., *Concrete Vaulted Constructions in Imperial Rome*, Cambridge University Press, New York, 2005.

7. La metodologia di ripresa e i risultati ottenuti con i software 123D Catch e Remake

8. Le geometrie della cupola di Mercurio

Una volta verificata la correttezza della mesh ottenuta attraverso il rilievo fotogrammetrico e confrontatala con i dati ricavati dal rilievo metrico diretto, è stato possibile utilizzarla per procedere alla ricerca delle matrici geometrico-configurative della superficie voltata e delle sue aperture.

Già nelle fasi iniziali dello studio è emerso come la maggior parte delle fonti considerassero la cupola di Mercurio come una calotta sferica in virtù della analogia formale che la lega al Pantheon. Uno studio più approfondito sulla curvatura della superficie voltata fu effettuato da Friedrich Rakob che, rilevata fotogrammetricamente la cupola nel 1992 ebbe ad osservare che la sezione risultante “non si presenta come una curva a semicerchio o come un segmento di semicerchio ma sembra invece composta da due raggi - irregolarità che l’occhio non rileva contemplando l’edificio finito, - e che deve ugualmente essere conseguenza in primo luogo del probabile metodo seguito nella gettata della calotta”. La sezione generatrice su cui si basa la copertura voltata del *frigidarium* di Mercurio secondo la lettura di Rakob è costituita da una curva policentrica a due raggi di curvatura di cui il maggiore è superiore al raggio del tamburo su cui è costruita la cupola, conformando di fatto il suo sesto come acuto, e con il raggio minore che risulta essere la metà del maggiore. La parte sommitale della volta non è visibile grazie alla presenza dell’ampio oculo che scava la superficie in prossimità dell’intersezione con l’asse di rotazione dove sarebbe stata altrimenti evidente la cuspidale generata dalla rotazione di un arco ogivale.

La presenza di una superficie scabra, dovuta all’erosione degli

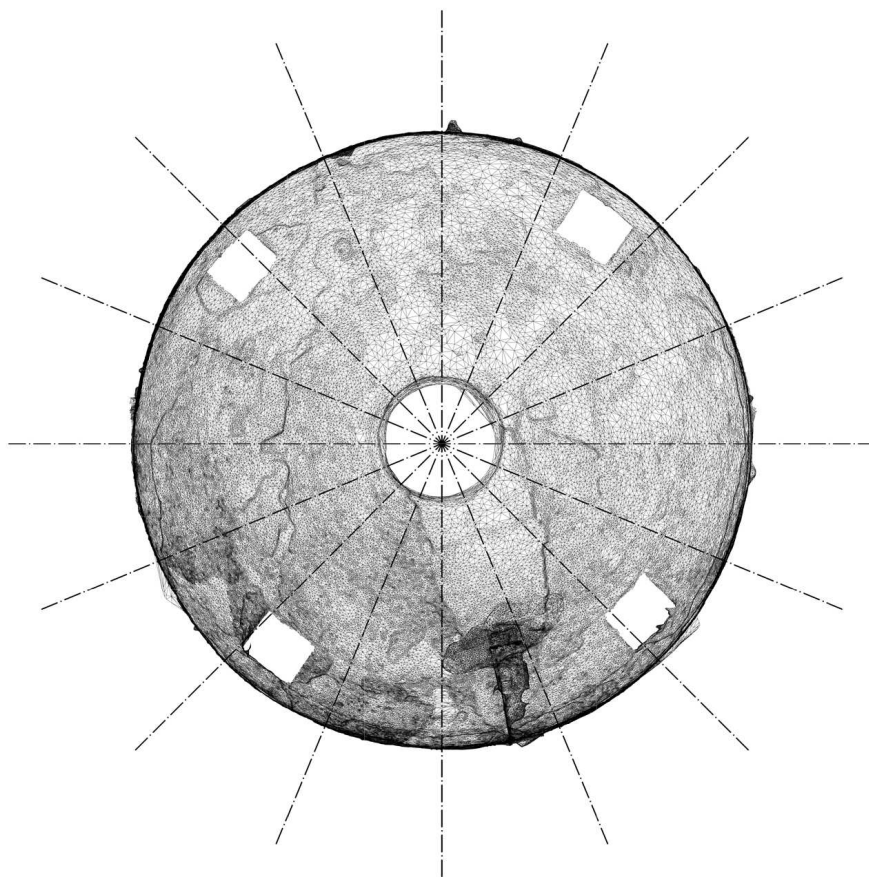
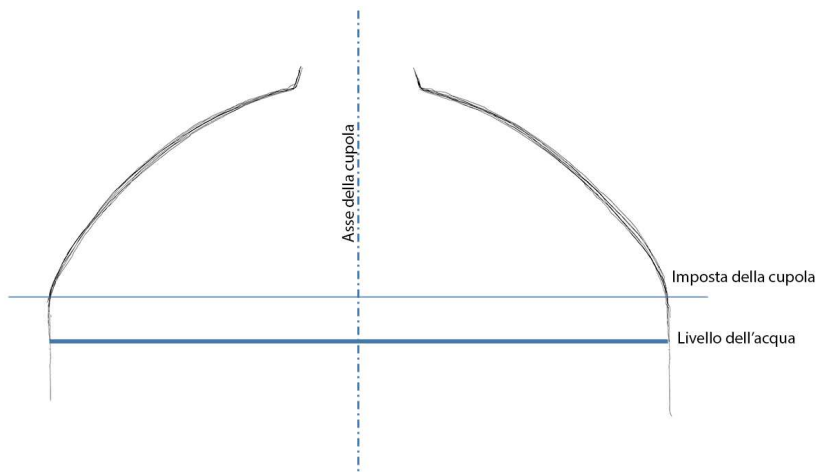
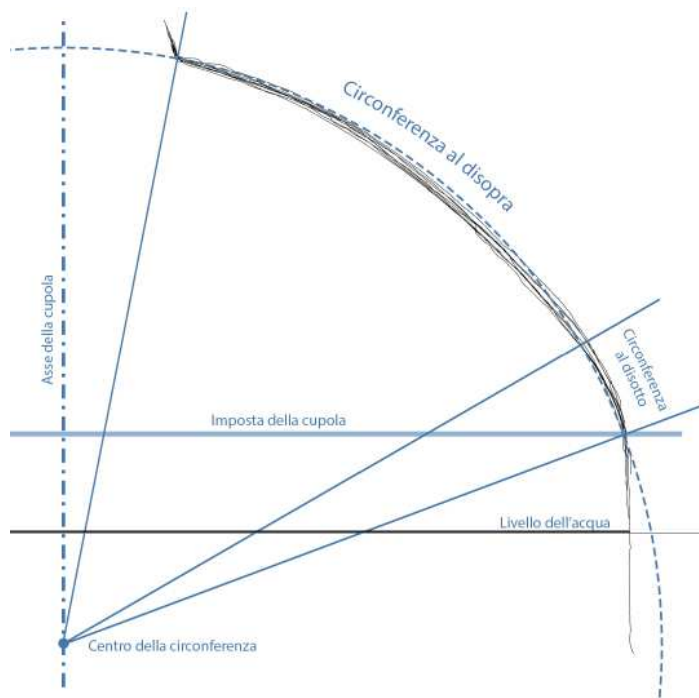


Fig. 8.1 - A fronte: sezioni della mesh ricavate da piani di sezione passanti per il centro della cupola.

Fig. 8.2 - Confronto tra le sezioni della cupola e una generatrice circolare, la cui sezione avrebbe comunque avuto bisogno di un ulteriore raccordo per congiungersi al tamburo in maniera continua.



agenti atmosferici, alle ricuciture a seguito dei crolli e alla sottrazione dei materiali di rivestimento interni, ha richiesto una verifica più approfondita dell'intera mesh ottenuta dal rilievo fotogrammetrico al fine di individuare la legge geometrica della curva generatrice, basata sui dati pubblicati da Rakob.

La mesh della cupola è stata sezionata da otto piani verticali in modo da ottenere altrettante sezioni del profilo rilevato.

Successivamente le curve ottenute dalle suddette sezioni sono state confrontate con un arco di circonferenza, che avrebbe costituito una cupola a sesto ribassato e con una curva a due raggi derivata da quella disegnata da Rakob che avrebbe invece determinato una cupola a sesto acuto. È importante sottolineare la non visibile differenza ad occhio nudo tra la generatrice circolare

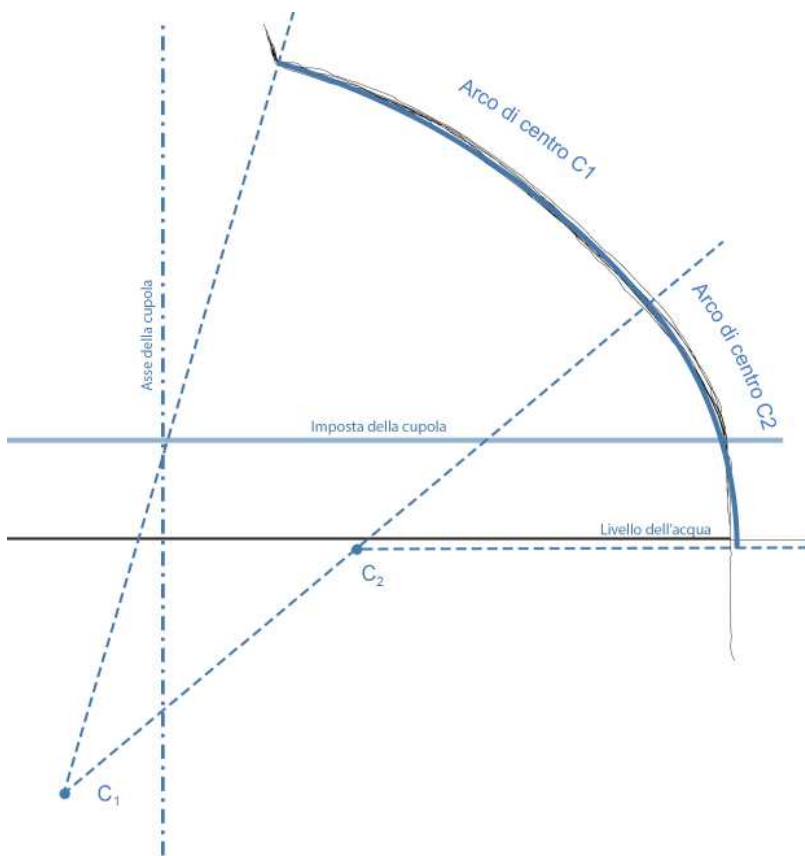


Fig. 8.3 - Confronto tra le sezioni della cupola e una generatrice policentrica secondo l'ipotesi di Rakob.

re a sesto ribassato e quella policentrica.

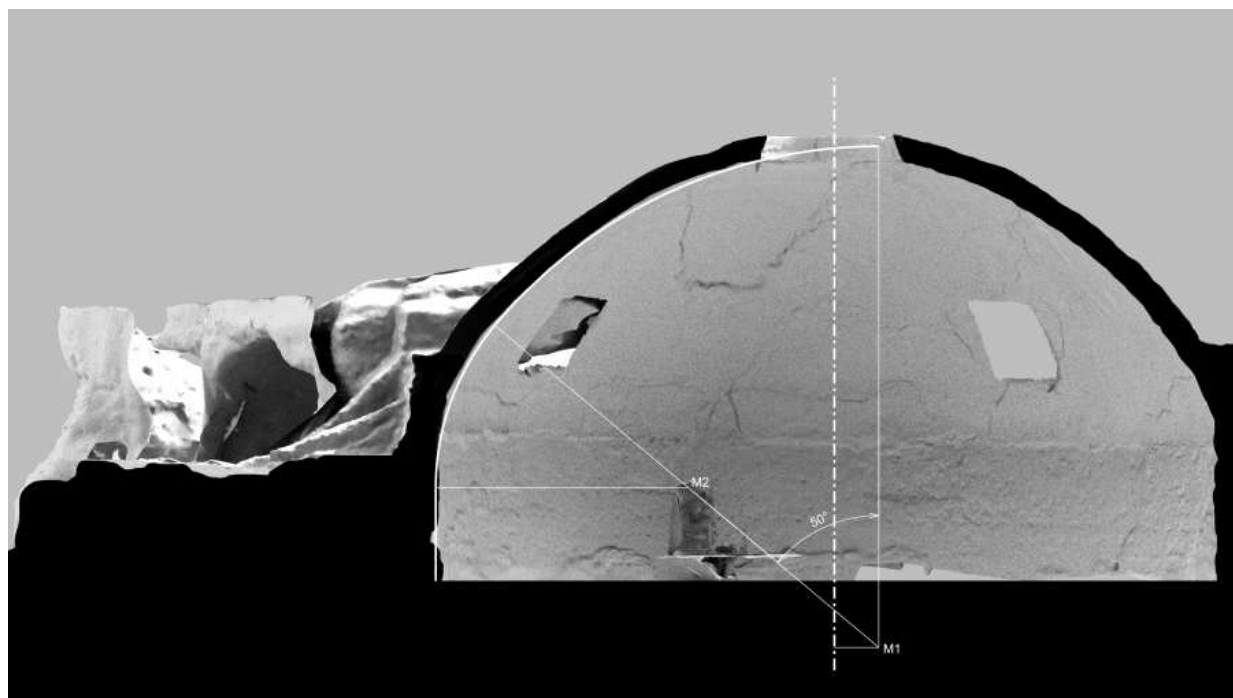
Il paragone tra le curve ricavate dalla sezione della mesh e l'arco di circonferenza ha messo in evidenza come questa si discosti dalle curve di sezione portando alla mancata corrispondenza fino ad un massimo di 33 cm e che a fronte di una buona corrispondenza nella parte bassa della cupola (fino ad una altezza di circa 35°), procedendo verso la chiave si verifica un progressivo allontanamento dalle sezioni della mesh.

La curva policentrica individuata da Rakob invece, oltre a ricadere praticamente in ogni punto all'interno delle due sezioni estreme, presenta un errore massimo quantificabile in 21 cm, risultando perciò molto più aderente allo stato dei luoghi.

Fig. 8.4 - Confronto tra la sezione della cupola e una generatrice policentrica secondo l'ipotesi di Rakob.

Da un confronto tra le due curve è inoltre evidente come tra queste esista una marcata differenza soprattutto nella parte sommitale della cupola dove, dal punto di vista statico, evidentemente la curva a sesto acuto permette il vantaggio di verticalizzare ulteriormente i carichi in favore di una maggiore stabilità della costruzione. L'adozione del sesto acuto per la cupola, individuato da Rakob e da questi ritenuto conseguenza dalla tecnologia utilizzata per la realizzazione delle centine, rispecchia anche una particolare sapienza costruttiva di tipo tecnico/tecnologico più che teorico, che trovava nelle cupole di Baia (e quindi anche in quelle di Venere e Diana, che condividono con quella di Mercurio il profilo ogivale della cupola) un'occasione ideale e unica di sperimentazione costruttiva e spaziale.

Vale la pena ricordare che il discostarsi delle sezioni radiali dal



profilo ideale della curva policentrica così come individuata da Rakob è da imputarsi anche alle deformazioni che hanno interessato la copertura voltata nel corso dei secoli e rilevate da Lancaster. È altresì importante notare come i dissesti abbiano interessato prevalentemente la cupola (che, ricordiamo, è stata ricucita da Maiuri in quanto presentava un profondo squarcio sul lato meridionale) ma non il tamburo che la sorregge.

Infatti, da un confronto planimetrico tra il tamburo rilevato fotogrammetricamente e la curva circolare di ugual raggio è facile notare come le due curve si sovrappongano perfettamente, a dimostrazione della cura progettuale e della abilità tecnica e tecnologica con cui i costruttori romani hanno edificato il complesso, che ancora oggi ne ricalca con esattezza il profilo, senza

Fig. 8.5 - Confronto planimetrico tra una circonferenza e il tamburo del frigidarium di Mercurio.

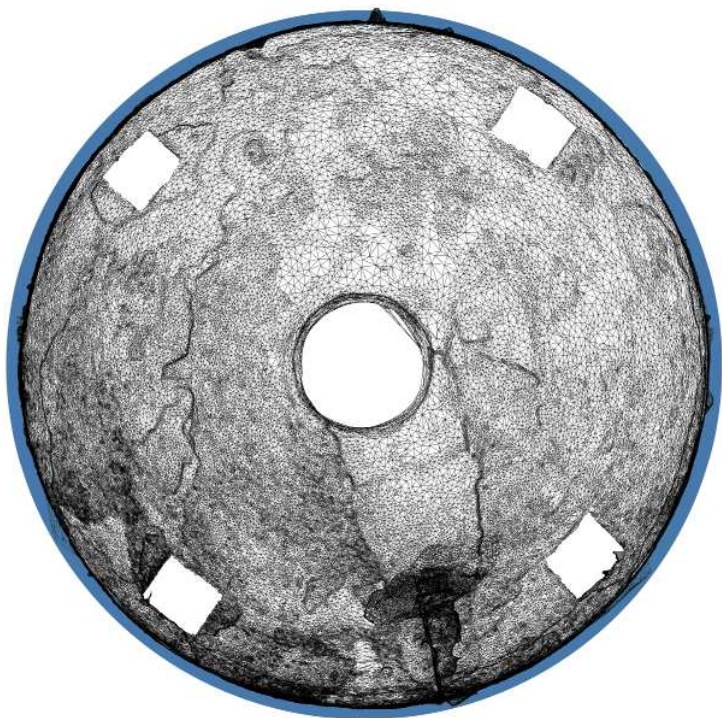


Fig. 8.6 - L'arco a est e la nicchia resi visibili dal drenaggio dell'acqua in occasione dei restauri di Maiuri

aver risentito in modo sensibile degli effetti della spinta della collina a ovest in cui è innestato, grazie all'adozione di soluzioni strutturali idonee a contenerla.

Una volta definita la geometria generale dell'intera cupola si è potuto proseguire con lo studio delle aperture che ne articolano l'interno. La principale apertura che è possibile osservare oggi sul tamburo del *frigidarium* di Mercurio è quella posta a est, e cioè alla destra di chi entra dall'odierno accesso. Il maestoso arco risulta parzialmente sommerso e il livello dell'acqua non consente di osservare la direzione della tangente alla curva nel suo punto di imposta, rendendo così impossibile, allo stato attuale, definirne con esattezza la matrice geometrica. Le foto storiche scattate da Maiuri in occasione del restauro del 1931, costituendo una testimonianza fotografica e non un'incisione trasfigurata dalla volontà artistica dell'autore, rappresentano una preziosissima risorsa da cui poter derivare, mediante un processo squisitamente geometrico, la posizione di archi e nicchie collocati sul tamburo



e che oggi risultano totalmente o parzialmente sommersi. In esse infatti viene mostrato l'arco nella sua interezza, essendosi utilizzate, al momento dello scatto, pompe idrovore allo scopo di riportare alla luce il letto di detriti che ancora giacciono sul fondo dell'aula.

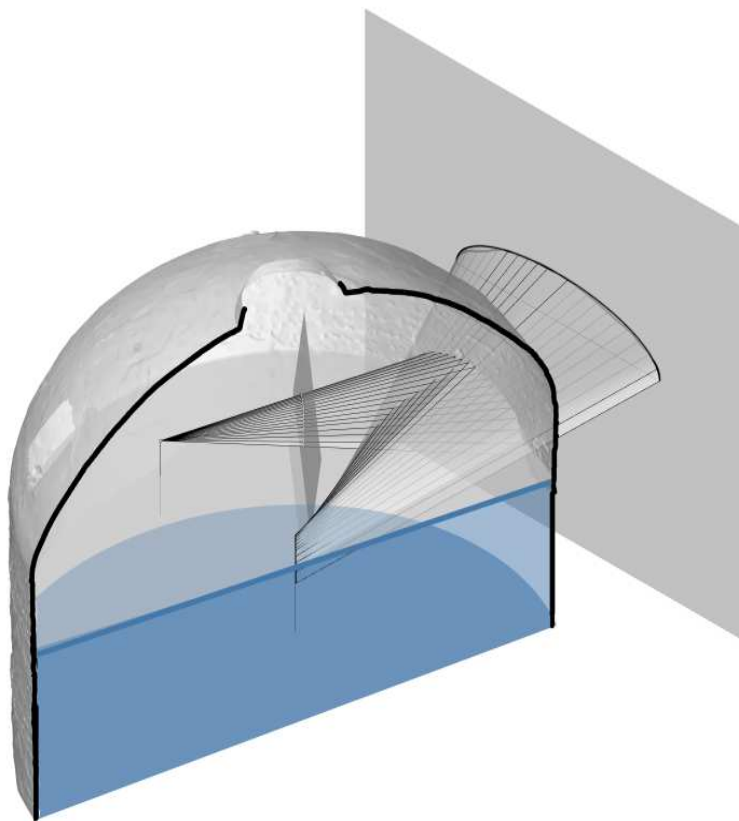
Considerando l'immagine fotografica come una prospettiva è possibile individuare delle corrispondenze tra questa e un'adeguata immagine prospettica della mesh ricavata dal software regolando opportunamente la posizione del punto di vista, la direzione dello sguardo e la lunghezza focale dell'obiettivo di ripresa. Solo in seguito si è proceduto ad individuare, sul piano dell'immagine fotografica, la curva piana che ricalcasse la linea dell'arco ritratta in foto con la migliore approssimazione. Tale curva piana, immagine prospettica di una curva gobba che delimita l'arco sulla superficie cilindrica, si ritrova sul piano del fo-

Fig. 8.7 - Corrispondenze tra l'immagine fotografica e la mesh.



