

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II - SCUOLA SUPERIORE MERIDIONALE
DOTTORATO IN ARCHEOLOGIA E CULTURE DEL MEDITERRANEO ANTICO**

GERMANO GERMANÒ

**I CANTIERI DELLE GRANDI FABBRICHE TEMPLARI ARCAICHE
DELLA MAGNA GRECIA
UNA LETTURA ARCHITETTONICA E SOCIALE**

Tesi di dottorato di ricerca

(XVII ciclo)

**Tutor
Prof. Massimo Osanna**

**Coordinatore del dottorato
Prof. Carlo Rescigno**

Introduzione

1. I cantieri della Magna Grecia, territorio inesplorato della ricerca. I motivi di un'indagine

- 1.1. Il cantiere come problema storico e archeologico
 - 1.1.1. Perché la Magna Grecia e perché l'età arcaica
 - 1.1.2. Le lacune della ricerca e i punti ciechi della documentazione
 - 1.1.3. Strumenti di indagine: dal dato puntuale alla lettura di sistema
 - 1.1.4. Ipotesi di lavoro e perimetro dell'indagine
- 1.2. Architettura achea e colonie achee. Una sintesi preliminare.
 - 1.2.1. Premessa e definizione del problema
 - 1.2.2. Paesaggio sacro e identità: gli heraia come segnacolo territoriale
 - 1.2.3. Poseidonia: sperimentazione arcaica e 'conservatorismo creativo'
 - 1.2.4. Metaponto: tradizione del 'dorico acheo' e trasformazioni di cantiere
 - 1.2.5. Caulonia: 'ambito culturale acheo' nelle terrecotte e cesura nel V secolo
 - 1.2.6. Coperture, decorazione e manutenzione
 - 1.2.7. Impianto urbano e spazi pubblici: implicazioni architettoniche e politiche
 - 1.2.8. Implicazioni per i cantieri: progetto, varianti e adattamenti
 - 1.2.9. Conclusioni

2. I cantieri antichi. Tempi, costi, risorse.

- 2.1. Il cantiere e le sue figure. Un ordine necessario.
 - 2.1.1. Problemi di metodo e quadro degli studi
 - 2.1.2. Lessico, statuto e ambito d'azione dell'architetto
 - 2.1.3. Le figure del cantiere: ruoli attestati e ruoli ricostruibili
 - 2.1.4. Scrittura di progetto, specifiche tecniche e trasmissione degli ordini
 - 2.1.5. Reclutamento, remunerazione e frammentazione del lavoro
 - 2.1.6. Organigrammi ricostruttivi
 - 2.1.7. Età arcaica e Magna Grecia
 - 2.1.8. Retribuzione delle figure coinvolte nei cantieri greci
 - 2.1.9. Alimentazione degli operai: tra razione, salario in natura e integrazione monetaria
 - 2.1.10. Metaponto e la Magna Grecia arcaica: ipotesi sul nesso fra dieta di cantiere, regime colturale e quadro paleoambientale
 - 2.1.11. Conclusioni
- 2.2. Le fonti antiche per lo studio del cantiere. Le sygraphai.
 - 2.2.1. Origine del termine e formazione della categoria
 - 2.2.2. Procedura di redazione e approvazione
 - 2.2.3. Dalla progettazione scritta alle sygraphai architettoniche
 - 2.2.4. L'arsenale di Filone al Pireo: un progetto su stele