Fig. 8.8 - Costruzione del conoide a partire dai punti individuati sul tamburo della cupola.

togramma. Proiettando la stessa dal punto di ripresa della foto, ovvero dal punto di vista della prospettiva che dalla foto risulta equivalente, si viene a creare una curva gobba definita dall'intersezione della superficie cilindrica del tamburo con il cono che ha per direttrice la spline collocata sull'immagine fotografica. L'intersezione tra il cono di rette che proietta la curva piana dal piano del fotogramma alla superficie del tamburo definisce in tal modo la forma dell'arco lungo l'intradosso del profondo muro sul quale poggia la cupola. Lungo lo spessore di tale muratura, al fine di creare un varco avente una superficie intradossale con generatrici orizzontali è stato costruito un conoide conver-



gente sull'asse centrale della cupola, ed estendendolo nell'altra direzione fino ad un piano ausiliario posto all'esterno del cilindro del tamburo e ortogonale alla generatrice di chiave della curva e necessario a specificare la forma della direttrice verticale del conoide, si è potuta studiare infine la matrice geometrica della direttrice per il conoide ottenuto dall'immagine fotografica.

Fig. 8.9 - In alto: planimetria e sezione del conoide che, intersecato con il tamburo, genera la curva gobba dell'arco a est.

Fig. 8.10 - In basso: confronto tra una ellisse e la proiezione della curva che definisce oggi l'arco a est.

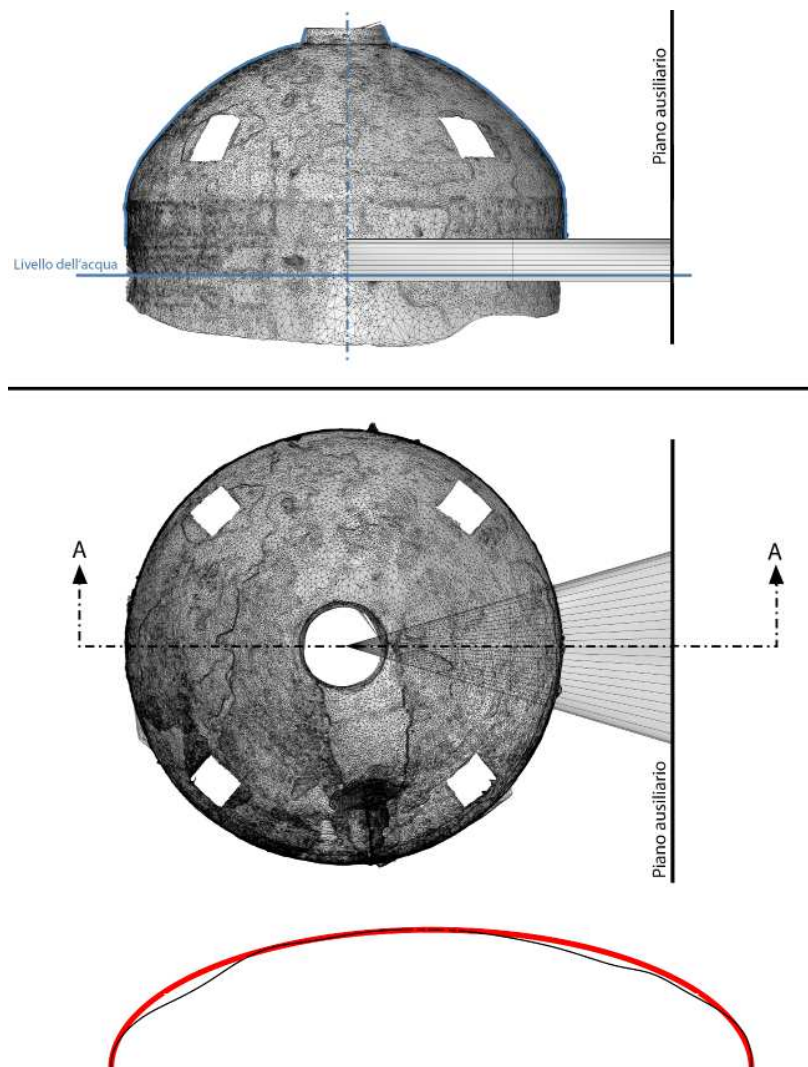


Fig. 8.11 - L'arco a ovest

Nonostante l'irregolarità della curva è stato possibile, mediante un confronto diretto, avviare un processo di ricerca della forma che ha preso in considerazione diverse tipologie di curva. In particolare la ricerca si è concentrata sul confronto tra la direttrice e tre tipologie di curva: un arco di circonferenza, una curva policentrica a tre centri e un arco di ellisse. Delle tre quella che ricalca più fedelmente la curva rilevata è l'arco di ellisse, che presenta una buona corrispondenza lungo tutta l'estensione dell'arco e che dunque si presume sia la curva ideale utilizzata come direttrice del conoide in fase di costruzione.

Infine bisogna considerare che la valutazione della matrice geometrica ideale dell'apertura è resa più complessa da fattori (come l'antichità della struttura, la natura sismica del suolo e la presenza costante di acqua) che hanno interessato la bucatura sul tamburo, la quale oggi non risulta nettamente definita, ma presenta lievi segni di degrado che ne rendono irregolare il contorno.

Un altro punto fondamentale della presente ricerca è costituito dalla definizione delle matrici geometriche delle delle nicchie,



visibili in incisioni e rilievi antichi, e che non risultano visibili perchè sommerse dall'acqua. La presenza delle nicchie è stata riportata. Da un confronto delle planimetrie prodotte dagli studiosi nel corso degli anni è emerso come quelle che riportavano la presenza delle nicchie, sebbene coerenti in merito posizione, non fossero concordi per quanto riguarda la loro dimensione. Allo stato attuale la presenza dell'acqua e la sua torbidità hanno reso impossibili non solo le normali operazioni di rilievo, ma anche semplice stima visiva della loro posizione e stato di conservazione. Si è fatto perciò ricorso ancora una volta alle

Fig. 8.12 - In alto: costruzione del conoide a partire dai punti individuati sul tamburo della cupola.

Fig. 8.13 - In basso: confronto tra una ellisse e la proiezione della curva che definisce oggi l'arco a ovest.

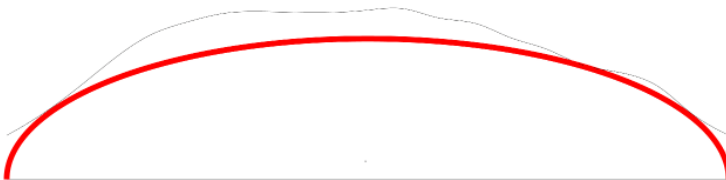
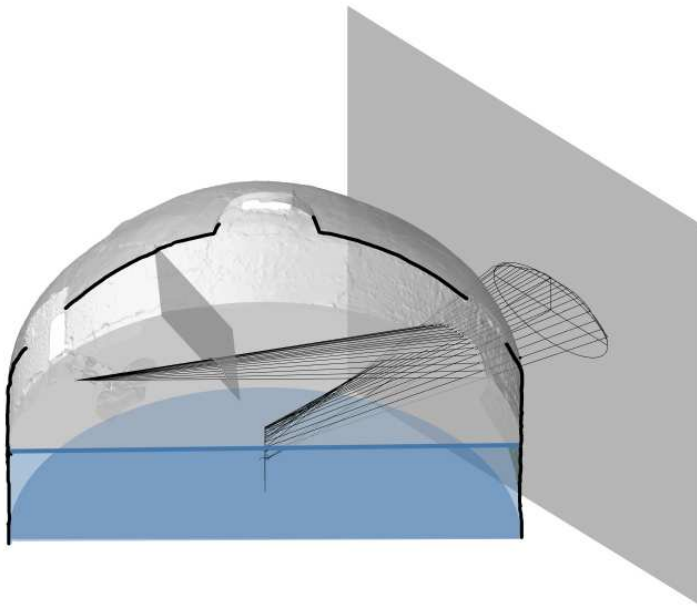
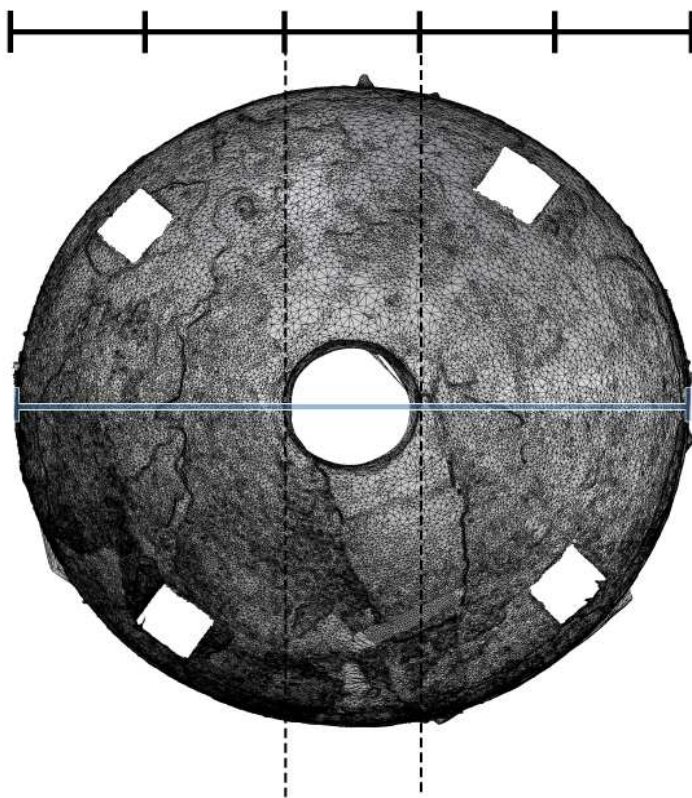


Fig. 8.14 - La misura dell'oculo è $1/5$ del diametro della cupola.

immagini di archivio che ritraevano l'interno del *frigidarium* prosciugato dall'acqua.

Applicando lo stesso metodo impiegato per la definizione della geometria dell'arco a est è stato possibile individuare una curva piana che ricalca nel modo più fedele possibile l'immagine fotografica per poi proiettarla sul cilindro di base. Conseguentemente si è costruito il conoide che genera la bucatura sul tamburo.

Dalle fotografie sono visibili solo due delle quattro nicchie che dovevano aprirsi sul tamburo, per cui la collocazione e la definizione geometrica delle due nicchie poste a ovest è basata sui

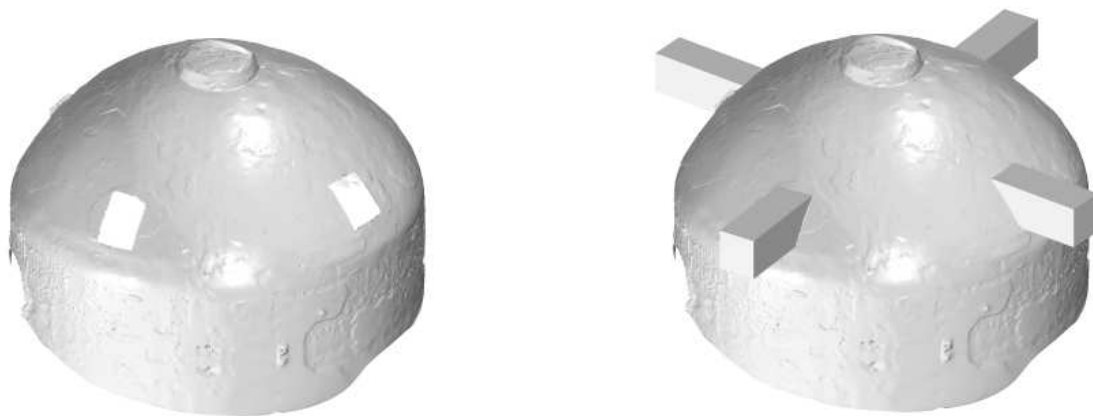


rilievi storici che in planimetria le posizionano simmetricamente rispetto alle due già rilevate.

Alla sinistra dell'ingresso odierno, verso ovest, si apre un altro grande varco, che però non risulta visibile in nessuna delle foto d'archivio, per cui la metodologia impiegata per lo studio della geometria dell'arco a est e delle nicchie è stata applicata alle fotografie scattate in fase di sopralluogo e di rilievo per ricercare i principi geometrici che ne hanno definito le dimensioni.

Già in occasione del rilievo è emerso come questa apertura presentasse il suo punto di chiave posto ad una quota di circa 25 cm più bassa rispetto alla sua simmetrica a est. I due archi appaiono differenti anche nei dipinti che ritraggono l'interno del *figidarium*, in cui è ben visibile la regolarità della curva che definisce l'arco orientale rispetto a quella dell'arco occidentale. Tale irregolarità è palese ancora oggi e, anche se le sue cause non sono chiare, vale la pena farne cenno perchè il chiarimento di questo punto potrebbe aiutare a comprendere come la grande sala circo. Procedendo secondo lo stesso metodo adottato in precedenza

Fig. 8.15 - In basso: le bucatore sulla cupola determinate dall'intersezione con 4 parallelepipedi.



si è potuto notare che il profilo dell'arco risulta fortemente irregolare, con l'evidente difficoltà di ricarcarlo con una curva regolare riconducibile ad un'ellisse, dalla quale si discosta con un errore superiore ai 30 cm. Questa evidenza porta a supporre che possano essere crollati i numerosi frammenti di muratura che avrebbero definito l'apertura più nettamente. Osservando l'arco a est inoltre è chiaramente distinguibile, nel tessuto murario, una interruzione nell'orditura dell'*opus reticulatum* che lascia spazio a un arco in laterizio. Per l'apertura a ovest invece non sembra sia stato adottato lo stesso accorgimento, almeno allo stato attuale della ricerca: un eventuale arco di scarico non risulta oggi visibile e la sua eventuale presenza potrà essere confermata attraverso specifiche indagini sulla composizione muraria del tamburo in quell'area. Considerato ciò, non è dato sapere, allo stato attuale della ricerca, se la bucatura sul tamburo sia coeva alle altre o se sia stata ricavata in seguito a causa di mutate necessità di fruizione degli ambienti causate dai fenomeni bradisismici o da un nuovo regime delle acque.

La parte voltata del *frigidarium*, è caratterizzata da cinque aperture.

La più caratteristica ed evocativa della similitudine con il Pantheon è sicuramente l'oculo circolare. La circonferenza piana che taglia la superficie di rotazione della cupola all'intradosso presenta un diametro maggiore rispetto a quella che troviamo all'estradosso, e ciò per permettere un a maggiore penetrazione dei raggi solari nello spazio interno della sala circolare in modo da poter favorire l'ingresso della luce per meglio illuminare l'ambiente sottostante. All'intradosso il diametro dell'*oculus* misura 4,35m, 1/5 di quello della cupola. Già in occasione del

rilievo di Rakob si è potuta constatare la mancanza di corrispondenza tra il centro dell'oculo e l'asse intorno a cui è costruita la cupola, confermato da un confronto svolto a partire dal rilievo effettuato tra la circonferenza del tamburo e quella dell'oculo all'intradosso, stimando un leggero disassamento di quest'ultimo di circa 21 cm verso ovest.

In posizione pressappoco intermedia tra l'oculo e l'imposta, la cupola presenta quattro finestroni che contribuiscono ancora oggi a illuminare ulteriormente l'ambiente. All'intradosso queste bucatore, tutte uguali tra loro, seguono i paralleli della cupola, mentre gli stipiti sono ottenuti da sezioni della volta con un piano verticale non passante per l'asse di rotazione. All'estradosso invece si può notare che la forma delle singole aperture varia leggermente alla base, in quanto verso sud-ovest il tamburo risulta leggermente più alto.

8. Le geometrie della cupola di Mercurio

9. Interpretazione dei dati rilievo e confronto con gli studi precedenti

9.1 Destinazione d'uso degli ambienti

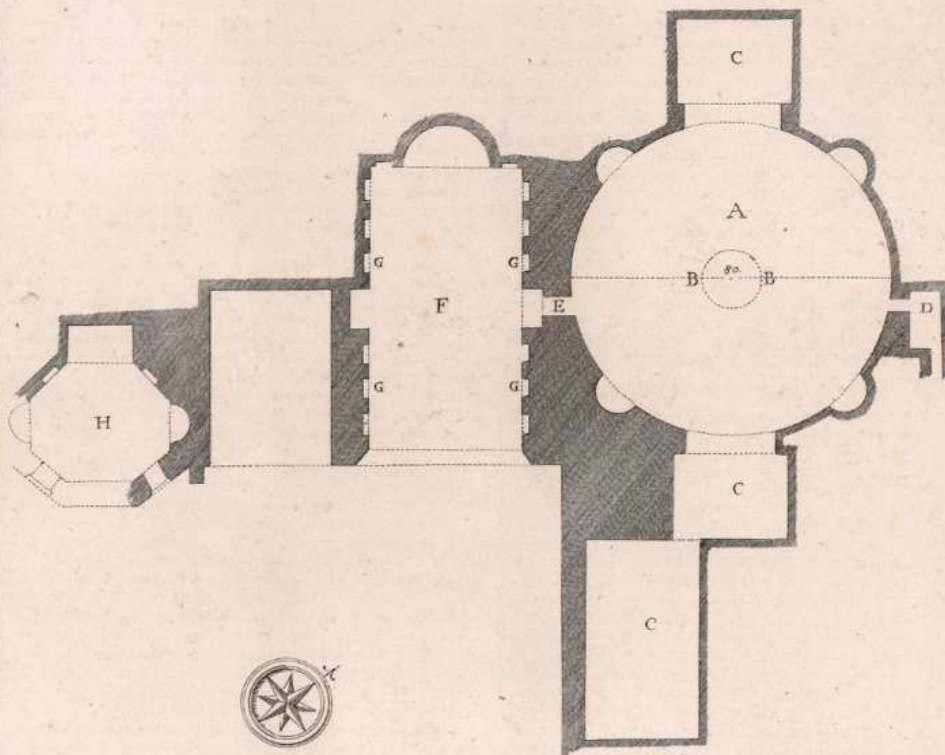
Dal rilievo della cupola di Mercurio sono sorte questioni fondamentali riguardo le relazioni che questa instaurava con gli ambienti circostanti che, sebbene modificati nel corso del tempo, dovevano probabilmente far parte insieme alla grande sala voltata di un complesso termale piuttosto articolato.

Le prime osservazioni sistematiche sui resti di Baia, e in particolare sulla cupola di Mercurio e sugli ambienti ad essa attigui, risalgono alla fine del XVIII secolo quando il Paoli, trovandosi a visitare queste sale, descrisse in modo particolareggiato l'ambiente sormontato dalla cupola di Mercurio, che ipotizzò fosse un *frigidarium*. Nella nota a corredo della Tav. LVI del suo "Antichità di Pozzuoli" ne descrive l'aspetto: "Ciò merita osservazione mentre questo luogo non meno per la sua graziosa architettura, consistente in un tondo adornato di nicchie, e di recessi con camere CC; coperto da una volta che lascia un'apertura in mezzo per dar aria e lume, del diametro BB, che per gli stucchi che l'ornavano, non poteva esser destinato che ad uso assai nobile; né può intendersi come dovesse avere un ingresso così angusto"¹.

Già quando Paoli osservò il complesso termale, l'ingresso al "tempio" avveniva da un'apertura ricavata nella parete sud, in corrispondenza di una nicchia (oggi interrata ma di cui resta leggibile l'arco) che riduceva sensibilmente lo spessore murario. Erano inoltre visibili, a causa di un livello dell'acqua molto più basso rispetto a quello odierno, le quattro nicchie visibili nella tavola a corredo del testo.

PLANTA
del Tempio di Mercurio
o Terme a Baja

ICHNOGRAPHIA
Templi Mercurii
seu Thermarum Bais



Scala
di palmi Napolit.
di palmi Romani
di piedi di Parigi
di piedi di Londra



Regula
palmor. Neapolit.
palmor. Romani.
pedum Parifior.
pedum Londinen

Thom. Rossa Arc.

*Fig. 9.1 - Pianta delle terme di Mercurio,
Paolo Antonio Paoli, 1768.*

Anche la descrizione fatta da Gaetano D’Ancora² nel 1792 appare basata quasi integralmente sugli studi del Paoli così come d’altronde segnalato dalle stesse parole dell’autore³. Nel dettaglio la descrizione data per la sala termale di Mercurio sottolinea ancora la presenza di quattro nicchie e di sorgenti termali emerse in seguito al prosciugamento delle acque stagnanti: “Appena cento passi lontana resta l’altra fabbrica stimata senza verun appoggio Tempio di Mercurio, da’ Paesani chiamata Truglio. Consiste anche questa in una gran rotonda di bella, e giusta proporzione, in cui s’intromette la luce da un’apertura nel mezzo della volta; ha quattro nicchie intorno, ed il diametro interiore è di 183 palmi. Vi si fa l’esperienza di un bell’eco, sentendosi due persone, che parlano a voce bassa in faccia al muro l’uno situato opposto all’altro, mentre chi sta in mezzo non sente cosa alcuna: il che prova che la volta è ellittica⁴. Pochi anni fa essendo state disseccate le acque stagnanti, che occupavano la sua parte inferiore, si è scoperto il condotto dell’acqua che cadeva sul piano della medesima; per cui apparisce chiaramente di essere stata una Piscina delle terme Bajane: tanto più che vi si sono trovate molte stanze colle fonti, e co’ letti di fabbrica destinati a’ loro usi. L’abbondanza delle acque termali sul lido Bajano, ci porta a crederla con più precisione una piscina per le medesime, la quale veniva sotto il nome di Caldarium, e formava parte del Laconicum, o sia stufa. È notevole l’analogia tra la nostra, e l’antica stufa Pisana⁵ descritta da Francesco Robertello nel XII. Tomo di Grevio⁶. Ambedue son di figura rotonda⁷ ed a volta, colle nicchie, e le finestre⁸ da temprare il calore, e coll’occhio sotto la cupola per introdurre il lume, e co’ canali intorno per introdurre l’acqua all’altezza, che si voleva.”⁹

In occasione dei restauri del 1931, Amedeo Maiuri ipotizzò, per la grande rotonda di Mercurio l'uso a *frigidarium*, lasciando però intendere anche la possibilità di un uso termale delle sue acque: “Ma non era questo di Baia un comune *frigidarium*, poiché data la presenza delle fonti minerali e termali nel sottosuolo e la ubicazione stessa di queste Terme addossate e quasi inserite entro la collina, come per meglio catturarne alle ime radici le ascose polle, appar chiaro che i cosiddetto “Tempio di Mercurio” altro non era se non una grandiosa natatio, una specie di laghetto artificiale, di stagnum, di acque termali e minerali per cure di bagni e d'immersioni medicamentose”¹⁰.

Con l'ampliamento avvenuto intorno al III secolo, in età severiana, il complesso termale di Mercurio si estese a Sud attraverso la realizzazione di altre tre sale, probabilmente per sfruttare un regime delle acque termali differente da quello originario¹¹.

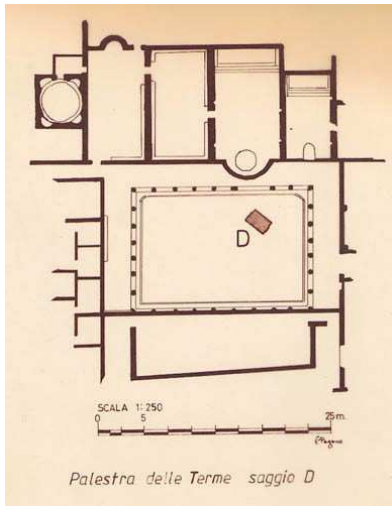
Il Paoli descrive così l'ambiente più prossimo alla sala di Mercurio: “Il primo ha molte nicchie GG, ed una più grande da ciascheduna parte. In quella E essendo stato rotto il muro si ha presentemente il passaggio per andare nell'altro luogo o Bagno A¹²; cosicché mancandovi anticamente quest'ingresso, e non essendovi porta alcuna, bisognerà concludere, che l'entrata fosse per la sola parte D, cioè per un corridojo così angusto, che non arriva a palmi tre di larghezza”¹³.

Riprendendo l'interpretazione di Mario Napoli che aveva letto l'ampliamento come un complesso termale autonomo ed indipendente dalla sala di Mercurio, Guglielmo De Angelis D'Ossat propone invece un modello caratterizzato dall'additività delle sale rispetto all'impianto più antico, sia per la comunanza delle sorgenti di calore, sia per la disposizione delle nuove fabbriche

che risultano allineate allo stesso fronte del “Tempio di Mercurio: “Particolare interesse doveva avere il complesso delle nuove aule, le cui tarde strutture laterizie vengono a collocare il Tempio di Mercurio in un più ampio ambito termale. La maggiore, di forma rettangolare allungata nel rapporto 2:1 affianca quella circolare preesistente; è nobilmente conformata con abside finale e rincassi sui lati, mentre la volta a botte è a tutto sesto con lucernario quadrangolare mediano”. Continuando poi con la descrizione della seconda sala voltata a botte ipotizza anche un possibile legame con la trattatistica antica nelle proporzioni individuate da Vitruvio per gli ambienti termali¹⁴.

Il complesso si chiude con una sala su pianta ottagonale, che costituisce il terminale della sequenza di ampliamenti risalenti al III secolo e sporge rispetto all’allineamento delle altre due sale voltate a botte. Una suggestiva proposta di lettura di questo spazio, anche in funzione di una sua possibile configurazione originaria, viene da Italo Sgobbo: “Questo ninfeo era costituito da una sala ottagonale, coperta da cupola, e sporgente sull’allineamento delle altre sale con tre lati dell’ottagono. Il lato mediano anteriore era completamente aperto. Chi entrava nella palestra poteva così scorgere nell’interno del ninfeo le statue collocate in una grande abside rettangolare della parete di fondo e in singole absidi semicircolari delle due pareti laterali intermedie. Sulle absidi e sulle due pareti laterali posteriori si vedono singoli finestroni ciechi: veri finestroni, invece, stavano nelle due pareti laterali anteriori in aggetto nella palestra, e questi, insieme con l’ampia apertura dell’ingresso, illuminando direttamente le statue nelle absidi, davano loro spicco nella penombra dell’am-





biente. L'edificio misura nell'interno, tra le pareti parallele, 30 piedi romani, ossia m 8,90, un terzo, dunque, del diametro del colossale ninfeo delle "Terme di Venere", al quale esso, nelle proporzioni in tal misura ridotte, somigliava"¹⁵.

Anche Guglielmo De Angelis d'Ossat descrive questo ambiente e lo mette in relazione a impianti termali simili, soprattutto per quanto riguarda la soluzione distributiva della sequenza lineare degli ambienti "Sarebbe inconsueta e degna di rilievo l'attuale piena comunicabilità di queste sale con gli spazi esterni se fosse accertata l'originaria completa assenza della parete divisoria, che potrebbe trovare analogie in terme ostiensi e ricollegarsi a lontane consuetudini orientali (...) Per queste più tarde sale mi sembra incontrovertibile il movente dell'ampliamento termale, spiegabile con la inconsueta situazione di una grande terma

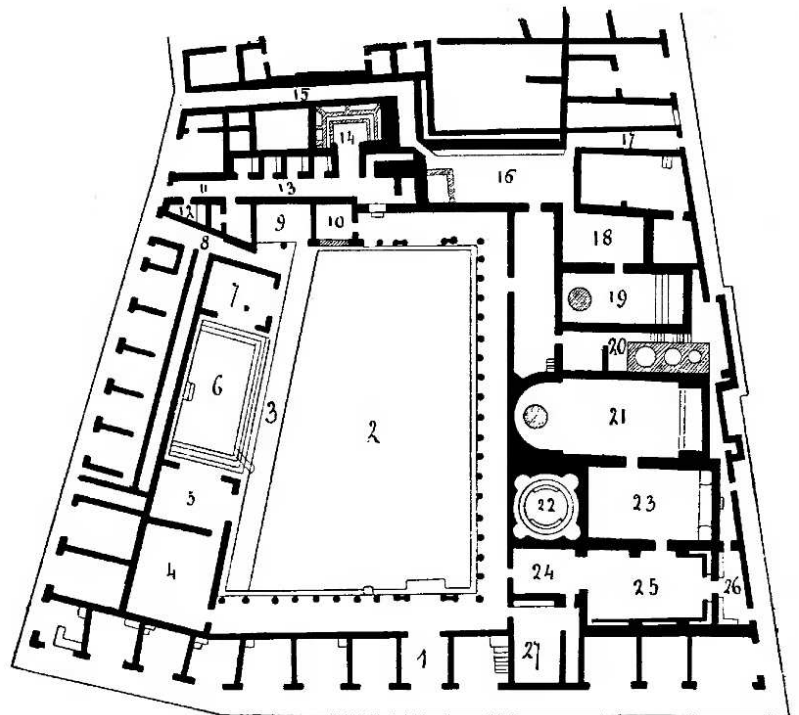


Fig. 11.9 - A fronte: Esterno delle terme di Mercurio. Si noti il passaggio tra l'apodyterium e il frigidarium e le nicchie tipiche di questo tipo di ambiente.

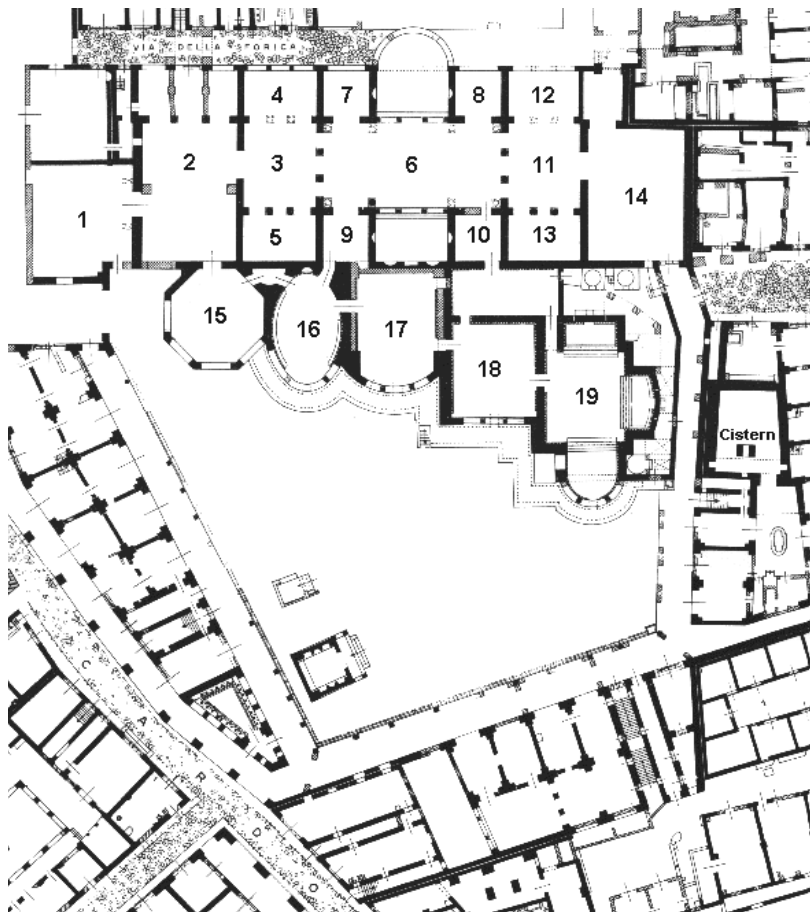
Fig. 11.9 - Terme Stabiane di Pompei.

Fig. 11.9 - Terme di Ercolano.

fornita soltanto di una vastissima aula. Come abbiamo veduto le nuove sale rispettano norme e tipologie tradizionali; anche l'accostamento della sala allungata con la grande aula circolare viene a rievocare e ad ingigantire un abbinamento tipico delle antiche terme campane.”¹⁶

Dalla lettura delle fonti emerge quindi come la complessità delle stratificazioni realizzate nei secoli sull'area delle Terme di Mercurio rendesse difficile la lettura del complesso archeologico da diversi punti di vista. Innanzitutto è da evidenziare una difficoltà nella datazione delle strutture che, in mancanza di altre fonti,

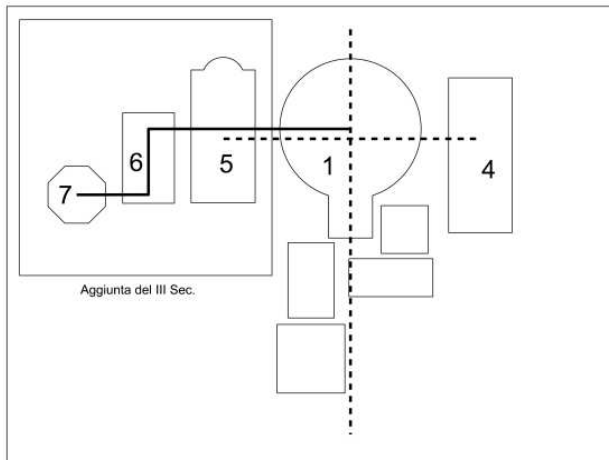
Fig. 9.5 - Terme del foro di Ostia.



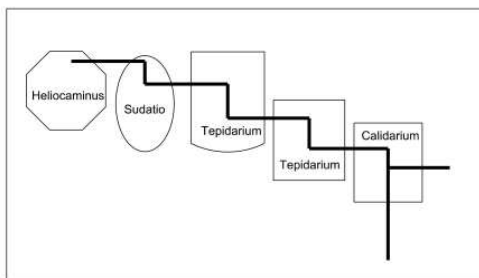
9. Interpretazione dei dati di rilievo e confronto con gli studi precedenti

Fig. 9.6 - Schemi distributivi degli impianti termali di Baia, Ercolano, Ostia e Pompei.

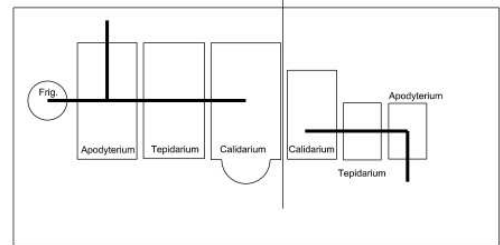
viene attribuita a partire dall'analisi delle tipologie murarie o considerando l'adozione di particolari soluzioni strutturali e stilistiche¹⁷. In secondo luogo, dai testi consultati nel corso della presente ricerca, è emersa una oggettiva difficoltà da parte degli studiosi nell'attribuire una destinazione d'uso certa a tutti i settori e gli ambienti e a delimitarli nettamente in quanto esistono zone di parziale sovrapposizione e soprattutto la possibilità che gli ambienti siano stati adibiti a usi diversi nel corso della loro storia a causa di mutate condizioni dell'irregimentazione delle sorgenti termali. Infine, proprio a causa delle numerose stratificazioni di cui ancora non si comprende bene l'esatta evoluzione



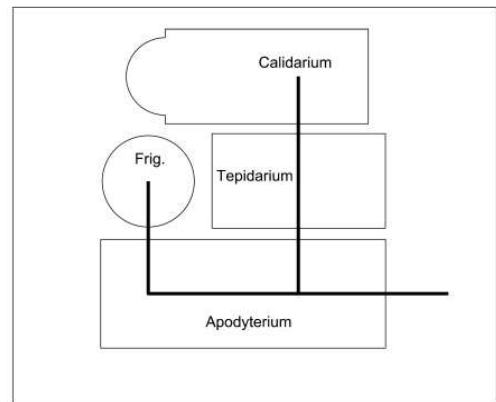
Baia I Sec. a.C. - III Sec.



Ostia - Terme del Foro II Sec



Ercolano Terme del Foro I Sec.



Pompei Terme Stabiane II Sec. a. C.

e per la difficoltà nel datarle, l'individuazione delle relazioni esistenti tra i diversi ambienti risulta particolarmente difficile, anche per causa dell'incompletezza e della parzialità delle emergenze architettoniche.

9.2 I possibili collegamenti tra gli ambienti

Una possibilità di lettura del complesso termale in chiave organizzativa e relazionale tra gli spazi può essere suggerita dalla comparazione con le planimetrie di complessi termali analoghi in termini geografici, cronologici e formali. In particolare si è tenuto conto della disposizione planimetrica degli spazi e delle relazioni esistenti tra questi e il sistema dei collegamenti.

Il primo grande complesso termale che vale la pena considerare, sia per la prossimità geografica che per essere precedente a quello di Baia, è quello delle Terme Stabiane di Pompei. In esse è possibile osservare la centralità del grande spazio dell'*apodyterium*

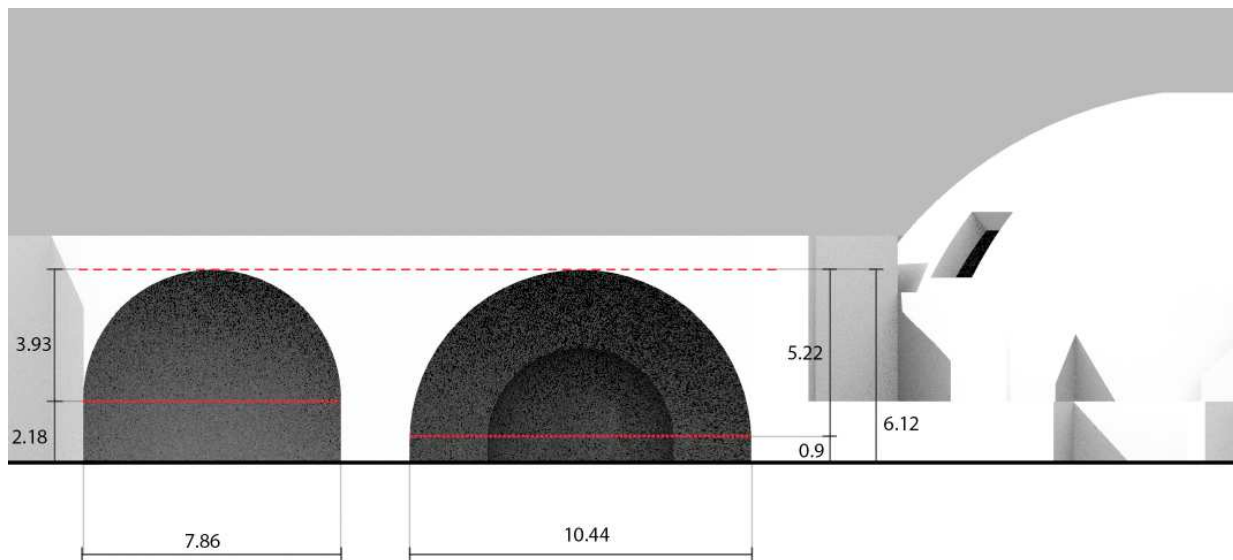
Fig. 9.7 - Confronto tra le dimensioni delle volte a botte che coprono gli ambienti a sud del frigidarium di Mercurio.

Fig. 9.8 - A fronte: Dettaglio della pianta pubblicata da P. A. Paoli, 1768.

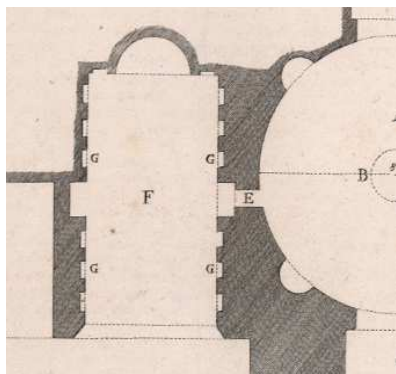
*Fig. 9.9 - A fronte: Dettaglio dell'*apodyterium* dall'incisione pubblicata da P. A. Paoli, 1768.*

*Fig. 9.10 - A fronte: Dettaglio dei resti dell'arco sulla parete nord dell'*apodyterium*, in corrispondenza del varco di accesso alla sala di Mercurio.*

Fig. 9.11 - A fronte: Varco di accesso alla sala di mercurio.



9. Interpretazione dei dati di rilievo e confronto con gli studi precedenti



da cui avveniva l'accesso al complesso termale, e che contemporaneamente consentiva di raggiungere in modo indipendente sia il *frigidarium* che le sale riscaldate del *tepidarium* e del *calidarium* rendendo indipendente la fruizione dei due percorsi.

Nell'altra grande area archeologica campana, Ercolano, gli ambienti sono accessibili secondo lo stesso ordine, ma in questo caso lo sviluppo dei vani segue uno schema lineare, sia per quanto riguarda le terme ad uso maschile che ad uso femminile, con l'accesso dall'*apodyterium* che funge da ambiente di passaggio per raggiungere le diverse sezioni del complesso.

Nelle Terme del Foro di Ostia invece il complesso si sviluppa linearmente, in analogia alla disposizione adottata a Baia con l'ampliamento severiano, e si arricchisce di una sala ottagonale terminale che ancora una volta ricorda molto quella che si può immaginare osservando i resti presenti a Baia a sud delle due sale voltate a botte che affiancano il "Tempio di Mercurio". Questa sala era un solarium ed era strategicamente disposta in modo da poter sfruttare il maggior irraggiamento solare dato dalla sua



collocazione avanzata rispetto alle altre strutture circostanti.

A causa dei numerosi rimaneggiamenti che il complesso termale di Baia ha subito nei secoli risulta difficile attribuire con certezza la destinazione d'uso ad ogni singolo ambiente in quanto questa potrebbe essere variata nel tempo, in particolare con un passaggio da una prima configurazione impostata su un asse est-ovest ad una successiva sviluppata lungo la direttrice nord-sud. Nonostante il Paoli ipotizzi che la sala n.5 potesse essere un ambiente destinato all'utenza femminile¹⁸, è evidente anche una forte analogia sia formale che distributiva con gli *apodyterium* presenti visti sopra. In particolare la presenza delle nicchie di cui fa cenno lo stesso Paoli, visibili anche nelle incisioni a corredo della sua pubblicazione, farebbe pensare proprio a questa destinazione d'uso. Anche la nicchia sul fondo dell'ambiente, che riprende lo schema dei *calidaria*, non è rara da trovare negli *apodyterium* destinati a bagni freddi¹⁹. Inoltre, sebbene il complesso termale di Mercurio sia stato ampiamente analizzato dagli studiosi fin dal XVIII secolo, non è stato possibile trovare, mediante analisi bibliografica, alcuna possibile spiegazione alla simme-

Fig. 9.12 - Dettaglio dell'arco visibile sulla parete sud dell'apodyterium

Fig. 9.13 - A fronte: Pannini, interno del Pantheon.

Fig. 9.14 - A fronte: Ducros, interno del Tempio di Mercurio.





tria planimetrica che sussiste tra i vani n.4 e n.5 rispetto alla sala circolare di Mercurio. Le due volte a botte, tuttavia, presentano altezze diverse in chiave e relative probabilmente alla differenza cronologica nella loro realizzazione. La simmetria, la similitudine planimetrica e le proporzioni dei due ambienti suggeriscono nondimeno la possibilità che entrambi siano stati costruiti contemporaneamente, in posizione simmetrica rispetto alla cupola di Mercurio e probabilmente connessi ad essa mediante camminamenti interni. Secondo tale ipotesi l'ampliamento dell'impianto termale operato nel III secolo potrebbe aver utilizzato le murature preesistenti a sud, con un innalzamento del piano di imposta della nuova volta a botte fino a quella che è possibile osservare oggi, che risulta coincidente a quella degli altri am-





Joan Baptistæ Natali del.

Joan. Vespato sculp. Venetus.