- 2.2.5. Struttura, funzione e distinzione dal contratto
- 2.2.6. Lotti, pluralità di contraenti e scala del progetto
- 2.2.7. Syngraphe, parádeigma, anagraphé: il progetto oltre il testo
- 2.2.8. Il tempio di Apollo a Didyma: dall'archivio del progetto all'archivio del cantiere
- 2.2.9. Rendiconti, archivi e monumentalizzazione della scrittura
- 2.2.10. Costi, grandezze economiche e logistica dei materiali
- 2.2.11. Guerra, interruzione e non-finito
- 2.2.12. Memoria sociale del cantiere
- 2.2.13. L'importanza delle syngraphai per lo studio dei cantieri arcaici
- 2.3. Dalla cava al cantiere. Filiera, logistica e organizzazione dell'approvvigionamento lapideo in età arcaica in Magna Grecia
 - 2.3.1. Il "problema della pietra" come problema architettonico e storico
 - 2.3.2. Reperibilità e scelta della pietra
 - 2.3.2.1. Tipologie litologiche e prestazioni edilizie
 - 2.3.2.2. Selezione del banco e "lettura" della roccia
 - 2.3.2.3. Qualità, standardizzazione, e valore intrinseco del blocco
 - 2.3.2.4. La scelta del materiale come scelta identitaria nelle colonie
 - 2.3.3. La cava come primo cantiere: organizzazione dell'estrazione e pre-lavorazione
 - 2.3.3.1. Apertura e gestione del fronte estrattivo
 - 2.3.3.2. Tecniche di estrazione: principi generali
 - 2.3.3.3. L'evidenza archeologica della lavorazione in cava: scaglie e discariche
 - 2.3.3.4. Sbozzatura e sagomatura preliminare: riduzione del peso, riduzione del rischio
 - 2.3.3.5. Manodopera: specializzazione e coordinamento
 - 2.3.3.6. Marchi di cava
 - 2.3.4. Trasporto: dal "primo miglio" alla consegna in cantiere
 - 2.3.4.1. Il "primo miglio": uscire dalla cava
 - 2.3.4.2. Trasporto terrestre: veicoli, trazione e limiti topografici
 - 2.3.4.3. Trasporto via mare: il Mediterraneo come "superstrada" e le cave costiere
 - 2.3.4.4. Tempi e stagionalità
 - 2.3.4.5. Rotture, scarti e ridondanza organizzativa
 - 2.3.4.6. Arrivo in cantiere: piazzali, stoccaggio, sequenze di montaggio
 - 2.3.5. Economia, forza-lavoro e organizzazione del cantiere
 - 2.3.5.1. Voci di costo e "costo totale" della pietra
 - 2.3.5.2. Fonti e limiti. Ricostruire senza contabilità epigrafica
 - 2.3.6. Condizioni di base e specificità della filiera lapidea nella Magna Grecia arcaica
 - 2.3.6.1. Poleis coloniali e bacini di risorse: la chora come infrastruttura

- 2.3.6.2. Materiali locali e monumentalità: opportunità e vincoli
- 2.3.6.3. Ipotesi di lavoro per il mondo acheo in Occidente
- 2.3.7. Poseidonia: pietra locale, estrazione “in situ” e paesaggio geomorfologico
 - 2.3.7.1. Poseidonia e la tradizione achea
 - 2.3.7.2. Il caso del tempio di Athena: indizi di estrazione per fondazioni e blocchi
 - 2.3.7.3. Travertini e rocce carbonatiche nell’area: disponibilità e uso
 - 2.3.7.4. Implicazioni per la logistica del cantiere arcaico a Paestum
- 2.3.8. Metaponto: territorio, infrastruttura e filiera lapidea in un contesto acheo
 - 2.3.8.1. Metaponto e la chora come sistema
 - 2.3.8.2. Modello operativo per la filiera lapidea metapontina
 - 2.3.8.3. Trasporto e stagionalità nella piana ionica
 - 2.3.8.4. Implicazioni storico-sociali: costruire in pietra come “programma civico”
- 2.3.9. Comparazione diacronica tra cambiamenti e costanti nei cantieri del mondo greco
 - 2.3.9.1. Continuità: principi invarianti della filiera
 - 2.3.9.2. Differenze: Occidente e colonie achee
 - 2.3.9.3. Verso una metodologia operativa
- 2.3.10. Trasporto via mare e logistica litoranea: dalla cava costiera al porto della polis
 - 2.3.10.1. Perché il mare è più conveniente rispetto alla terra: massa, attrito e rischio
 - 2.3.10.2. Cave litoranee come sistemi integrati: morfologia di estrazione e trasferimento al bordo d’acqua
 - 2.3.10.3. Movimentazione interna e punti di presa: le “bitte” come indizio di una catena tecnica
 - 2.3.10.4. Infrastrutture portuali: dal piano di carico al molo attrezzato
 - 2.3.10.5. Macchine da carico e manutenzione
 - 2.3.10.6. Modello operativo misto per le colonie achee, tra brevi tratti di terra e di mare
- 2.3.11. Standardizzazione, modularità e forma costruibile: dal singolo blocco al tempio dorico arcaico
 - 2.3.11.1. La standardizzazione come soluzione logistica prima che estetica
 - 2.3.11.2. Elementi e gerarchie: fondazioni, elevato, componenti speciali
 - 2.3.11.3. L’economicità della produzione “a misura”
 - 2.3.11.4. Sequenza di cantiere e ritmo di approvvigionamento
 - 2.3.11.5. L’architettura dorica arcaica in Occidente come risposta a un ambiente litico specifico
 - 2.3.11.6. I casi di studio di tradizione achea
- 2.3.12. Ricostruire la filiera nella Magna Grecia arcaica. Un protocollo operativo tra evidenze, inferenze e verifiche
- 2.3.13. Metaponto, Tavole Palatine: materiali, micro-logistica e tracce di cantiere nella stratigrafia
 - 2.3.13.1. Un santuario “segnaletico” nel territorio: posizione, percorsi e visibilità come fattori logistici