*Fabbrica rotonda a Baja La dicono le Terme
Altri il Tempio di Mercurio ora il Truglio*

*Ædificium ceu Pantheon Baiæ Thermas alii
Alii Mercurii Templum dicunt nunc Truglio*

Fig. 9.15 - A fronte: Giovanni Volpato, interno del frigidarium di Mercurio. 1768.

bienti dell'ampliamento severiano. Tale esigenza potrebbe essere nata dalla necessità di compensare il parziale interrimento delle strutture dovuto al fenomeno del bradisismo, che avrebbe causato un'eccessiva riduzione dell'altezza dei locali.

Sulla base delle fonti iconografiche e delle evidenze architettoniche ancora visibili è possibile effettuare alcune considerazioni sulla possibilità di un collegamento trasversale tra gli ambienti termali del complesso di Mercurio.

Tra il frigidarium e l'apodyterium esiste, come già detto, la traccia di un arco in corrispondenza del passaggio che attualmente consente l'accesso alla sala di Mercurio. L'arco che si apriva nella muratura risulta oggi parzialmente tagliato per consentire l'accesso dalla quota di calpestio attuale, ma ne sono rimasti chiarissimi i resti proprio alla base dell'ingresso attuale. Sulla parete meridionale resta visibile la parte sommitale di un altro arco analogo in posizione precisamente simmetrica rispetto al precedente. La presenza dei due archi potrebbe suggerire la possibilità di un collegamento trasversale tra le tre sale termali 1, 5 e 6, di cui l'apodyterium era quella centrale.

La pianta redatta dal Paoli tuttavia presenta i suddetti archi a coronamento di due ampie nicchie a pianta rettangolare, escludendo dunque la presenza di vani di passaggio.

Osservando la pianta è inoltre possibile notare come l'accesso al frigidarium, al termine del XVIII secolo, avvenisse attraverso un'apertura praticata all'interno della nicchia settentrionale, che appare forata nella sua parete di fondo a differenza della simmetrica nicchia lungo la parete meridionale dell'apodyterium che non presentava tracce di un collegamento con la sala rettangolare minore più a sud, sebbene in presenza di una disposizione

planimetrica compatibile con la linearità di un percorso interno di connessione tra i tre vani 1, 5 e 6.

Dall'analisi della muratura, non ci è stato possibile riscontrare la presenza di tracce visibili di un corrispondente arco lungo la parete settentrionale del vano n. 6 che dunque ci porterebbe a convalidare la pianta del Paoli e ad escludere la presenza di archi di passaggio interni tra gli ambienti termali; il collegamento tra le tre sale potrebbe essere dunque avvenuto esternamente, dagli adiacenti spazi della palestra, in analogia con la soluzione adottata nelle coeve terme del foro di Ostia.

Tuttavia la necessità di una soluzione che consentisse una completa comunicabilità interna degli spazi lungo una direttrice nord-sud, di cui gli archi superstiti sarebbero le evidenze residue, potrebbe essersi verificata in seguito, come riscontrato nelle incisioni di Volpato a corredo del testo del Paoli e nel dipinto di Ducros, che raffigurano l'interno del *frigidarium* e dell'*apodyterium*. Osservando queste opere bisogna però avere l'accortezza di ricordare le incongruenze nelle forme e nelle relative grandezze di alcuni elementi architettonici raffigurati (si faccia caso alle dimensioni del vano di ingresso al *frigidarium*, ad esempio) riflettono il gusto artistico coevo che si discosta da una rappresentazione strettamente analitica in favore di una più idealizzata. Dobbiamo inoltre notare che le prospettive architettoniche adottate risentono della complessità insita nella rappresentazione in un'unica immagine di uno spazio voltato di tali dimensioni e ricordano le volute aberrazioni prospettiche di Giovanni Paolo Pannini nella serie di dipinti dedicati alla maestosa spazialità del Pantheon a Roma che, per contenere la sala nella sua interezza, ha volutamente fatto uso di licenze rispetto

a una prospettiva teoricamente corretta. Tuttavia, nonostante le evidenti incongruenze che emergono dal confronto diretto delle prospettive architettoniche di Volpato e Ducros con l'effettiva conformazione degli ambienti riscontrabile oggi, è possibile riscontrare la costanza di alcuni elementi che si ripetono nelle varie rappresentazioni, alla sala di Mercurio, che testimoniano un ingresso alla sala circolare dall'*apodyterium* (come avviene ancora oggi) già a partire dalla fine del Settecento, sebbene ad una quota di calpestio inferiore a quella percorribile oggi. In particolare il dipinto di Ducros è interessante in quanto mostra la presenza delle nicchie e ci dà un'idea abbastanza dettagliata dello stato di degrado che interessava le strutture murarie, soprattutto in corrispondenza degli arconi.

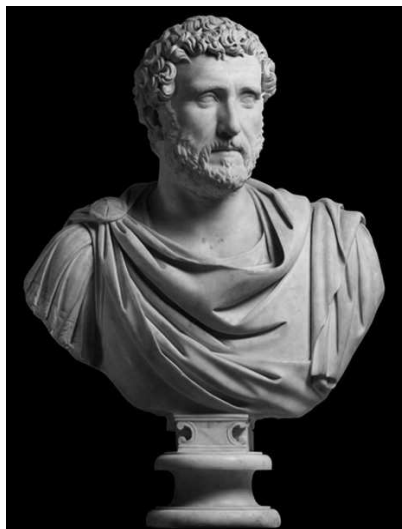
9.3 Le statue del settore di Mercurio

All'interno del settore di Mercurio furono ritrovate, nel marzo del 1850²⁰, quattro statue. Si trattava delle statue di Antonino Pio²¹, Adriano²², Sabina²³ e Plotina²⁴. La presenza di statue che ritraevano gli imperatori in carica durante il periodo di massimo splendore di Baia, e delle loro consorti, non fa altro che confermare le fonti che parlano delle terme baiane come di un luogo frequentato dai ceti più abbienti della Roma imperiale. Nei documenti rinvenuti presso l'archivio documentale del Museo Archeologico Nazionale di Napoli che testimoniano il ritrovamento delle statue non viene fatto però cenno del luogo esatto del ritrovamento e l'esatta collocazione risulta, allo stato attuale della ricerca, di difficile attribuzione. Delle quattro statue citate, due sono conservate al Museo Archeologico Nazionale di Napoli: si tratta di quella a figura intera di Antonino Pio e del busto

di Plotina.

La presenza delle 4 nicchie nel *frigidarium* di Mercurio, la cui presenza, collocazione e dimensione è testimoniata dalle foto custodite nell'Archivio Immagini del Museo Archeologico Nazionale di Napoli suggerisce la possibilità che fossero collocate statue al loro interno, soprattutto in considerazione del fatto che il

Fig. 9.16 - In senso orario: Adriano, Antonino Pio, Plotina, Vibia Sabina



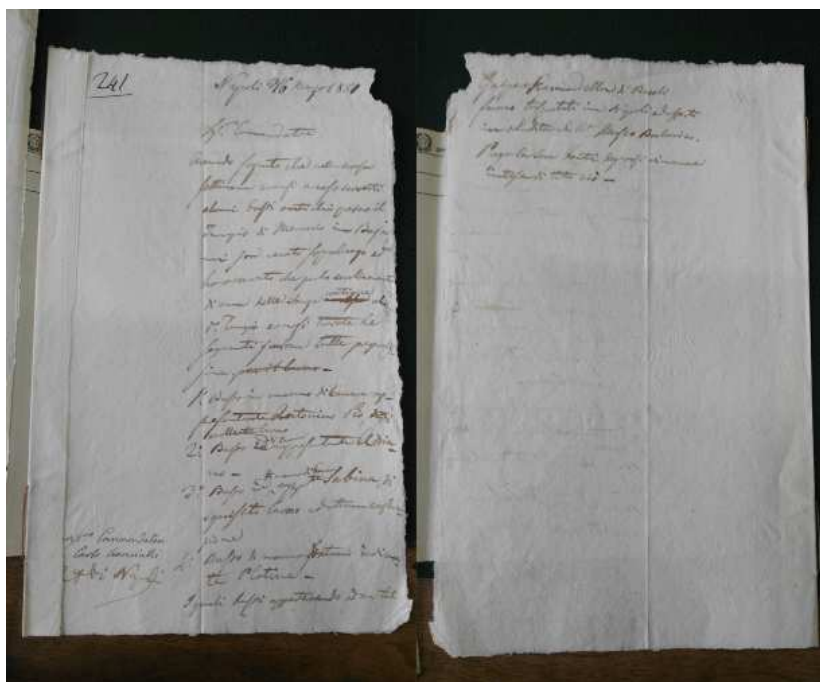
9. Interpretazione dei dati di rilievo e confronto con gli studi precedenti

Fig. 9.17 - Documento che testimonia il ritrovamento di busti presso il "tempio di Mercurio", 1851.

frigidarium era l'ambiente architettonicamente più prestigioso dell'intero complesso e che i soggetti delle sculture sono proprio gli imperatori che regnarono a Roma durante il II secolo.

Una possibile alternativa alla collocazione delle statue nella grande sala circolare di Mercurio potrebbe venire dalle considerazioni di Italo Sgobbo²⁵, che immaginava la sala ottagonata posta all'estremità meridionale del complesso decorata con statue che, collocate all'interno di nicchie, venivano illuminate direttamente dalla luce solare.

Nonostante entrambe le letture siano particolarmente evocative di una configurazione indubbiamente affascinante, allo stato attuale della ricerca non si è riusciti a risalire al luogo esatto del ritrovamento delle statue, che potevano decorare tanto il *frigidarium* di Mercurio quanto la sala ottagonata secondo l'ipotesi di



Sgobbo o anche altri ambienti. Inoltre vale la pena considerare che effetti luminosi altrettanto se non più interessanti di quelli che secondo Sgobbo si sarebbero potuti verificare all'interno della sala ottagonata si sarebbero verificati anche all'interno del frigidarium di Mercurio, e con un impatto ben più profondo sui visitatori. Infatti le nicchie, oggi non più visibili a causa dell'innalzamento del livello dell'acqua, si sarebbero trovate in condizione di essere illuminate dal cilindro di luce proveniente

Fig. 9.18 - Simulazione di una statua illuminata dalla macula luminosa che entra dall'oculo.

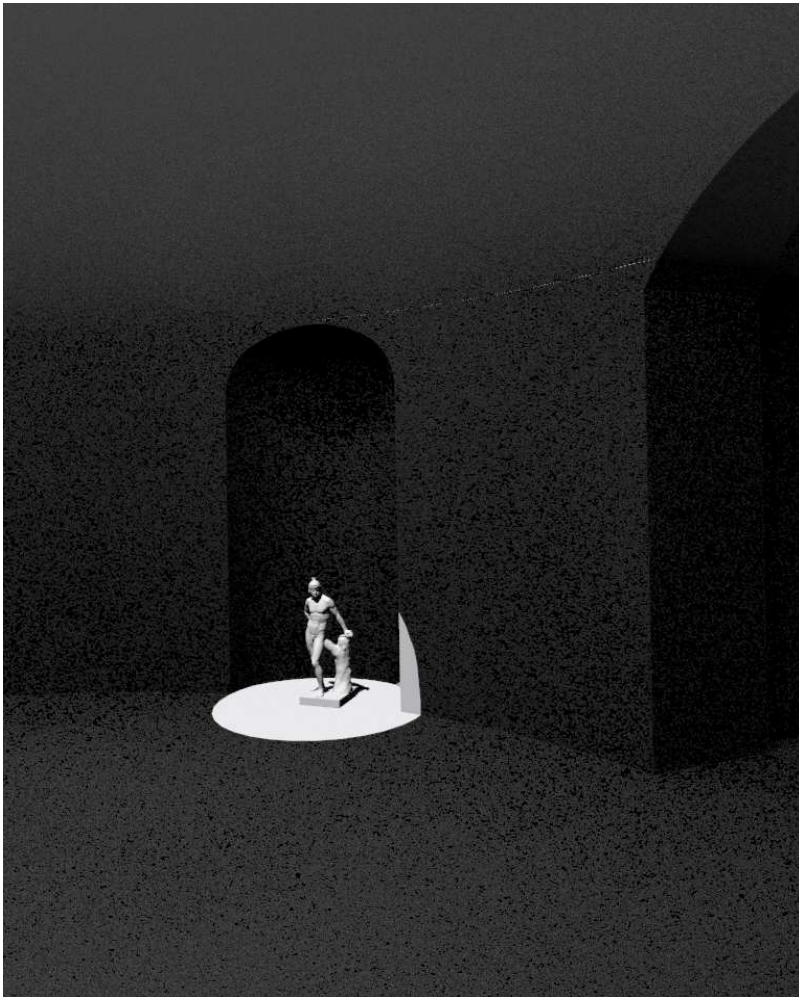


Fig. 9.19 - I resti dei decori musivi sull'intradosso dell'apodyterium.

dall'oculo centrale della cupola in maniera analoga a quanto avviene in teatro con l'occhio di bue.

9.4 Decorazioni musive delle superfici voltate

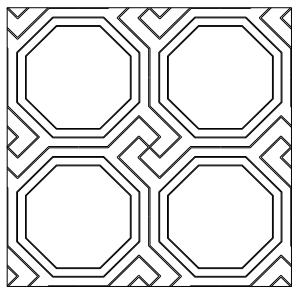
Le ricche decorazioni musive che dovevano ornare l'interno delle sale termali del complesso di Mercurio sono ancora parzialmente visibili sia come piccole superfici decorate che come tracce lasciate dalle tessere sul loro letto di posa. I mosaici sono del tipo con tessere in pasta vitrea e con tessere in materiale lapideo. Le tessere dei mosaici in pasta vitrea sono quadrate e misurano circa mezzo centimetro di lato. A pasta vitrea sono decorati il



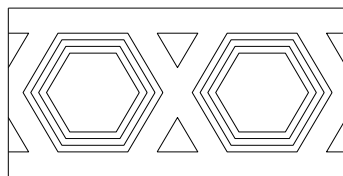
frigidarium di Mercurio (ambiente 1), la sala rettangolare parzialmente interrata a nord (ambiente 4), e la sala che ospita il fico capovolto (ambiente 6). Durante i sopralluoghi si sono rinvenute tessere di colore verde, bianco e rosso ma l'avanzato stato di degrado delle decorazioni musive non lascia che pochi resti ancora visibili, mentre si riescono ancora a leggere i segni lasciati sulla malta dal decoro che però non lascia intuire in questa sala un possibile motivo grafico, probabilmente perché la creazione del disegno era affidata al colore delle tessere più che alla loro disposizione.

I mosaici in materiale lapideo, con tessere sempre quadrate ma di circa 1 cm di lato, sono presenti nella sala ottagonata (ambiente 7) e nella maggiore delle sale voltate a botte (ambiente 5); rispetto ai mosaici in pasta vitrea la tavolozza dei colori risulta invece ridotta al solo bianco e nero, in analogia ai mosaici presenti in altri settori del parco archeologico²⁶ e ciò che resta delle decorazioni risulta più completo. Inoltre la maggiore dimensione delle tessere, combinata con il motivo bicromatico delle decorazioni, rende ben leggibile il disegno dei motivi ornamentali anche nelle parti dove il mosaico non è più presente ma sono chiare

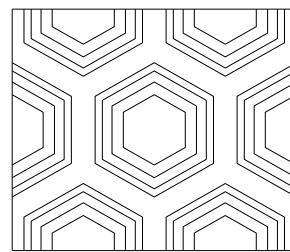
Fig. 9.20 - Confronto tra diversi pattern decorativi. Da sinistra a destra: Terme stabiane di Pompei, Terme di Traiano, Terme di Baia.



Terme Stabiane di Pompei
(IV - III Sec. a.C.)



Terme di Traiano (I Sec. d.C.)



Terme di Baia (III Sec. d.C.)

le tracce della sua presenza, come avviene in particolar modo sull'intradosso della volta a botte della sala attraverso cui si accede al frigidarium (ambiente 5), sulla cui superficie sono presenti chiarissimi segni di un motivo ad esagoni.

La presenza dei mosaici negli ambienti delle terme di Mercurio aggiunge un altro elemento alla lettura del complesso, costituendo però anche un ulteriore fattore di criticità per la sua interpretazione in quanto la tipologia di mosaico a pasta vitrea presente negli spazi più antichi (il frigidarium e l'ambiente 4) si ritrova anche in una delle sale (la 6) relative all'ampliamento del III secolo.

Anche se una esatta datazione dell'apparato musivo risulta difficile da attribuire è almeno possibile ipotizzare il motivo decorativo basato su esagoni regolari che caratterizzava l'intradosso dell'ambiente 5, sulla base dei resti ancora visibili.

Per quanto riguarda invece i motivi che dovevano decorare l'interno del frigidarium, non risultano sufficienti dati per ipotizzare un disegno adeguatamente attendibile. Oggi restano visibili sulla cupola cinque fasce entro cui era probabilmente organizzato il decoro, ma non è stato possibile risalire al pattern o al un motivo decorativo che doveva essere collocato al loro interno.

Note

¹ Paoli, *Antichità di Pozzuoli*, 1768, commento alla tavola LVI.

² D'Ancora, G., *Guida ragionata per le antichità e per le curiosità naturali di Pozzuoli e de' luoghi circonvicini*, Napoli, Zambraia, 1792.

³ “La spiegazione delle piante si è ricopiata dal P. Paoli, tuttochè il carattere di alcune fabbriche sia diverso da quello riconosciuto da lui”, in D'Ancora, G., *Guida ragionata per le antichità e per le curiosità naturali di Pozzuoli e de' luoghi circonvicini*, Napoli, Zambraia, 1792, p. IV.

⁴ Dal rilievo effettuato risulta che l'intradosso della volta sia policentrico e non ellittico.

⁵ Per “stufa Pisana” il D'Ancora intende i Bagni di Nerone a Pisa.

⁶ Si fa riferimento al testo *Thesaurus antiquitatum et historiarum Italiae* del 1704, di Johann Georg Graeve, latinizzato Graevius (Naumburg, 29 gennaio 1632 – Utrecht, 11 gennaio 1703).

⁷ I Bagni di Nerone a Pisa hanno in realtà pianta ottagonale.

⁸ I finestrone che si aprono sulla copertura in questo caso sono 8 anziché 4 come avviene a Baia.

⁹ D'Ancora, G., *Guida ragionata per le antichità e per le curiosità naturali di Pozzuoli e de' luoghi circonvicini*, Napoli, Zambraia, 1792, pp. 102, 103.

¹⁰ Maiuri, A., *I Campi Flegrei, dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma*, quarta edizione riveduta e aggiornata, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1958.

¹¹ De Angelis D'Ossat G., *L'architettura delle terme di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, (Roma 4-7 maggio 1976), Accademia nazionale dei Lincei, Roma, 1977, p. 236.

¹² La sala di Mercurio.

¹³ Paoli A, *op. cit.*, commento alla tavola LVI.

¹⁴ “Segue una minore sala, pure rettangolare e coperta a botte, nel rapporto planimetrico 1,5/1; rilievo che queste due proporzioni erano già consigliate da Vitruvio per alcuni ambienti termali” da De Angelis D’Ossat G., *L’architettura delle terme di Baia*, in *I Campi Flegrei nell’archeologia e nella storia*, (Roma 4-7 maggio 1976), Accademia nazionale dei Lincei, Roma, 1977

¹⁵ Sgobbo I., *I templi di Baia*, in *I Campi Flegrei nell’archeologia e nella storia*, Atti dei convegni lincei, Accademia nazionale dei Lincei, Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976

¹⁶ De Angelis D’Ossat G., *op. cit.*

¹⁷ De Angelis D’Ossat G., *op. cit.* p.235; nel testo vedi anche nota (17), p.235: “Gli archi di tipo ribassato non caratterizzano le costruzioni augustee. Quelli semicircolari vennero soppiantati in parte dall’uso degli archi a terzo di cerchio, affermato soprattutto nella Domus Aurea”

¹⁸ Paoli, *op. cit.*, commento alla tavola LVI.

¹⁹ Pasquinucci, M., *Bagno privato e bagno pubblico nel mondo romano*, in Pasquinucci M. (a cura di), *Terme romane e vita quotidiana*, Edizioni Panini, Modena, 1987, p.28; l’utilizzo dell’apodyterium come frigidarium si ritrova a Pompei (Terme Stabiane, Terme del Foro, Terme Centrali,) ed a Ercolano (Terme Suburbane)

²⁰ Vedi figura a margine

²¹ Antonino Pio fu imperatore dal 138 al 161.

²² Adriano fu imperatore dal 117 al 138, anno in cui morì a Baia.

²³ Vibia Sabina era la moglie di Adriano.

²⁴ Plotina apparteneva alla famiglia dei Pisoni, a cui sono attribuiti i resti di una villa nella parte sommersa di Baia. Fu la moglie

dell'imperatore Traiano (che regnò dal 98 al 117) e fu divinizzata da Adriano in seguito alla sua morte avvenuta nel 117.

²⁵ Italo Sgobbo, *I templi di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni linnei, Accademia nazionale dei Lincei, , Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976 con riferimento alla sala ottagonata.

²⁶ Si fa riferimento al settore di Venere, di età adrianea (II secolo).

9. Interpretazione dei dati di rilievo e confronto con gli studi precedenti

10. La geometria dei fenomeni luminosi negli edifici romani

La grande aula circolare voltata delle terme romane di Baia, nota come “Tempio di Mercurio”, ha da sempre affascinato i viaggiatori di ogni epoca per le suggestive caratteristiche del suo spazio voltato. In quasi tutte le rappresentazioni storiche, dalle incisioni settecentesche alle cartoline dei primi anni del Novecento, fino alla moltitudine di immagini che vengono pubblicate sui *social networks* dai visitatori contemporanei del complesso archeologico, emerge però un altro aspetto che caratterizza fortemente lo spazio in termini qualitativi e cioè il rapporto che si instaura tra luce e architettura all’interno dell’aula termale di Mercurio. Il particolare orientamento delle finestre che si aprono sulla cupola rispetto ai punti cardinali e i suggestivi effetti luminosi che la macula luminosa proiettata dal grande oculo genera all’interno del *frigidarium* suggeriscono la volontà dei costruttori romani di integrare la spettacolarità degli effetti luminosi con le necessità pratiche di uso di una sala termale.