- 2.3.13.2. L'arenaria come pietra da costruzione e come scarto di lavorazione
- 2.3.13.3. Il muro di temenos come indicatore di filiera a corto raggio
- 2.3.13.4. Incassi, cardini e carpenterie: un sistema tecnico più ampio oltre alla pietra
- 2.3.13.5. Quando lo scarto parla del cantiere o della sua conclusione
- 2.3.13.6. Il tempio tardo-arcaico e la sequenza di monumentalizzazione: implicazioni per l'approvvigionamento
- 2.3.13.7. Implicazioni del caso di Metaponto sulla filiera achea in Occidente
- 2.3.13.8. Un modello parametrico per stimare tempi, forze e costi del trasporto lapideo. Il caso delle Tavole Palatine.
- 2.3.14. Poseidonia arcaica: disponibilità litica, condizioni ambientali e cantierizzazione
 - 2.3.14.1. Un'arcaicità monumentale e le sue condizioni materiali
 - 2.3.14.2. La variabile ambientale come variabile logistica: suoli, acque, sedimenti
 - 2.3.14.3. Cave locali e "filiera corta": vantaggi e vulnerabilità
 - 2.3.14.4. Trasporto via mare e approdi: quando l'infrastruttura esterna è parte del tempio
 - 2.3.14.5. Una sintesi operativa per Poseidonia
- 2.3.15. Dal metodo al confronto per il mondo occidentale
- 2.4. I tempi del cantiere
 - 2.4.1. La durata dei cantieri templari nel mondo greco
 - 2.4.2. Una proposta di metodo per interpretare la durata dei cantieri: l'Efficienza Costruttiva Teorica (ECT)
 - 2.4.3. Il ruolo delle stagioni e del clima nei cantieri antichi
 - 2.4.3.1. Il mondo egeo e il ciclo climatico della costruzione micenea.
 - 2.4.3.2. Il ciclo delle stagioni nelle fonti arcaiche. Esiodo e il calendario agricolo.
 - 2.4.3.3. Confronto paleoclimatico tra la Beozia esiodea e la Magna Grecia dei cantieri achei. Una nota metodologica.
 - 2.4.3.4. L'età classica. Due casi di studio dai rendiconti edilizi di Atene ed Eleusi.
 - 2.4.3.5. Il cantiere dell'Eretteo
 - 2.4.3.6. Il cantiere di Eleusi
 - 2.4.3.7. L'utilità di considerare la stagionalità nello studio dei cantieri
 - 2.4.4. Le interruzioni, le sospensioni e le varianti: la temporalità discontinua del cantiere antico
 - 2.4.4.1. La guerra come causa primaria di interruzione
 - 2.4.4.2. L'esaurimento dei fondi e la costruzione per fasi
 - 2.4.4.3. Difetti costruttivi, errori progettuali, problemi del sito
 - 2.4.4.4. Mutamenti politici, ostilità civica, morte del promotore
 - 2.4.4.5. Varianti, riassetti, riprese
 - 2.4.4.6. I cantieri d'Occidente: interruzione, durata e vulnerabilità della fabbrica templare