La cultura astronomica romana, d’altronde, era perfettamente in grado di progettare edifici allineati a particolari fenomeni astronomici sia per scopi celebrativi e rituali che a favore di più pragmatici obiettivi, quali la scansione del ciclo delle stagioni in funzione delle attività agricole. Inoltre già Vitruvio nel *De Architectura* enuncia i principi da osservare nella fondazione delle città, in particolare l’orientamento del decumano maggiore lungo le direzioni est-ovest¹. Tra gli esempi più celebri che presentano un felice connubio tra capacità costruttive, conoscenze astronomiche ed esigenze simboliche ricordiamo l’Horologium

Augusti e il Pantheon.

Il primo era una meridiana piana formata da una piazza lastricata in travertino e da un monolito in granito proveniente dall'Egitto che faceva da gnomone. Plinio il Vecchio lo descrive così: «All'obelisco che è nel Campo Marzio il divino Augusto attribuì la mirabile funzione di captare le ombre del Sole, determinando così la lunghezza dei giorni e delle notti. Fece collocare una

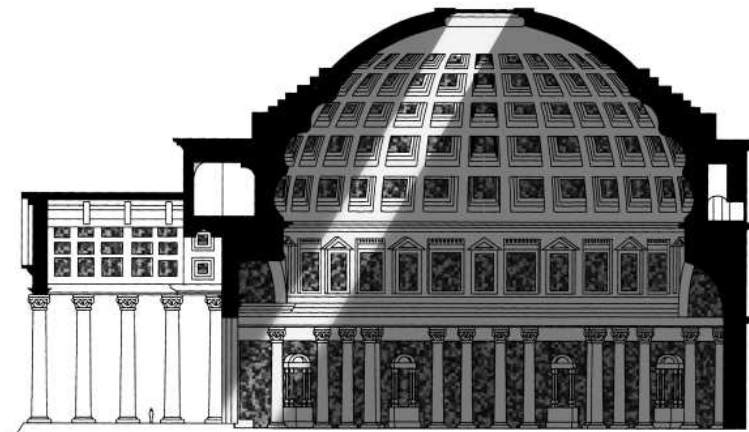


Fig. 10.1 - Ricostruzione dell'Horologium Augusti, immagine tratta da: <https://www.romanoimpero.com>

Fig. 10.2 - Il cilindro di luce proveniente dall'oculus del Pantheon illumina il portale di ingresso.

lastra di pietra che rispetto all'altezza dell'obelisco era proporzionata in modo che, nell'ora sesta del giorno del solstizio d'inverno (21 dicembre) l'ombra di esso fosse lunga quanto la lastra, e decrescesse lentamente giorno dopo giorno per poi ricrescere

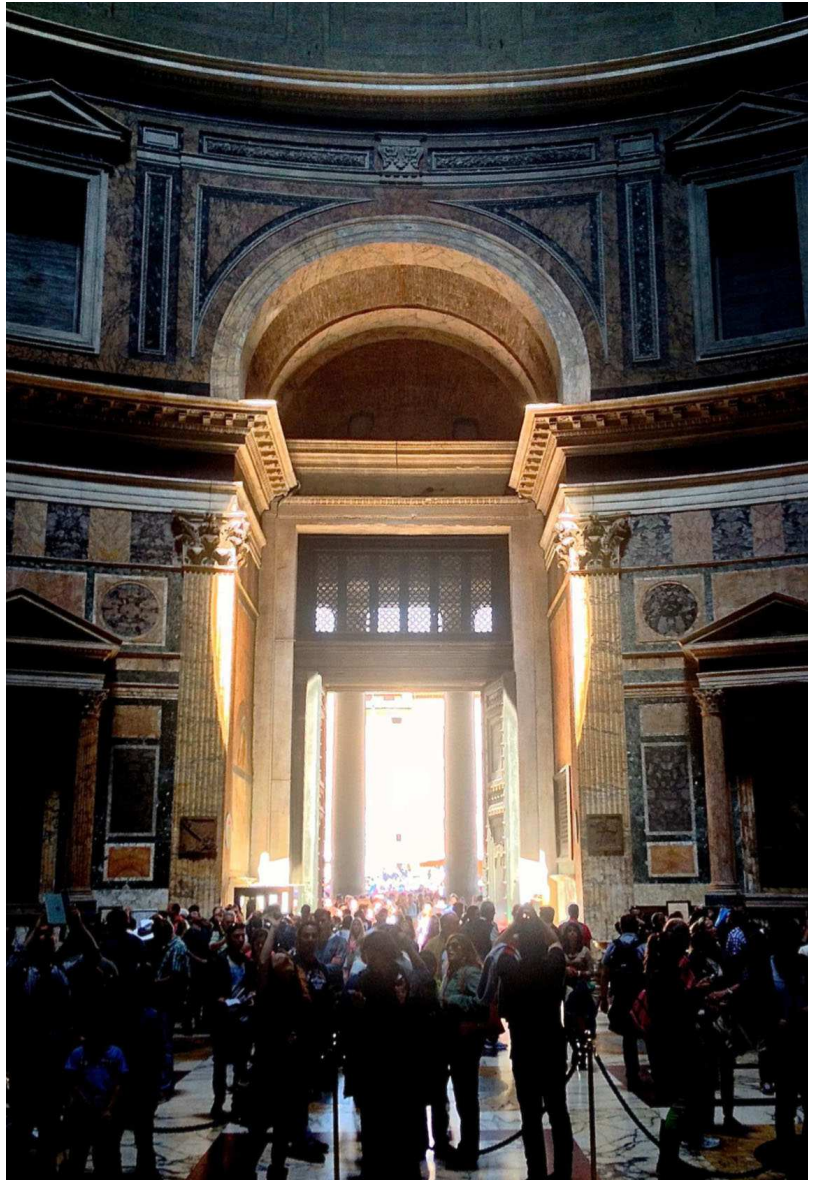
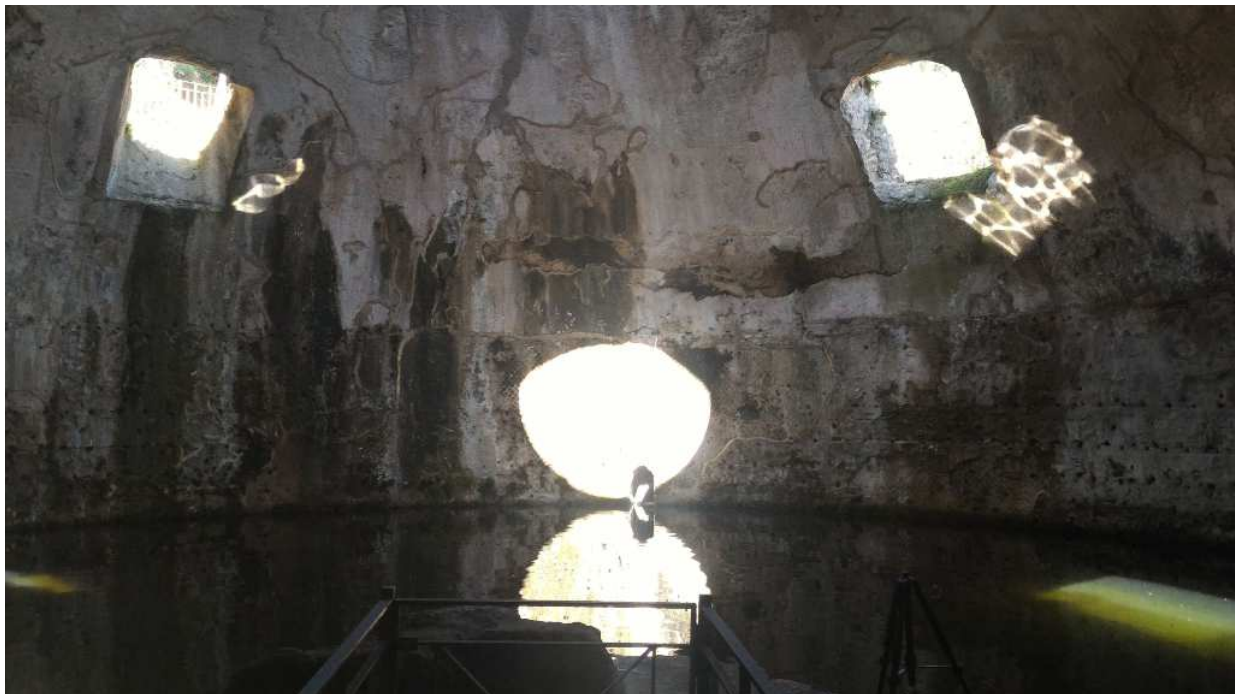


Fig. 10.3 - Il 21 aprile il cilindro di luce proveniente dall'oculo del Pantheon illumina il portael di ingresso. Foto di Marina De Franceschini

di nuovo, seguendo i rigelli di bronzo inseriti nella pietra: un congegno che vale la pena di conoscere, e che si deve al genio del matematico Facondo Novio. Quest'ultimo pose sulla punta del pinnacolo una sfera dorata, la cui estremità proiettava un'ombra raccolta in sé, perché altrimenti la punta dell'obelisco avrebbe determinato un'ombra irregolare»².

La sala voltata delle terme di Mercurio ha da sempre affascinato i suoi visitatori anche per la strettissima relazione formale con quella che è forse la più celebre cupola dell'antichità. Il Pantheon, edificato originariamente da Agrippa, e in seguito ricostruito da Domiziano, ha assunto le forme che è possibile vedere ancora oggi nel 125 d.C., sotto l'imperatore Adriano. La grande cupola misura 43,3 metri di diametro (è la più grande al mondo in cemento non armato) e si apre in sommità con un *oculus* dal

Fig. 10.4 - Fenomeni luminosi all'interno del frigidarium di Mercurio



diametro di 9 metri, unica fonte di luce dell'edificio. La struttura del Pantheon risponde a un rigoroso schema geometrico, con il diametro della volta uguale alla sua altezza che rende possibile inscrivere una sfera immaginaria tra l'intradosso della cupola e il calpestio. Il Pantheon è stato inoltre sapientemente orientato a scopo celebrativo: nella sua regola costruttiva risiede un profondo valore simbolico, legato alla celebrazione del 21 aprile, il *Dies natalis Urbis Romae*, giorno in cui il cilindro di luce proveniente dall'*oculus* illumina il grande portale di ingresso³. Oltre a ciò era possibile, osservando la posizione della macula luminosa sul cassettonato dell'intradosso della cupola, avere percezione del percorso del Sole durante l'anno. Tuttavia, anche se l'utilizzo del cassettonato come un sistema per tracciare i movimenti della macula e tenere conto dello scorrere del tempo fosse in uso per ragioni pratiche, una attenta analisi archeoastronomica svolta da Hannah e Magli sottolinea come il Pantheon comunque non fosse stato progettato per effettuare misurazioni astronomiche di precisione, quanto piuttosto per creare un legame simbolico tra l'edificio e il movimento del Sole sulla volta celeste durante l'anno⁴.

Il "tempio" di Mercurio, così come si presenta oggi, è lontano dalla sua condizione originaria, in cui i rapporti tra la cupola e il tamburo erano significativamente diversi. Tuttavia, a dispetto del progressivo innalzamento del livello dell'acqua dovuto al bradisismo flegreo, all'interno del *frigidarium* di Mercurio è possibile ancora oggi esperire fenomeni luminosi particolarmente suggestivi ed evocativi, seppure in un edificio profondamente diverso dalla sua conformazione originale. La volontà di indagare la presenza di eventuali fenomeni luminosi pensati già

in fase di progetto all'interno del *frigidarium* di Mercurio nasce dall'analogia formale che lo lega al Pantheon e al suo carattere di prototipo sperimentale attraverso cui i costruttori romani avrebbero potuto studiare il modo in cui controllare in modo più semplice e meno rischioso una serie di soluzioni strutturali e formali che dalla "*pusilla Roma*" sarebbe stato poi possibile esportare nella capitale. La presente indagine è diretta quindi soprattutto alla ricerca di quei fenomeni luminosi di cui era possibile fare esperienza all'interno della cupola campana nella loro accezione simbolica e celebrativa più che funzionale al marcare il trascorrere del tempo in modo esatto, con particolare attenzione a quanto avviene in relazione alle aperture presenti sul tamburo.

Note

¹ De Franceschini M., *Archeoastronomia nella Roma di Augusto e Adriano: l'Horologium Augusti ed il Pantheon*, p. 2.

² Plinio il Vecchio, N.H. XXXVI, 72 ss.

³ De Franceschini M, *Il Pantheon di Roma: nuove immagini dei fenomeni luminosi. L'arco di luce*, in Atti del 16° Seminario di Archeoastronomia, Osservatorio Astronomico di Genova 12 - 13 aprile 2014, p. 133.

⁴ Hannah R, Magli G, *The role of the sun in the Pantheon's design and meaning*, in Numen - Archive for the History of Religion, Volume 58, Number 4, (2011), p. 490.

11. Il modello geometrico: la sfera celeste e coordinate azimutali

Lo studio dei fenomeni luminosi che si verificano all'interno della cupola di Mercurio è basato su un modello geometrico che consente di comprendere e riprodurre le direzioni dei raggi solari a una data latitudine, in un dato momento dell'anno.

Osservando il cielo sereno è possibile immaginarlo come una grande cupola ideale sulla cui superficie si manifestano tutti i fenomeni celesti. Questa semisfera, che prende il nome di volta celeste, ha convenzionalmente raggio arbitrario e il suo centro corrisponde alla posizione dell'osservatore. Supponendo la Terra trasparente potremmo immaginare di vedere l'intera volta celeste completa della sua metà inferiore, ottenendo in tal modo una sfera che prende il nome di sfera celeste. Questo modello geometrico è lo strumento privilegiato per lo studio degli eventi celesti e, nel caso specifico del *frigidarium* di Mercurio, diventa di fondamentale importanza per la comprensione dei fenomeni luminosi che si verificano sulle superfici interne della sala termale legati al moto apparente del Sole.

La posizione dei corpi collocati sulla sfera celeste può essere descritta attraverso due coordinate relative ad uno specifico sistema di riferimento. Per le coordinate astronomiche vengono utilizzati diversi sistemi¹:

- sistema altazimutale o orizzontale
- sistema orario
- sistema equatoriale
- sistema eclitticale
- sistema galattico.

Per lo studio della direzione dei raggi solari e per ricercare la data in cui si verificano fenomeni luminosi degni di interesse risulta particolarmente comodo il sistema altazimutale per l'individuazione della posizione del sole. In tale sistema si individuano il polo celeste P e lo zenit Z. Detto O l'osservatore, il piano passante per O, P e Z individua sulla sfera celeste il meridiano astronomico. Per individuare un punto A sulla sfera celeste è necessario tracciare il meridiano passante per Z e per il punto A; questo interseca l'orizzonte nel punto B.

Le coordinate di riferimento sono:

- l'azimut, cioè l'angolo SOB, misurato da sud verso ovest, in senso orario;

Fig. 11.1 - Sistema altazimutale per determinare la posizione di un corpo sulla sfera celeste.

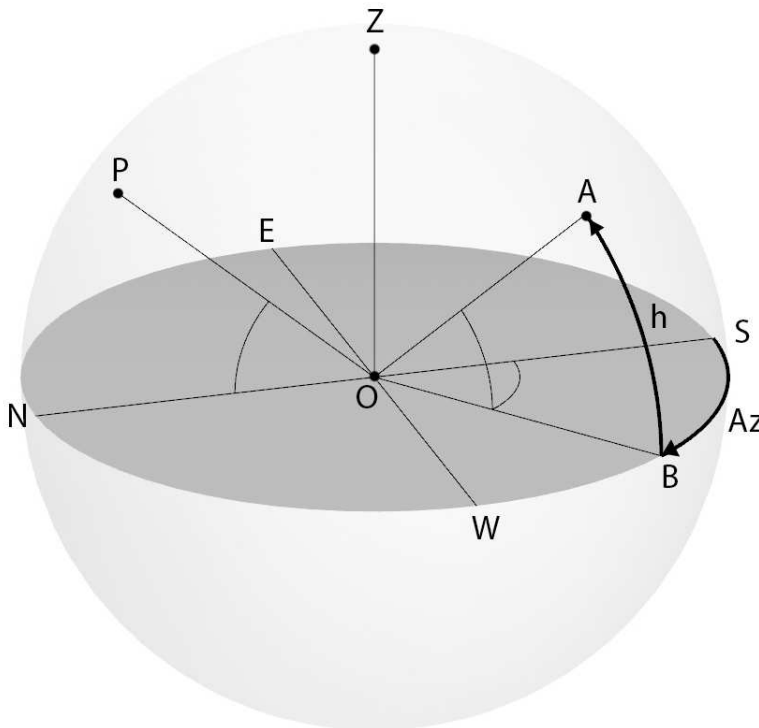
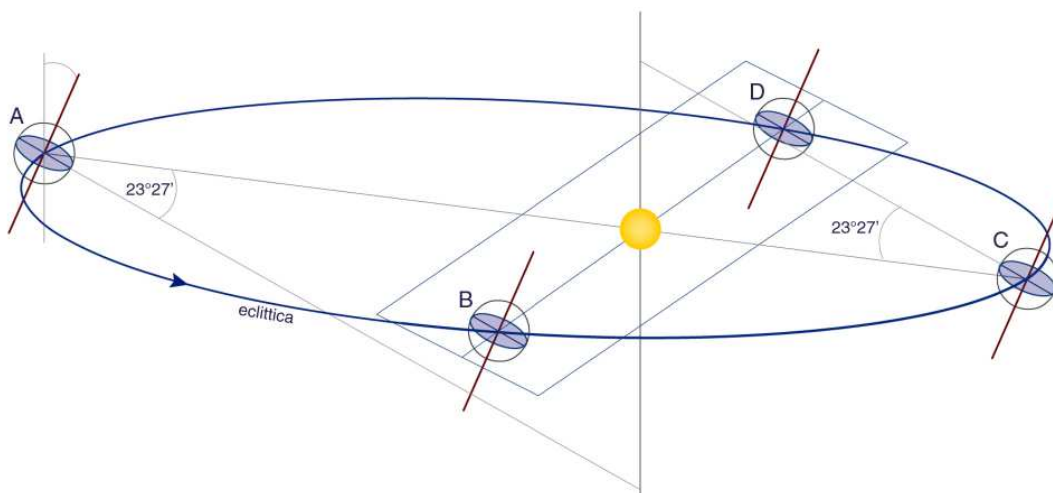


Fig. 11.2 - Schema geometrico del percorso annuale della Terra intorno al Sole.

- l'altezza, cioè l'angolo BOA, misurato dall'orizzonte verso Z. L'altezza del polo P (cioè l'angolo NOP) è detto latitudine astronomica. particolare tale sistema sarà definito da una direzione fondamentale OZ, che individua i poli Z e Z' e dal piano ad essa perpendicolare passante per O e che individua il cerchio dell'equatore sulla superficie sferica, su cui sono collocati i quattro punti cardinali. Immaginando la Terra posta al centro della sfera celeste l'orizzonte apparente di un osservatore posto sulla superficie terrestre verrà a coincidere con l'orizzonte astronomico. Sulla sfera celeste vengono successivamente individuati il polo celeste P sul meridiano nord-sud, con un raggio con inclinazione pari alla latitudine del luogo di riferimento. La latitudine astronomica è rappresentata dall'angolo NOP.

Per individuare le coordinate di un punto A sulla sfera celeste sarà allora necessario tracciare un cerchio massimo passante per lo zenit Z e per il punto A, ottenendo così il punto B collocato sull'orizzonte.

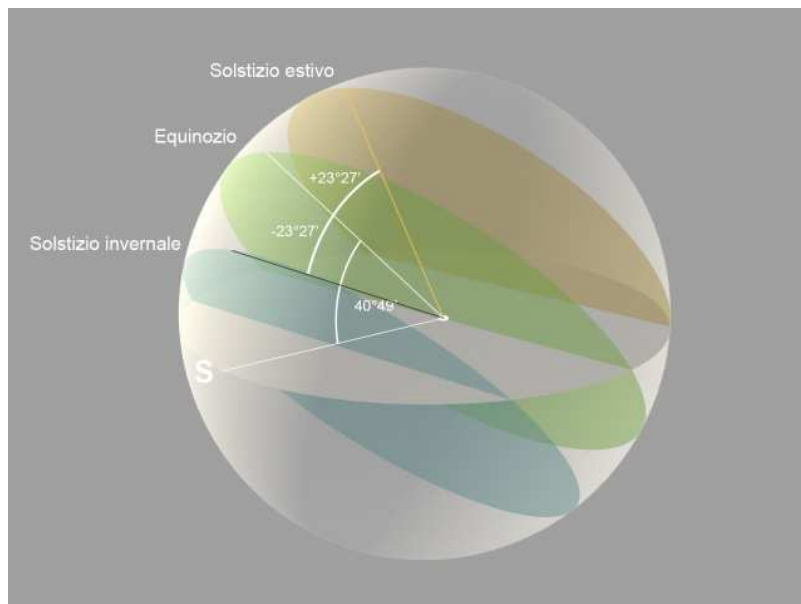


Le due coordinate altazimutali saranno:

- l'azimut AZ , cioè l'angolo SOB o l'arco SB misurato da sud verso ovest, in senso orario, da 0° a 360°
- l'altezza h , cioè l'angolo BOA o l'arco BA contato da 0° a 90° partendo dall'orizzonte verso Z .

Va rilevato, comunque, come la rifrazione determinata dall'atmosfera sulla luce proveniente dagli astri provoca una variazione Δh dell'altezza percepita sull'orizzonte direttamente proporzionale allo spessore dello strato di atmosfera attraversato dalla luce. Infatti a causa della rifrazione la levata e il tramonto degli astri si verificano, per un osservatore posto sulla Terra, rispettivamente prima e dopo di quanto non accadrebbe se non si verificasse questo fenomeno. I valori medi Δh che vanno aggiunti (indipendentemente alla levata e al tramonto) all'altezza vera h a causa del fenomeno della rifrazione sono riportati nella tabella seguente:

Fig. 11.4 - La sfera celeste costruita per la latitudine di Baia



11. Il modello geometrico: la sfera celeste e le coordinate azimutali

h	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
Δh	36',6	10',2	5',5	2',7	1',7	1',2	0',8

Nel corso della giornata è possibile osservare il Sole percorrere traiettorie circolari sulla sfera celeste, dette archi diurni², muovendosi da est a ovest. Confrontando gli archi diurni percorsi dal Sole durante l'anno è facile verificare che questi variano la propria lunghezza in relazione al periodo dell'anno in cui ci si trova. La Terra compie una rivoluzione completa intorno al Sole in un anno sidereo, percorrendo un'orbita antioraria rispetto ad un osservatore posto sull'emisfero boreale. L'asse di rotazione terrestre, inclinato di $23^{\circ}27'$ rispetto alla normale al piano della sua orbita intorno al Sole, determina nel moto di rivoluzione della Terra durante l'anno sidereo, una variazione dell'arco diurno, cioè della porzione di parallelo celeste che il Sole descrive sopra l'orizzonte.

La lunghezza dell'arco di circonferenza tracciato dal Sole è quindi in relazione con il periodo dell'anno di riferimento. Gli archi diurni hanno tutti la stessa giacitura, dipendente dalla latitudine del luogo, e hanno il loro diametro massimo nei giorni dei due equinozi di primavera (21 Marzo) e di autunno (23 Settembre). Gli archi diurni hanno invece il loro diametro minimo in corrispondenza del solstizio d'estate e del solstizio d'inverno, rispettivamente il 21 Giugno e il 22 Dicembre.

Riassumendo, nel corso dell'anno si verificheranno i seguenti fenomeni notevoli:

- al solstizio d'inverno l'arco diurno del Sole sarà quello di minore lunghezza al di sopra del piano dell'orizzonte; ciò determina che il giorno abbia il numero minore di ore di luce

nell'intero anno. In questo giorno ha convenzionalmente inizio la stagione invernale.

- durante gli equinozi il Sole rimane al di sopra dell'orizzonte per 12 ore. I punti di alba e tramonto coincidono rispettivamente con i punti cardinali est e ovest. L'arco diurno percorso dal Sole è la metà di un cerchio massimo della sfera celeste.

- al solstizio d'estate l'arco diurno del Sole sarà quello di maggiore lunghezza al di sopra del piano dell'orizzonte; ciò determina che il giorno abbia il numero maggiore di ore di luce nell'intero anno. In questo giorno ha convenzionalmente inizio la stagione estiva.

L'angolo formato tra la giacitura dei piani (tutti paralleli tra di loro) che contengono i cerchi diurni e lo zenit corrisponde alla latitudine locale.

Con queste premesse è stato possibile realizzare un modello di sfera celeste a partire dalle coordinate del *frigidarium* di Mercurio. La coordinata di riferimento per la costruzione della sfera celeste è stata dunque la latitudine misurata sul sito ($40^{\circ}49'21''$ N). La sfera celeste è stata inoltre suddivisa in 24 parti uguali mediante un fascio di meridiani il cui asse corrisponde alla retta che collega i poli nord e sud. Ciascuno dei meridiani rappresenta la curva percorsa annualmente da Sole in una determinata ora del giorno, relativamente alla porzione di sfera compresa tra i cerchi diurni dei due solstizi.

Note

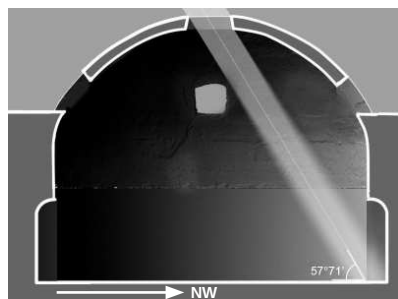
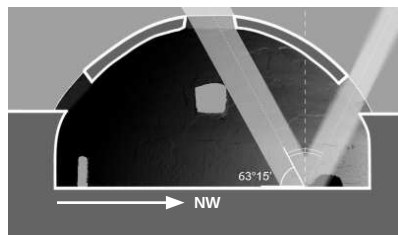
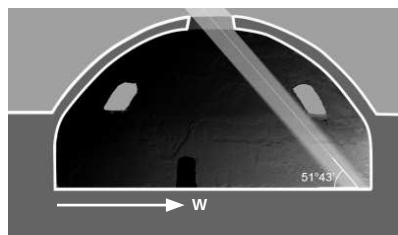
¹ Romano, G., Introduzione all'astronomia, Franco Muzzio Editore, Roma, 2006, pp. 14-15.

² *ibidem* p. 28.

12. Le forme della luce tra allineamenti diretti e riflessi

Gli allineamenti archeoastronomici indagati in chiave geometrica sono stati quelli a carico dei cilindri di luce diretta in ingresso dall'oculo centrale, in base al rapporto che si instaura tra questi e le intersezioni che si generano con le forme dell'architettura della sala termale, sia nei casi di illuminamento diretto, sia negli innumerevoli fenomeni luminosi prodotti dai raggi di luce riflessa dalla superficie dell'acqua presente lungo il pavimento del *frigidarium*.

Fig. 12.1 - Render di tre dei fenomeni indagati.



Come già messo in evidenza precedentemente, il calpestio originale della sala si trova a circa 6,50 m al disotto di quello attuale: da ciò risulta evidente che attualmente la presenza di eventuali fenomeni luminosi dovuti alla riflessione del cilindro di luce sullo specchio d'acqua è da considerarsi assolutamente fortuita e impossibile da prevedere in fase di progetto del *frigidarium*. Tuttavia non è da escludere che fossero presenti altri calibrati effetti dovuti alla riflessione sull'originario specchio d'acqua e dunque la nostra ricerca ha voluto indagarli e calcolare le eventuali connessioni con le forme dell'architettura utilizzando anche un piano di riflessione alla quota stimata del calpestio originale. Sulla base della *mesh*, opportunamente scalata e correttamente orientata, si è potuto realizzare un modello tridimensionale funzionale all'individuazione delle direzioni dei raggi luminosi diretti a illuminare le aperture presenti sul tamburo o, in caso di riflessione, i finestrini che si aprono sulla cupola. Dalla raccolta delle potenziali stelle di raggi luminosi diretti e riflessi che avrebbero potuto generare interessanti fenomeni luminosi all'in-

terno dell'aula termale si è proceduto poi a verificare l'esistenza o meno di tali direzioni all'interno di un modello di studio del moto apparente del Sole. Una volta inserito un segmento orientato all'interno della sfera celeste è possibile confrontare le coordinate altazimutali del segmento con quelle ammissibili per la latitudine del luogo. Nota la direzione del raggio solare rispetto ai punti cardinali e l'altezza misurata in gradi, diventa possibile anche ipotizzare, con ragionevole approssimazione, la data in cui il raggio solare può aver assunto quella particolare inclinazione.

Per praticità si sono riportate in un grafico (fig. 12.2) le coordinate altazimutali in gradi (azimut°/altezza°) delle direzioni dei

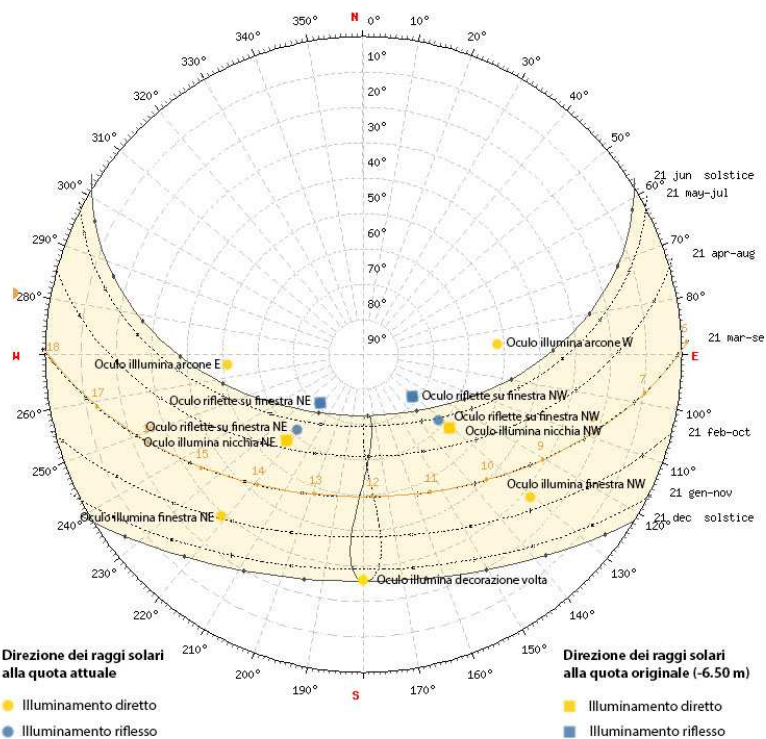
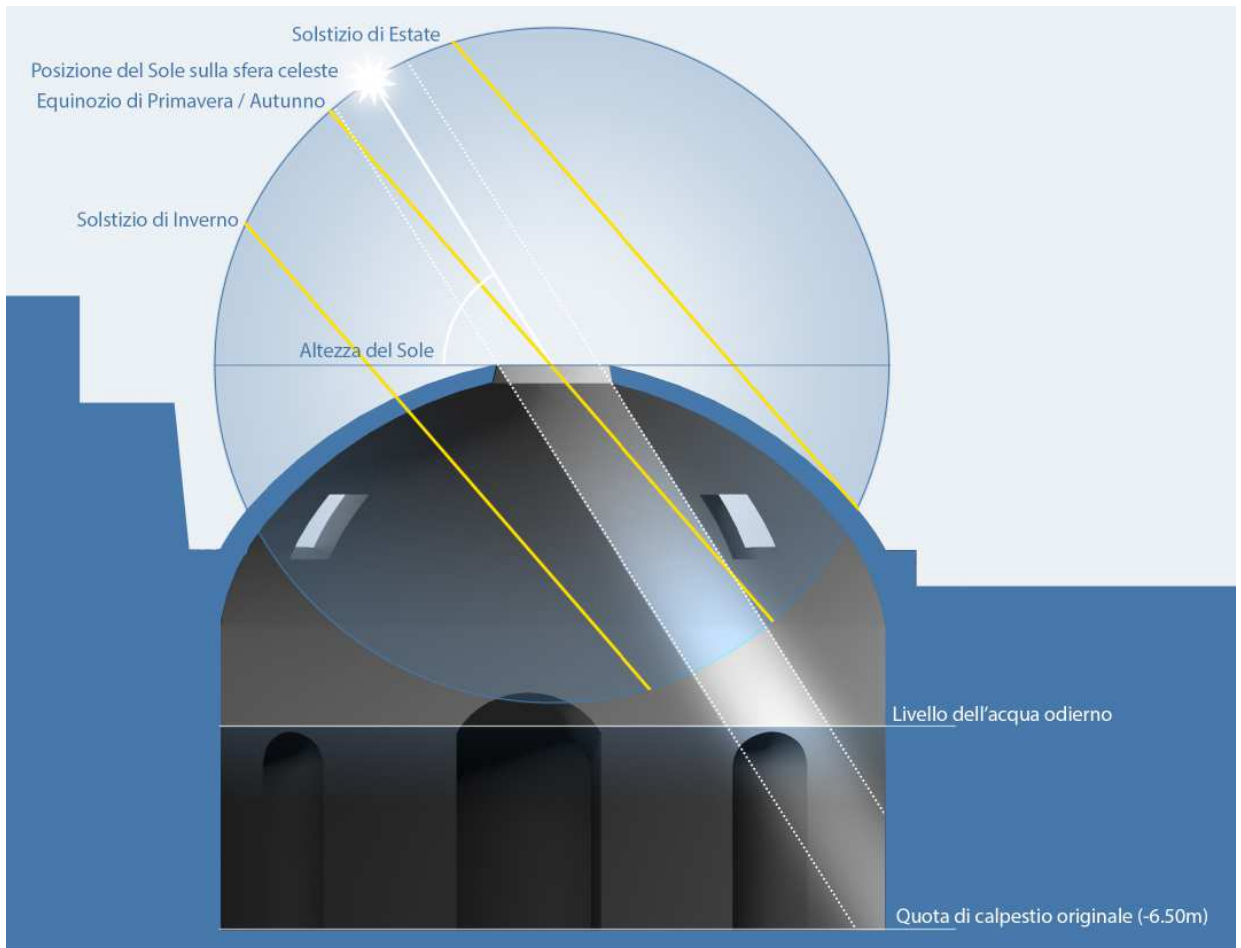


Fig. 12.2 - Sul diagramma sono rappresentate le accoppiate azimut/altezza per le direzioni dei raggi solari che dall'oculo illuminano le nicchie e gli archi del frigidarium, alla quota attuale e a quella originale. Le direzioni che ricadono al di fuori della fascia gialla rappresentano fenomeni che non possono verificarsi, dal momento che il Sole non si trova mai in quelle posizioni alle coordinate di Baia.

raggi luminosi che generavano eventi luminosi interessanti in relazione ai volumi architettonici. L'uso della sfera celeste come modello geometrico di studio ha consentito di escludere tutti gli allineamenti che, sebbene identificati da un'ipotetica direzione dei raggi luminosi, risulta impossibile che possano essersi verificati alla latitudine di Baia.

Fig. 12.3 - La sfera celeste corrispondente alla latitudine di Baia e l'interno del frigidarium di Mercurio, per una generica direzione dei raggi solari.

Lungo l'intradosso della cupola i raggi del Sole, che penetrano nello spazio interno passando attraverso l'oculo, riescono a illuminare i finestroni di nord-est e nord-ovest. Le stesse bucatu-



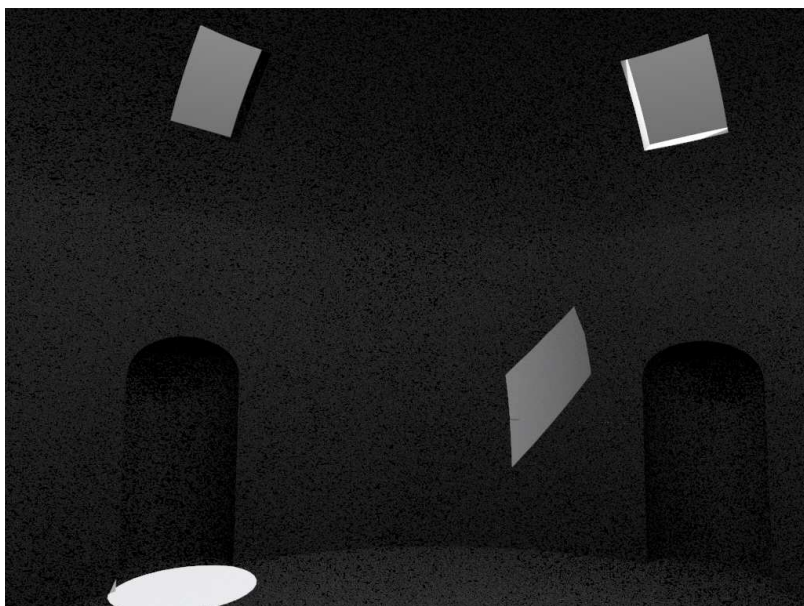
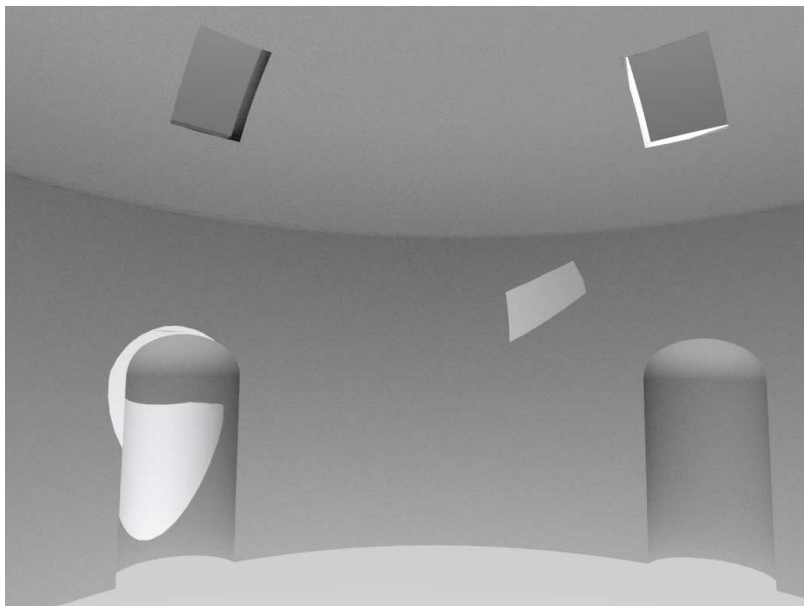


Fig. 12.4 - In alto: ellisse luminosa del 21 aprile.

Fig. 12.5 - In basso: ellisse luminosa del 20 maggio.

revengono illuminate da un cilindro di luce che, proveniente sempre dall'oculo, si riflette sull'acqua che attualmente occupa l'interno della sala.

Ipotizzando invece la sala svuotata dai detriti che oggi la occupano, e quindi con il piano riflettente dell'acqua a 6,50 m al disotto di quello attuale, non si verificano riflessioni particolari in quanto il Sole verrebbe a trovarsi in una posizione con una declinazione eccessiva per la latitudine di Baia.

Un eventuale svuotamento del *frigidarium* però consentirebbe alla luce proveniente dall'oculo di illuminare direttamente le nicchie, oggi sommerse, che si trovano a nord-est e a nord-ovest.

Nel caso delle nicchie è interessante notare come queste, sebbene di dimensione minore rispetto agli arconi di collegamento con gli ambienti attigui al *frigidarium*, fossero invece direttamente connesse, dal punto di vista dimensionale proprio all'oculo, condividendone la misura del diametro. Grazie all'orientamento



Fig. 12.6 - Simulazione del percorso dell'elisse luminosa in relazione alle fasce decorative sull'intradosso del frigidarium. La fascia segnata in giallo è quella che viene toccata dalla parte sommitale della macula luminosa al mezzogiorno del 21 dicembre.

del complesso infatti, le nicchie a nord-est e nord-ovest vengono ad essere illuminate direttamente dalla luce proveniente dall'oculo lungo un periodo che va dal 21 aprile (che corrisponde al *dies natalis* di Roma) con la macula che tocca la parte sommitale della nicchia, fino al 20 maggio, in cui i raggi solari provenienti dall'oculo ricalcano perfettamente la rientranza della nicchia. Il fenomeno, che si manifesta in modo analogo per entrambe le nicchie settentrionali della sala e che arricchisce lo spazio del *frigidarium* di una qualità che si potrebbe definire scenografica, era molto probabilmente legato anche a una funzione celebrativa dei personaggi ritratti nelle statue che erano ospitate nelle nicchie.

Un altro fenomeno di rilievo è relativo alla relazione che si instaura tra la macula luminosa proveniente dall'oculo e le decorazioni circolari presenti sull'intradosso della cupola.

Una di queste fasce, posta poco oltre i quattro finestroni che

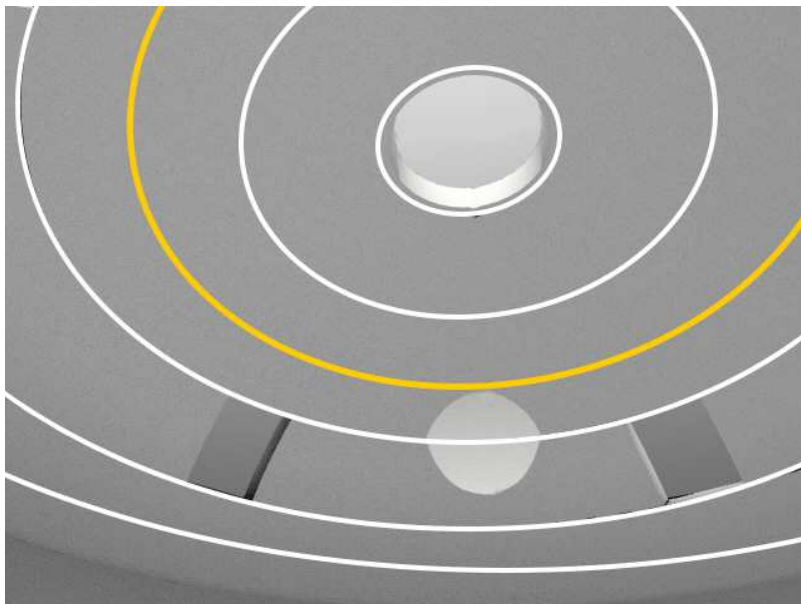


Fig. 12.7 - Render di studio che ripropone la macula luminosa il 21 dicembre a mezzogiorno.

danno luce all'interno, è oggetto di un interessantissimo fenomeno che si manifesta al solstizio d'inverno, con la macula luminosa che arriva, nel giorno in cui i raggi solari sono più radenti, a toccarla.

Come già notato da Hannah¹ e Magli² per il Pantheon, anche a Baia era pratica comune cercare di tenere traccia dello scorrere del tempo attraverso l'osservazione dei fenomeni luminosi che si manifestavano all'interno del "tempio" di Mercurio. Questo ennesimo punto di incontro tra il *frigidarium* di Baia e il Pantheon di Roma, rinsalda ulteriormente il legame esistente tra le due cupole e rende la volta campana ancora più interessante nel suo ruolo di prototipo per una delle più celebri architetture al mondo.