2.5. I costi del cantiere.

2.5.1. Stato della questione

2.5.2. La natura delle fonti

2.5.3. Il sistema monetario nel mondo greco

2.5.4. Atene classica come laboratorio documentario indispensabile ma non sufficiente

2.5.5. La Magna Grecia arcaica: pluralità monetaria e limiti della documentazione

2.5.6. Salari, prezzi e potere d'acquisto

2.5.7. Dai prezzi dei beni ai costi di cantiere: cava, trasporto, posa, finitura

2.5.8. Il problema della conversione nominale

2.5.9. Un metodo di conversione in sei passaggi per ridurre il margine d'errore

2.5.10. Un modello operativo per i cantieri arcaici magnogreci

2.5.11. Una proposta di espressione finale del costo

2.5.12. Applicazione cautelativa ai templi arcaici della Magna Grecia

2.5.13. Una proposta metodologica

2.5.14. Esempio di applicazione del protocollo di stima

2.5.15. Scenario minimo, mediano e massimo

2.6. Appendice. Esercizi di calcolo per una stima dei costi del cantiere del tempio delle Tavole Palatine (Metaponto)

3. L'architettura monumentale come fossile energetico. I motivi di una scelta metodologica.

3.1. L'energetica architettonica. Un'introduzione.

3.2. L'analisi quantitativa del lavoro: alle origini di un approccio archeologico

3.3. L'Ottocento: primi passi verso l'analisi quantitativa

3.4. L'approccio sperimentale di Erasmus

3.5. Gli anni Sessanta e Settanta

3.6. Elliot M. Abrams e la definizione dell'energetica architettonica

3.6.1. Limiti del metodo di Abrams

3.7. Janet De Laine e i labour constants. Un modello per i cantieri antichi mediterranei.

3.7.1. Le fonti antiche e l'utilizzo dei manuali e dei prezziari preindustriali

3.7.2. Le formule di DeLaine

3.7.3. Limiti del metodo di DeLaine. Un esempio dalla stima sui trasporti.

3.7.4. Ipotesi di applicazione del "metodo DeLaine" ai cantieri templari arcaici.

3.8. Il Duemila e i seminari Arqueología de la construcción

3.9. Una nuova attenzione per l'Egeo minoico e miceneo. Il lavoro di Maud Devolder

3.9.1. La formulazione dei coût standards

3.9.2. Critiche e limiti del metodo di Devolder

3.9.3. Come applicare la lezione di Devolder ai templi arcaici della Magna Grecia

- 3.10. L'espansione quantitativa del metodo. Energetica architettonica, reti sociali e soglie di complessità nell'età del Bronzo egea
- 3.11. Ann Brysbaert e il progetto SETinSTONE. Dalla "contabilità" energetica alla storia sociale del cantiere
- 3.12. Il "modello Brysbaert": integrazione di chaîne opératoire, energetica e taskscape
 - 3.12.1. Il dialogo con i modelli: DeLaine e Devolder
 - 3.12.2. L'approccio di Brysbaert applicato ai cantieri arcaici
- 3.13. L'energetica architettonica nel dibattito accademico condiviso. Espansioni metodologiche
- 3.14. Il valore aggiunto della digitalizzazione nei calcoli energetici
- 3.15. Applicazione ai templi arcaici della Magna Grecia achea: un modello operativo e interpretativo
 - 3.15.1. Formalizzazione del processo di cantiere e costruzione dei fogli di calcolo per l'analisi comparativa dei templi della Magna Grecia
 - 3.15.2. Dall'evidenza archeologico-architettonica al "processo": natura dei dati e loro trasformazione
 - 3.15.3. Architettura del modello: dal computo (BoQ) alla WBS
 - 3.15.4. Quantificazione del lavoro: unità di misura, produttività e formule generali
 - 3.15.5. Logistica e trasporto: dalla massa ai vincoli operativi
 - 3.15.6. Verifica di plausibilità: capacità, domanda e colli di bottiglia
 - 3.15.7. Applicazione e confronto tra i casi di studio
 - 3.15.8. Conclusioni