Note

¹ Hannah R., *The Pantheon as a timekeeper*, BSS Bulletin Volume 21(iv) December 2009, p. 3.

² Hannah R., Magli G., *The Role of the Sun in the Pantheon's design and meaning*. Testo disponibile al link: <http://arxiv.org/abs/0910.0128>, p. 4.

12. Le forme della luce tra allineamenti diretti e riflessi

13. La cupola di Diana: rilievo fotogrammetrico e la forma perduta

13.1 Il “tempio” di Diana

L'edificio noto come “tempio di Diana” faceva parte di un più ampio complesso termale oggi parzialmente interrato, ma ancora chiaramente distinguibile, che si estende a sud verso gli ambienti termali del settore di Mercurio e risulta orientato verso i punti cardinali¹. Si tratta di una struttura coperta da una cupola sorretta da un tamburo cilindrico che invece all'esterno segue una pianta ottagonale. Sui resti del tamburo si aprono sei nicchie e cinque arconi, di cui uno chiuso sulla parete di fondo, che collegano lo spazio interno al perimetro esterno. La fabbrica, tagliata fuori dal resto del parco archeologico dalla realizzazione della linea Cumana, domina la parte bassa della collina che si affaccia sul golfo di Baia. La datazione dell'edificio è riferibile al primo quarto del III secolo, durante il principato di Alessandro Severo². Il suo profilo denuncia come il fervente traffico che, proprio tra il II e III secolo, andava intensificandosi tra le civiltà del Mediterraneo e quelle asiatiche, manifestò la sua influenza anche nell'importazione in campo architettonico di modelli orientali: «non si trova difatti qui ripetuto il classico innesto della cupola nella struttura sottoposta (...). Rifiutando tale integrazione la cupola rivela esternamente la propria individualità e la sua specifica essenza sin quasi dal suo nascere»³. Questa costruzione, è stata identificata dal Dubois⁴ come il *Balneum Gimborosus*, il cui nome fa riferimento esplicito all'evidente gobba della cupola estradossata.

L'attribuzione della struttura a Diana si deve al rinvenimento di bassorilievi in marmo raffiguranti animali selvatici e forse un'iscrizione con il nome della dea⁵ che originariamente decoravano quella che era probabilmente una sala di trattenimento per i frequentatori delle terme o anche un ninfeo⁶. Inoltre, come avviene diffusamente in tutta l'area, è stata ritrovata una sorgente calda anche in prossimità della grande sala circolare⁷.

La cupola, che si erge su un tamburo ottagonale, si presenta oggi evidentemente mutilata per circa la metà e mostra chiaramente i laterizi impiegati per la sua costruzione in opera listata. La cupola, «è realizzata con anelli progressivamente aggettanti, costruiti con schegge di tufo e laterizio nella zona sopra l'im-

Fig. 13.1 - La cupola del "tempio" di Diana così come si presenta oggi.



13. La cupola di Diana: rilievo fotogrammetrico e la forma perduta

Fig. 13.2 - In evidenza nella figura le due grandi lesioni verticali sulla cupola che testimoniano lo stato precario in cui versa la struttura.

posta, e di soli tufi porosi, più leggeri, nella parte superiore»⁸, e mostra chiaramente la sua composizione a causa del crollo che l'ha interessata.

Anche se non vi è certezza sulle cause che ne hanno determinato il crollo parziale, tra le più probabili si possono annoverare il terremoto di Ischia del 1275⁹ o anche l'eruzione del 1538¹⁰ che portò alla formazione del Monte Nuovo sul Lago Lucrino, la cui nascita fu accompagnata da scosse registrate per un anno intero. Oltre ai danni causati probabilmente da un evento sismico, Rakob attribuisce il crollo anche ad imperizia costruttiva: «tra i grandi impianti baiani a cupola, il tempio di Diana è 'unico esempio di esecuzione difettosa, come appare evidente nono-

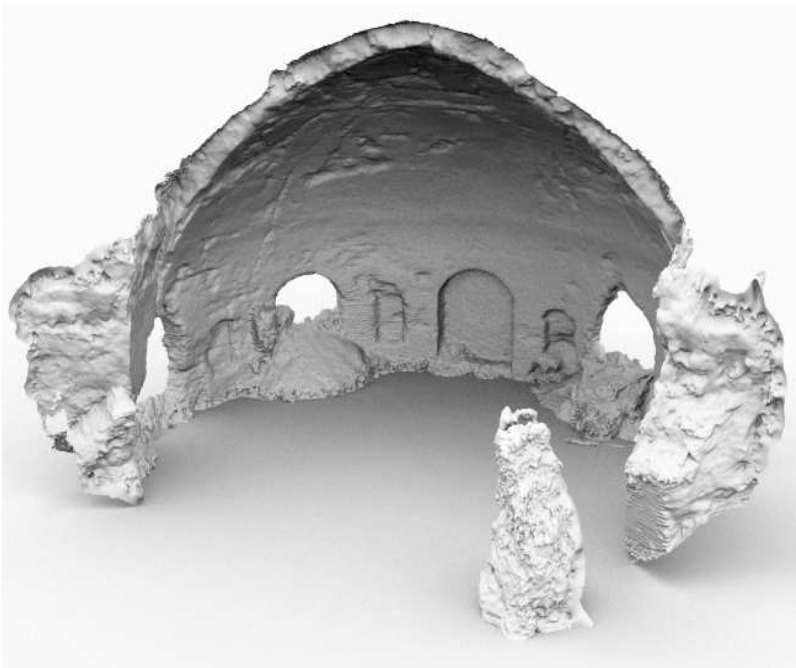


stante lo stato rovinoso, nella realizzazione pratica del semplice schema costruttivo della pianta, con le sue deformazioni e i suoi punti di sutura tra le porzioni di muratura divergenti tra loro»¹¹. Il consistente strato di detriti depositati sul piano di campagna odierno copre il calpestio originale, che doveva trovarsi 2-3 metri più in basso¹²

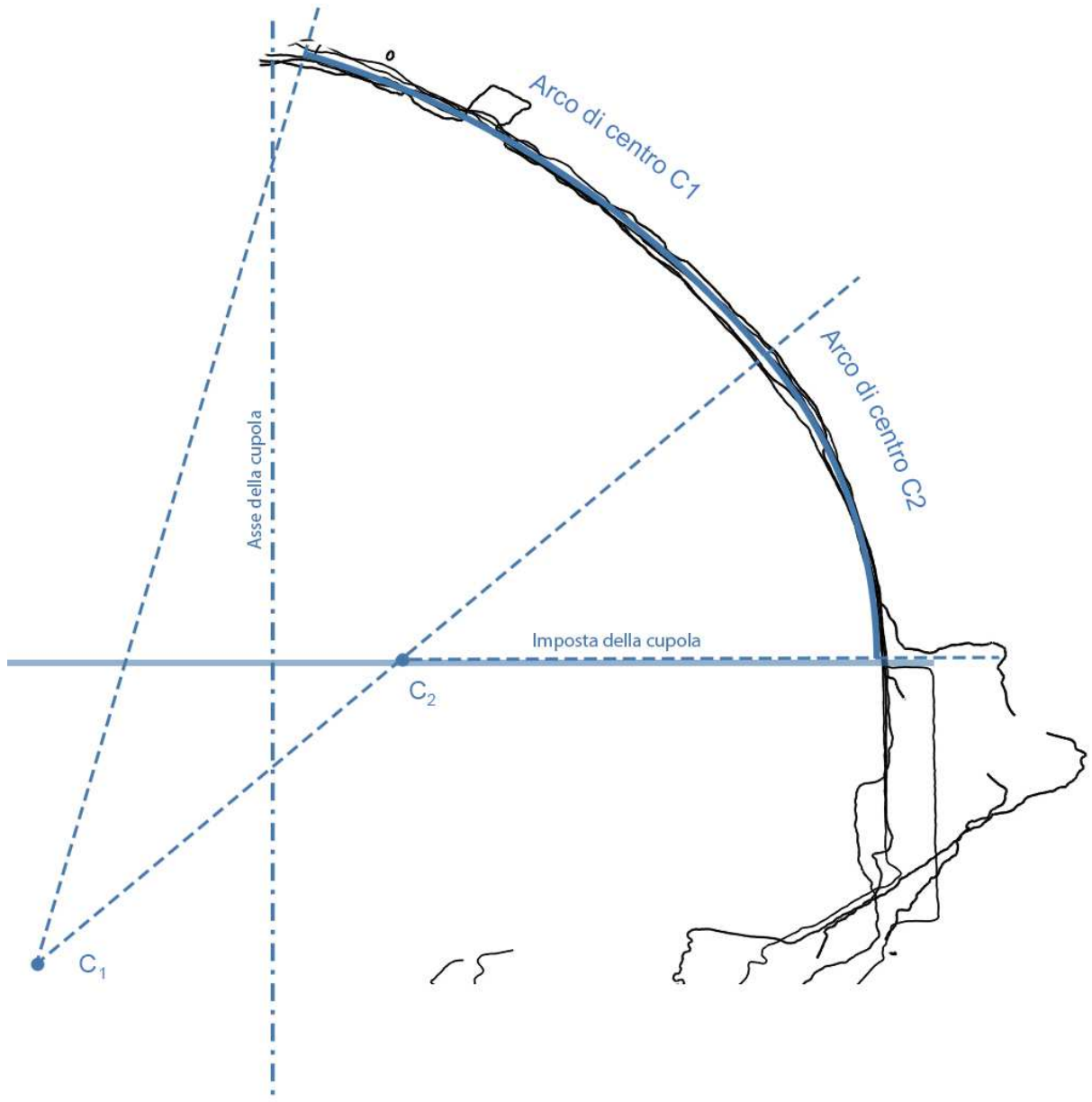
*Fig. 13.3 - Mesh della cupola di Diana.
Fig. 13.4 - A fronte: confronto tra la curva policentrica di Rakob e la sezione rilevata del "tempio di Diana".*

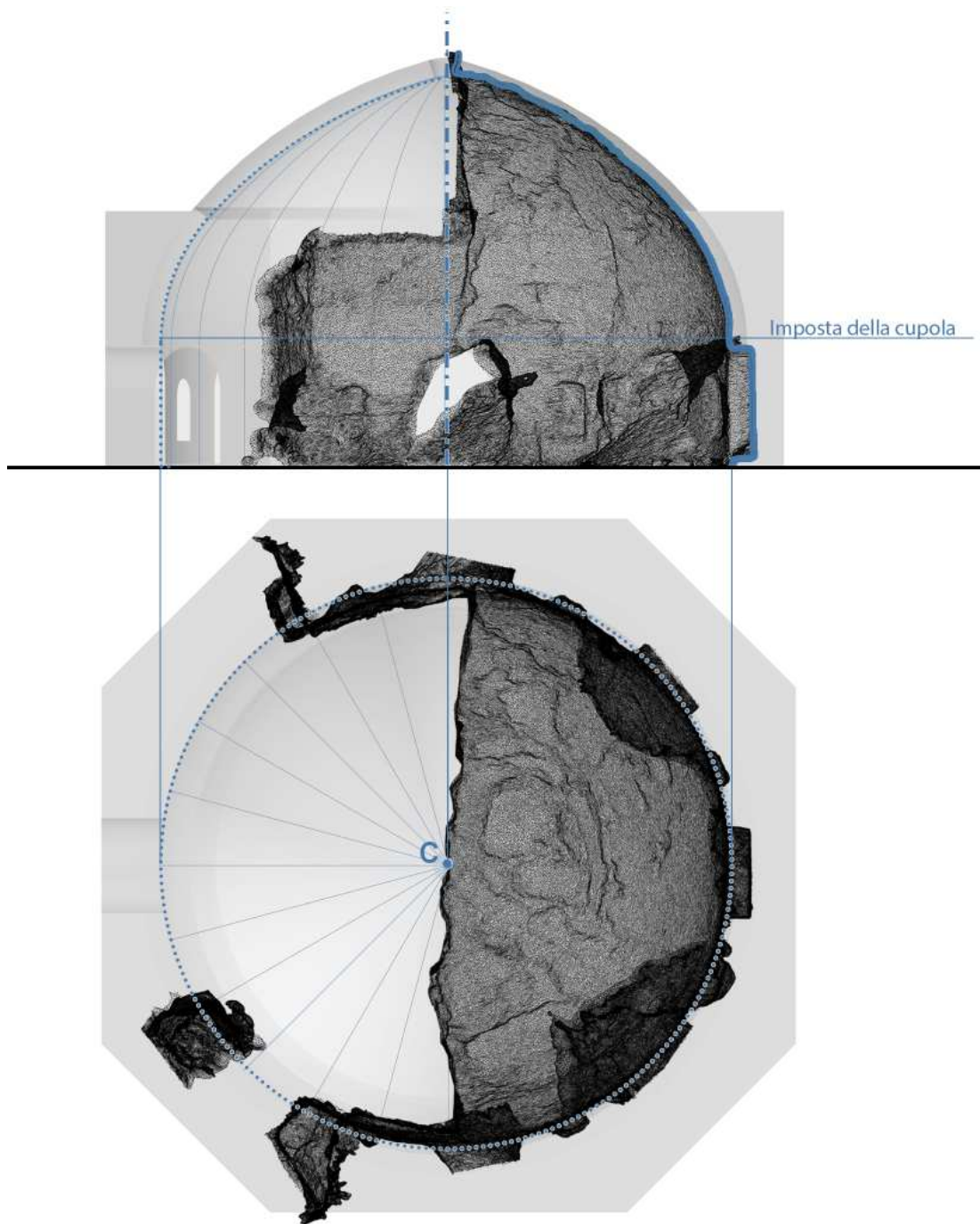
13.2 - Il rilievo fotogrammetrico

Per il Tempio di Diana le problematiche relative al rilievo si sono dimostrate essere più importanti, principalmente a causa della difficile accessibilità del bene archeologico e dello stato di equilibrio precario in cui si trova lo spicchio di cupola rimasto ancora in piedi. Infatti oggi la cupola si presenta quasi del tutto



13. La cupola di Diana: rilievo fotogrammetrico e la forma perduta





13. La cupola di Diana: rilievo fotogrammetrico e la forma perduta

Fig. 13.5 - Confronto tra la *mesh* ottenuta dal rilievo fotogrammetrico del "tempio" di Diana e il modello basato sulle ipotesi ricostruttive di F. Rakob.

crollata e transennata per impedire incidenti a causa dei crolli che si verificano soprattutto in occasione di forti piogge.

Non potendo procedere a un rilievo diretto, ed essendo anche in questo caso inutile l'utilizzo di un programma di fotoraddrizzamento a causa della concavità della struttura, si è operato in maniera analoga, dove possibile, a quanto fatto in precedenza per il rilievo fotogrammetrico e la restituzione grafica delle Terme di Mercurio. La difficoltà principale in questo caso è stata quella di riuscire a trovare una varietà di punti di vista che consentissero al software di eseguire la ricostruzione tridimensionale: nonostante le transenne è stato possibile realizzare un modello sufficientemente dettagliato nel quale appaiono tuttavia alcune lacune, poiché la *mesh* non ha potuto raggiungere la densità ottimale a causa della mancanza di copertura sufficiente in ripresa fotografica.

In occasione di questo rilievo è stato interessante verificare come i software di modellazione tridimensionale basata sulle immagini ha dunque fornito un enorme supporto sia per la complessità geometrico-spaziale del manufatto edilizio, sia nel campo della sicurezza a causa di una scarsa o talvolta impossibile accessibilità.

Anche in questo caso lo studio si è concentrato sulla ricerca delle matrici geometriche a partire dagli studi fatti principalmente da Friedrich Rakob.

La *mesh* ottenuta dal rilievo fotogrammetrico è stata paragonata con una curva ellittica, una curva parabolica e quella policentrica proposta dal Rakob.

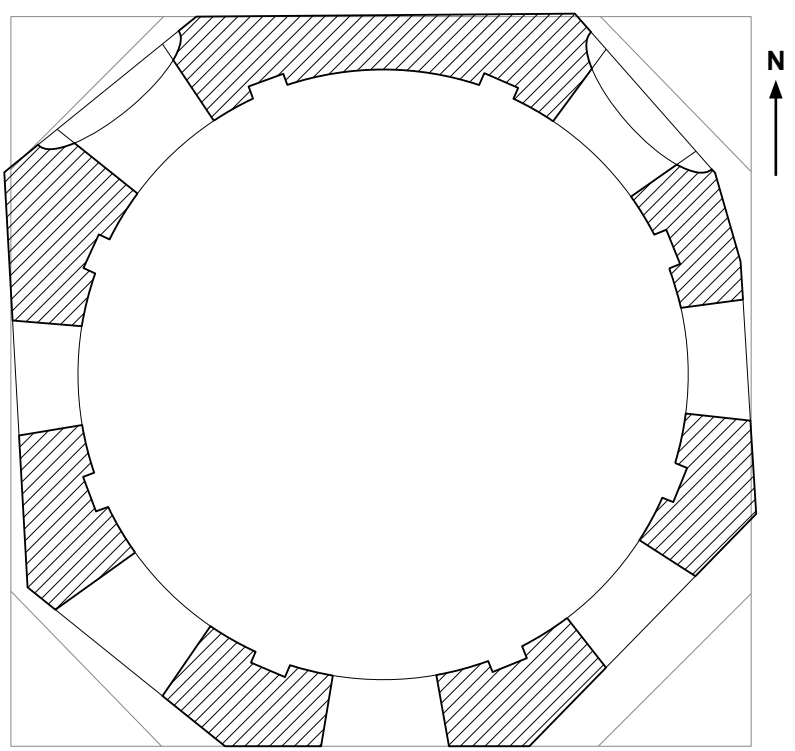
La curva policentrica ancora una volta è quella che più si avvicina alla sezione generatrice ottenuta dalla *mesh*, dimostrando

in tal modo come la sapienza costruttiva nell'area flegrea avesse individuato in questo profilo quello che consentiva le sperimentazioni più spinte e il raggiungimento di traguardi tecnologici sempre più avanzati.

Fig. 13.6 - Confronto effettuato da F. Rakob tra l'impianto idealmente ottagonale del "tempio" di Diana e l'effettiva geometria delle strutture che sono state realizzate.

15.3 Il modello ideale del "tempio" di Diana

Gli studi di Friedrich Rakob hanno messo in evidenza la mancanza di corrispondenza tra l'impianto idealmente ottagonale del "tempio" di Diana e l'effettiva geometria delle strutture che sono state realizzate, soprattutto per quanto riguarda la capacità della fabbrica di resistere alle sollecitazioni causate da eventi si-



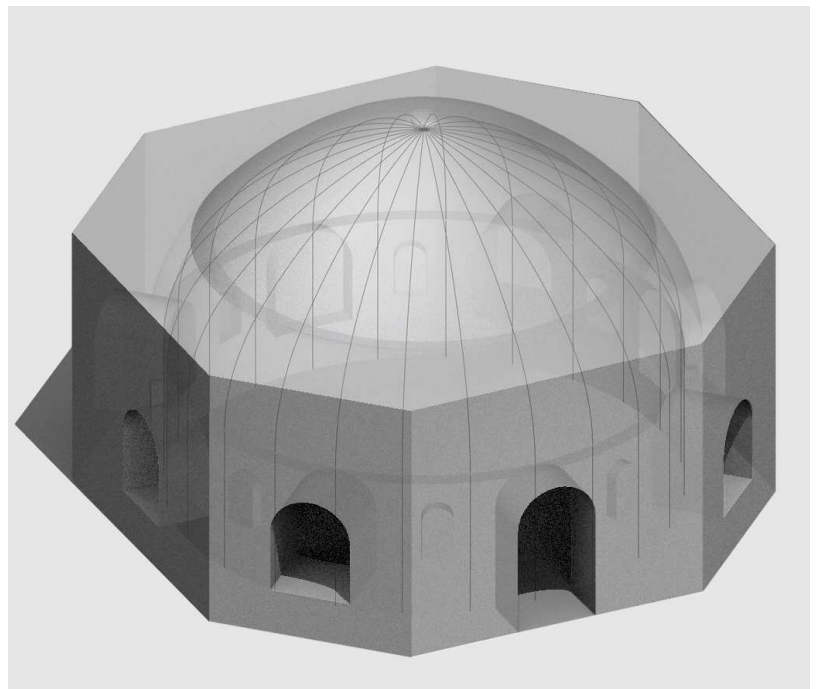
13. La cupola di Diana: rilievo fotogrammetrico e la forma perduta

Fig. 13.7 - Assonometria basata sulle ipotesi ricostruttive di F. Rakob con le curve generatrici della cupola in evidenza.

smici o più in generale da tutti i meccanismi di dissesto che ne hanno causato il crollo.

Più che sugli aspetti legati alle tecniche costruttive e sui meccanismi di dissesto, il presente studio ricostruttivo si è concentrato sugli aspetti formali della grande rotonda, con particolare attenzione alla curva generatrice della cupola, al rapporto tra questa (quasi completamente estradossata) e il tamburo, e al modo in cui le aperture presenti su quest'ultimo articolassero lo spazio interno di questo singolare esempio di architettura termale.

Le osservazioni eseguite da Rakob sul "tempio" di Diana e le sue ipotesi ricostruttive, insieme ai dati ottenuti dal rilievo fotogrammetrico e alle consistenze stesse di ciò che resta dell'edificio, hanno costituito il punto di partenza per poter ipotizzare una configurazione che consentisse di restituire la percezione

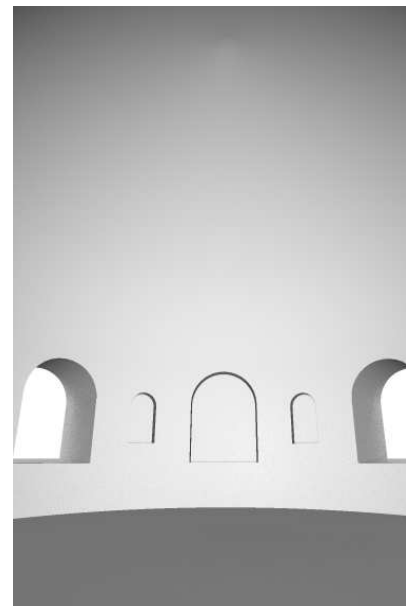
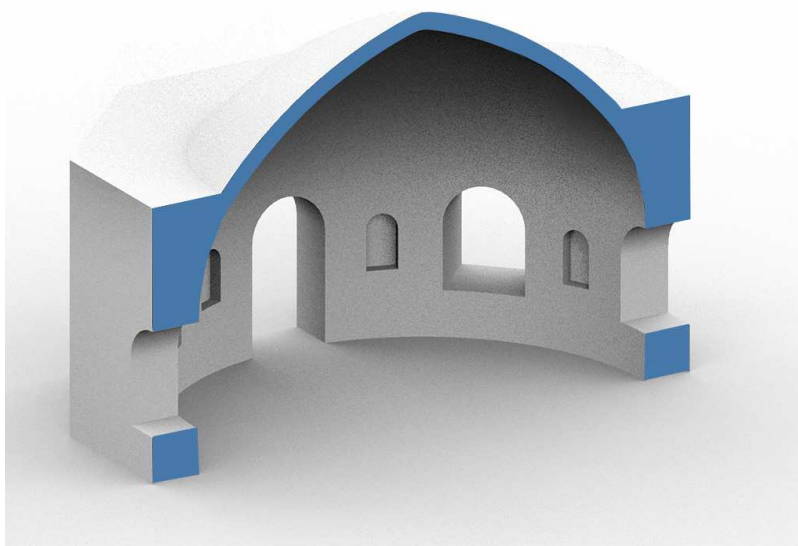


delle qualità spaziali, volumetriche e luminose che caratterizzavano l'edificio.

La ricostruzione tridimensionale della sala termale consente inoltre di apprezzarne e confrontarne la volumetria con le strutture superstiti, e contribuisce inoltre a documentarne la rilevanza e il valore di testimonianza non solo delle commistioni in atto nella cultura mediterranea del III secolo, ma anche delle avanzatissime abilità tecniche e tecnologiche esistenti nel mondo romano, che vedevano in Baia il luogo di sperimentazione ideale.

Fig. 13.8 - Spaccato assonometrico ricostruttivo basato sulle ipotesi di Friedrich Rakob e sul rilievo fotogrammetrico effettuato.

Fig. 13.9 - Ricostruzione virtuale dell'interno del "tempio" di Diana.



Note

¹ De Angelis D'Ossat G., *L'architettura delle terme di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, (Roma 4-7 maggio 1976), Accademia nazionale dei Lincei, Roma, 1977, p. 256.

² De Angelis D'Ossat G., *op. cit.*, p. 260.

³ De Angelis D'Ossat G., *op. cit.*, pp. 258-259

⁴ Dubois C., *Pouzzoles Antique. Histoire e topographie*, Albert Fontemoign, Paris, p. 405.

⁵ Amalfitano P., Camodeca M., *I campi flegrei. Un itinerario archeologico*, Marsilio, Venezia, 1990, p. 231.

⁶ Sgobbo I., *I templi di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni lincei, Accademia nazionale dei Lincei, Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976, p. 289.

⁷ Di Bonito R., Giamminelli R., *Le Terme dei Campi Flegrei - Topografia Storica*, Jandi Sapi Editori Milano, Roma, 1992, p. 90.

⁸ De Caro S., Greco A., *Campania*, Laterza, Bari, 1993, p. 62.

⁹ Guidoboni E., Comastri A. *Catalogue of earthquakes and tsunamis in the mediterranean area from the 11th to the 15th century*, Roma, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 2005.

¹⁰ Di Vito M., Lirer L., Mastrolorenzo G., Rolandi G., *The 1538 Monte Nuovo eruption. Bulletin of Volcanology*, 49:608, pp. 608-615.

¹¹ Rakob F., *Le cupole di Baia*, in Gigante, M. (a cura di) *Civiltà dei Campi Flegrei*, Atti del convegno internazionale, Giannini Editore, Napoli, 1992, p. 254.

¹² Borriello M., D'Ambrosio A., *Baiae Misenum*, Leo S. Olschki Editore, Firenze, 1979, p. 62.

14. Conclusioni

Sul territorio italiano sono dislocati numerosissimi beni culturali di indubbio pregio ma, come è evidente agli occhi di tutti, questo importantissimo patrimonio non riesce ad essere valorizzato e ad emergere come meriterebbe, finendo troppo spesso per essere destinato ad un ineluttabile stato di degrado e abbandono. I musei e i grandi complessi archeologici hanno finora espletato la loro funzione principale, che consiste nel preservare e rendere disponibile al pubblico il patrimonio culturale, anche cercando di rendere comprensibili i beni, in modo da rendere il visitatore consapevole dei valori storici, culturali, scientifici ed artistici della visita. Generalmente questo tipo di comunicazione avviene attraverso pannelli informativi, video e descrizioni che consentono una interfaccia sufficientemente funzionale allo scopo di comunicare contenuti didattici e scolastici. Tuttavia, quello che manca a un sistema di comunicazione così strutturato è la possibilità di far interagire lo spettatore con il contesto, in modo da renderlo partecipe e attivo nel processo di comunicazione e di attribuzione di significato all'oggetto della visita.

Questo è ancor più vero nell'area dei Campi Flegrei, dove la presenza diffusa di beni di inestimabile valore per il patrimonio culturale mondiale non riesce ad innescare un circuito di fruizione e valorizzazione adeguato al loro potenziale.

Per ridare valore culturale alle preesistenze flegree diventa necessario guardare a quello che viene fatto altrove, anche in località in cui, sebbene la presenza e la qualità dei beni sia di gran lunga inferiore, si riesce ad attrarre visitatori facendo leva su quello che le nuove tecnologie riescono ad offrire in termini di coin-

volgimento del visitatore e fruizione ludica.

Sfortunatamente accade spesso di osservare i visitatori dei musei o dei parchi archeologici vagare disorientati, come animati da un senso di inadeguatezza dovuto in particolar modo alle difficoltà nel comprendere il reale significato delle rovine o delle reliquie che stanno visitando. La trasmissione del valore di un bene non può quindi essere limitata alla mera comunicazione di dati storici, che comunque avviene facendo affidamento alla buona volontà del visitatore di leggere pazientemente i pannelli informativi e che in ogni caso risulta poco appetibile soprattutto per la curiosità dei più piccoli. Si rende necessario quindi trovare nuove forme di comunicazione che vadano oltre la semplice contemplazione dell'opera e che diano al visitatore l'opportunità di considerare in modo personale l'opera che sta osservando, e di potervi interagire in modo soggettivo.

Bisogna cioè enfatizzare l'importanza di un approccio culturale alla comunicazione basato su strategie interpretative finalizzate alla costruzione di significati. Il sapere viene in questo senso inteso come un processo di conoscenza, attraverso il continuo flusso di domande e risposte che il visitatore si pone e a cui trova risposta nella scoperta dell'opera.

Il desiderio di ricostruire manufatti architettonici allo scopo di colmare il divario tra le rovine e la loro forma originale era presente già nel mondo antico, ma è con il Rinascimento che artisti e scienziati iniziarono a studiare, catalogare e ridisegnare le fabbriche greche e romane. L'utilizzo delle nuove tecnologie consente di attivare nuovi meccanismi che indubbiamente arricchiscono le possibilità di ricerca, valorizzazione e tutela dei beni culturali e che, in un'ottica di lungo termine e di più ampio

respiro potrebbero finalmente innescare le dinamiche necessarie all'urgente istanza di recupero dei beni culturali disseminati sul territorio italiano. Parallelamente alle nuove metodologie di ricerca infatti si è sviluppato anche un dibattito sui temi della fruizione e della comunicazione dei valori di cui il patrimonio culturale è portatore.

Soprattutto nel campo dell'architettura storica e dell'archeologia c'è l'esigenza di ricostruire, proprio per fini divulgativi e di fruizione, mondi non più visibili. Oggi questo può essere realizzato grazie alle applicazioni in Realtà Aumentata che, a differenza di quelle in Realtà Virtuale consentono l'immersione completa e totale dell'utente nell'ambiente, generando così una commistione tra oggetti reali e virtuali.

Tuttavia l'uso di modelli tridimensionali per ricostruire le configurazioni delle rovine archeologiche genera problemi relativi ai metodi di rappresentazione del patrimonio culturale innanzitutto in merito alla validità della ipotesi ricostruttiva e, successivamente, per quanto riguarda la possibilità di rendere esplicito il margine di incertezza più o meno ampio che è intrinseco in ogni ricostruzione filologica. Un livello di dettaglio eccessivo infatti, se da un lato rende il modello virtuale più realistico ed appagante all'occhio, dall'altro conferisce all'immagine un dato di assoluta verità, quando in realtà si tratta solo di una (la più probabile) delle ipotesi di ricostruzione.

Nonostante ciò resta comunque l'importantissima possibilità di poter intervenire in maniera diretta sull'esperienza di fruizione dei beni culturali senza intaccarne la matericità e al contempo ampliando le possibilità di comunicazione di nuove conoscenze agendo direttamente sull'oggetto.

Nel panorama odierno si affermano sempre più frequentemente due tecnologie digitali legate al Virtual Cultural Heritage. La realtà virtuale (Virtual Reality) simula un ambiente reale in uno spazio digitale provando a ricreare, nel modo più verosimigliante possibile, le percezioni che egli proverebbe nell'analogo ambiente reale. La realtà virtuale dovrebbe essere costituita attraverso un sistema totalmente immersivo in cui tutti i sensi umani possono essere utilizzati (più specificamente realtà virtuale immersiva o RVI), ma oggi il termine ha assunto un significato più allargato e viene infatti usato solitamente per indicare qualsiasi tipo di simulazione virtuale. La Realtà Aumentata (Augmented Reality) invece consiste nell'aggiunta di informazioni digitali supplementari alla scea reale; a differenza della Realtà Virtuale, la Realtà Aumentata non isola l'utente dal mondo reale, ma completa la percezione dello spazio circostante il soggetto mediante la sovrapposizione di oggetti virtuali generati dalla modellazione solida al computer, creando in tal modo in un mondo ibrido ma suggestivo, fatto di oggetti reali e virtuali. Lo spazio reale risulta virtualmente arricchito con informazioni grafiche e testuali, che si sovrappongono all'immagine percepita. Se è vero che l'unica vera esperienza dell'architettura si compie all'interno dei suoi spazi, quando questa è ridotta a un rudere, la perdita dei maggiori volumi, delle luci, dei rivestimenti e dei colori compromette in maniera determinante la possibilità di apprezzare il bene. In tali casi l'interazione del quadro discontinuo dei dati reali con la ricostruzione digitale di ciò che il tempo ha sottratto costituisce forse l'unica possibilità di far comprendere i valori architettonici e spaziali dell'edificio anche a un pubblico non specializzato.

In un'ottica di valorizzazione del patrimonio culturale e di diffusione delle conoscenze, la presente tesi intende infine sollecitare la sperimentazione di forme innovative di fruizione per le suddette cupole mediante l'uso delle nuove tecnologie digitali applicate al campo della comunicazione, valorizzazione e divulgazione dei beni archeologici, che si auspica possano essere attivate in tempi brevi. Entrambi i casi studio si presterebbero infatti particolarmente bene all'impiego della realtà virtuale e della realtà aumentata: nel caso della cupola di Mercurio, la realizzazione di un progetto di comunicazione e fruizione basato sulla realtà virtuale potrebbe offrire la possibilità di leggere le qualità spaziali della perduta configurazione iniziale del *frigidarium* che oggi risulta parzialmente interrato e le relazioni tra lo spazio interno e i fenomeni luminosi che si manifestavano e che ancora oggi si manifestano nella sala termale; per la cupola di Diana, oggi mutila quasi per metà, e che presenta problematiche diverse relative soprattutto alla possibilità di fruirne la spazialità interna ormai irrimediabilmente compromessa (potrebbe essere interessante ricorrere alla realtà aumentata, allo scopo di restituire al visitatore la forma completa della superficie voltata, la cui immagine reale, oggi incompleta, viene arricchita dal modello digitale della porzione crollata.

Bibliografia

Bibliografia

- Alessi D., *L'uso delle terme e i frequentatori*, in Pasquinucci M. (a cura di) *Terme romane e vita quotidiana*, Edizioni Panini, Modena, 1987.
- Aliberti L., Alonso-Rodríguez M. A., *Digital photogrammetry for the geometrical analysis of the umbrella shaped dome in Baia (Naples)*, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2, 2018 ISPRS TC II Mid-term Symposium “Towards Photogrammetry 2020”, 4-7 June 2018, Riva del Garda, Italy.
- Amalfitano P., Camodeca G., Medri M. (a cura di), *I Campi Flegrei, un itinerario archeologico*, Marsilio Editori, Venezia, 1990.
- Baik A., Alitany A., *From architectural photogrammetry toward digital architectural heritage education*, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2, 2018 ISPRS TC II Mid-term Symposium “Towards Photogrammetry 2020”, 4-7 June 2018, Riva del Garda, Italy, pp. 49-54
- Moitinho de Almeida V., Barceló J. A., *Computer Simulation of Multidimensional Archaeological Artefacts*, VAR. Volumen 4 Número 9. ISSN: 1989-9947 Novembre 2013.
- Benini A., *Storia, archeologia e tutela dei beni archeologici sommersi: l'esempio dei Campi Flegrei*, Edipuglia, Bari, 2004.
- Bertocci S., Parrinello S., *Il disegno di Villa Adriana a Tivoli. Rilievo estensivo per la documentazione del patrimonio*, in *Archaeological drawing* volume 10, N° 19, 2017.
- Bonafiglia A., *Il tempio di Venere*, in Giovannini M., Arena M., Raffa P. (a cura di), *Spazi e culture del Mediterraneo*, La scuola di Pitagora, Napoli, 2015.

Borriello M., D'Ambrosio A., *Baiae Misenum*, Leo S. Olschki Editore, Firenze, 1979.

Cicerone, *ad Atticum*, V, 2, 2.

D'Ancora G., *Guida ragionata per le antichità e per le curiosità naturali di Pozzuoli*, Onofrio Zambraia, Napoli 1792.

De Angelis D'Ossat G., *L'architettura delle terme di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, (Roma 4-7 maggio 1976), Accademia nazionale dei Lincei, Roma, 1977.

De Caro S., Greco A., *Campania*, Laterza, Bari, 1993.

De Franceschini M., *Il Pantheon di Roma: nuove immagini dei fenomeni luminosi. L'arco di luce.*, in *Atti del 16° Seminario di Archeoastronomia*, Osservatorio Astronomico di Genova 12 - 13 aprile 2014.

De Franceschini M., Veneziano G., *Architecture and Archaeoastronomy in Hadrian's Villa near Tivoli, Rome*, in *Nexus Netw J*, Vol.15, No. 3, Kim Williams Books, Torino, 2013.

Di Vito M., Lirer L., Mastrolorenzo G., Rolandi G., *The 1538 Monte Nuovo eruption*, *Bulletin of Volcanology*, 49:608.

Dubois C., *Pouzzoles Antique. Histoire e topographie*, Albert Fontemoign, Paris, 1907.

Fiorillo F., Fernández-Palacios B. J., Remondino F., Barba S., *3d Surveying and modelling of the Archaeological Area of Paestum, Italy*, *Virtual Archaeology Review*, Volume 4 N°8, 2013.

Gigante M., *La cultura romana nei Campi Flegrei*, in *Civiltà dei Campi Flegrei*, Atti del convegno internazionale, Giannini Editore, Napoli, 1992.

Guidoboni E., Comastri A. *Catalogue of earthquakes and tsunamis in the mediterranean area from the 11th to the 15th century*, Roma, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 2005.

- Hannah R., *The Pantheon as a timekeeper*, BSS Bulletin Volume 21(iv) December 2009.
- Hannah R., Magli G., *The role of the sun in the Pantheon's design and meaning*, in Numen - Archive for the History of Religion, Volume 58, Number 4, 2011.
- Huvila I., Huggett J., *Archaeological Practices, Knowledge Work and Digitalisation*. Journal of Computer Applications in Archaeology, 2018.
- Kossieris S., Kourounioti O., Agrafiotis P., Georgopoulos A., *Developing a low-cost system for 3D data acquisition*, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W8, 2017 5th International Workshop LowCost 3D – Sensors, Algorithms, Applications, 28–29 November 2017, Hamburg, Germany.
- Lancaster L. C., *Concrete Vaulted Constructions in Imperial Rome*, Cambridge University Press, New York, 2005.
- Limoncelli M., *Applicazioni Digitali per l'Archeologia: il Restauro Virtuale*, Rivista del digitale nei beni culturali, Anno VI, Numero 1, ICCU, Roma, 2011.
- Lombardo N., *Baia: le terme sommerse a Punta dell'Epitaffio. Ipotesi di ricostruzione volumetrica e creazione di un modello digitale*, in Archeologia e Calcolatori, pp. 373-396, 2009.
- Maiuri A., *Il restauro d'una sala termale a Baia*, in Bollettino d'Arte, 1930-31.
- Maiuri A., *Terme di Baia, scavi, restauri e lavori di sistemazione*, IV Serie 1951 Fascicolo IV.
- Maiuri A., *I Campi Flegrei, dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma*, quarta edizione riveduta e aggiornata, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1958.

Maiuri A., *I Campi Flegrei, dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma*, quarta edizione riveduta e aggiornata, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1958.

Medri M., *In baiano sinu: il vapor, le aquae e le piccole terme di Baia*, in (a cura di) Bassani M., Bressan M., Ghedini F., *Aquae salutiferae - Il termalismo tra antico e contemporaneo*, Atti del convegno internazionale, Padova University Press, Padova, 2013.

Mingazzini P., *Le Terme di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni linnei, Accademia nazionale dei Lincei, Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976.

Nocerino E., Remondino F., *Uso consapevole di software speditivi per ricostruzioni 3D*, GEOmedia n°5-2016, p.40 Baratti G., *Verso un approccio archeologico al rilevamento e alla modellazione tridimensionale*, in "LANX" 13 (2012).

Palatino L., *Storia di Pozzuoli e contorni con breve trattato di Ercolano, Pompei, Stabia e Pesto*, Luigi Nobile, Napoli, 1826.

Palestini C., Basso A., *The photogrammetric survey methodologies applied to low cost 3D virtual exploration in multidisciplinary field*, in International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W8, 2017 5th International Workshop LowCost 3D - Sensors, Algorithms, Applications, 28-29 November 2017, Hamburg, Germany.

Parrinello S., Picchio F., *Dall'architettura digitale al modello 3D dell'architettura storica*, in *Disegnare Con*, #12 - ottobre 2013.

Pasquinucci, M., *Bagno privato e bagno pubblico nel mondo romano*, in (a cura di) Pasquinucci M., *Terme romane e vita quotidiana*, Edizioni Panini, Modena, 1987.

Paoli P. A., *Antichità di Pozzuoli*, 1768.

Perrucci S., *Le linee del tempo, architettura gnomonica e geometria*, Uni-

- versità degli Studi di Napoli Federico II, 2013
- Pescarin S., Fanini B., Ferdani D., Lucci Baldassarri G., Calori L., *Archeologia virtuale, realismo, interattività e performance: dalla ricostruzione alla fruizione on line Realism*, DisegnareCon, 2011.
- Pettenò E., Le aquae e le terme curative dell'africa romana, in *Antiquités africaines*, t. 34, p. 133-148, CNRS Éditions, Paris, 2000.
- Pisano A., *Gli ambienti: il tepidarium*, in Pasquinucci, M., (a cura di) *Terme romane e vita quotidiana*, Edizioni Panini, Modena, 1987.
- Plinio il Vecchio, *Naturalis Historia*, XXXI.
- Pontieri E., *Baia nel Medioevo*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni linnei, Accademia nazionale dei Lincei, , Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976.
- Ponzo S., *Le Terme Flegree nella Storia e nell'Arte*, Arti Grafiche D. Conte, Pozzuoli (NA), 1961.
- Rakob F., *Le cupole di Baia*, in Gigante, M. (a cura di) *Civiltà dei Campi Flegrei*, Atti del convegno internazionale, Giannini Editore, Napoli, 1992.
- Romano, G., *Introduzione all'astronomia*, Franco Muzzio Editore, Roma, 2006.
- Sgobbo I., *I templi di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni linnei, Accademia nazionale dei Lincei, Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976.
- Shepherd E. J., *Gli ambienti: il caldarium-1*, *Gli ambienti: il caldarium-2*, *Gli ambienti: il caldarium-3*, in Pasquinucci M. (a cura di) *Terme romane e vita quotidiana*, Edizioni Panini, Modena, 1987.
- Sgobbo I., *I templi di Baia*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, Atti dei convegni linnei, Accademia nazionale dei Lincei, Convegno internazionale, Roma 4-7 maggio 1976.

Bibliografia

Stansfield Eastwood B., *Astronomy in Christian Latin Europe c. 500-
c. 1150*, Science History Publications Ltd, 1997.

Strabone, V, 4, 7.

Storti S., *Gli ambienti: l'apodyterium*, in Pasquinucci M. (a cura di)
Terme romane e vita quotidiana, Edizioni Panini, Modena, 1987.

Yegül F., *Baths and Bathing in Classical Antiquity*, Cambridge: MIT
Press or The Architectural History Foundation, New York, 1992.