4. Manuali e prezziari preindustriali. Fonti per i labour costs nei cantieri antichi.

- 4.1. Genealogia e cronologia dei manuali: dalle prime liste di prezzi ai manuali di stima industriali
 - 4.1.1. Origini: prezzi e lavori nei testi tra XVII e XVIII secolo
 - 4.1.2. La svolta ottocentesca: manuali di costruzione e price-books come infrastruttura del mestiere
 - 4.1.3. Quando e perché i manuali vengono impiegati nell'archeologia della costruzione
- 4.2. Tipi di fonti per labour costs: che cosa misurano davvero
 - 4.2.1. Dal cantiere "interrogabile" alla fonte "spenta": una tassonomia operativa
 - 4.2.2. Pegoretti ovvero il Vitruvio dell'architettura energetica: efficacia e problemi strutturali
 - 4.2.3. Un'applicazione al caso studio delle Tavole Palatine (Metaponto)

Conclusioni

Bibliografia

Introduzione

La presente ricerca muove dalla convinzione che il tempio antico non possa essere compreso pienamente se lo si osserva come semplice esito formale o come un documento di storia dell'architettura. Prima di essere monumento, esso è infatti un processo, composto da decisione politica, disponibilità di risorse, trasmissione di saperi, organizzazione del lavoro, controllo dei tempi, dei costi e delle competenze. Assumere il cantiere come oggetto storico, economico e sociale significa dunque spostare lo sguardo dall'edificio compiuto alla sequenza operativa che lo rende possibile, restituendo centralità a ciò che l'analisi esclusivamente stilistica tende spesso a lasciare in ombra, ovvero le filiere dei materiali, le gerarchie delle maestranze, la logistica dei trasporti, i processi di messa in opera, la manutenzione e la durata stessa dell'impresa costruttiva.

In questa prospettiva la Magna Grecia arcaica costituisce un osservatorio particolarmente fecondo. Da un lato, la ricchezza dei programmi monumentali e la densità delle evidenze archeologiche offrono un terreno di indagine straordinario, dall'altro, la scarsità delle fonti scritte, la frammentarietà dei contesti e la difficile leggibilità di molti segmenti del processo edilizio impongono un metodo fondato sull'integrazione rigorosa degli indizi. Ne deriva una ricerca che non assume il dato monumentale come evidenza autosufficiente, ma lo interroga entro un sistema di relazioni più ampio, che comprende territorio, infrastrutture, approvvigionamenti, spazi produttivi e culture tecniche. L'obiettivo non è soltanto chiarire come si costruisse un tempio nelle colonie achee d'Occidente, ma mostrare come il cantiere costituisca un luogo privilegiato per osservare la trasformazione di risorse, saperi e intenzioni politiche in forme durevoli di rappresentazione civica.

1. I cantieri della Magna Grecia, territorio inesplorato della ricerca. I motivi di un'indagine

L'analisi dei cantieri templari in età arcaica in Magna Grecia consente di interrogare non soltanto la forma architettonica del tempio, ma l'intero processo produttivo che lo rende possibile: selezione e controllo delle risorse, organizzazione delle maestranze, gestione delle fasi tecniche, coordinamento degli approvvigionamenti e delle lavorazioni specialistiche, senza contare la capacità della comunità di rendere stabile, nel tempo, un investimento ad alto costo economico e alto valore simbolico¹.

Dal punto di vista dello studio dei cantieri, la Magna Grecia presenta un valore euristico particolare perché la documentazione archeologica è al tempo stesso ricca, per la densità di siti e l'eccezionale visibilità dei programmi monumentali, e lacunosa, per l'assenza di fonti scritte, la frammentarietà dei contesti, le trasformazioni dei paesaggi costieri e la difficoltà di riconoscere i segmenti invisibili del processo edilizio, come aree estrattive, luoghi di lavorazione e strutture temporanee². L'insieme di questi fattori rende l'intera area un banco di prova ideale per costruire un modello di indagine trasferibile anche ad altri contesti del Mediterraneo antico – ma non solo – specialmente quelli che subiscono il silenzio delle fonti.

1.1. Il cantiere come problema storico e archeologico

L'oggetto dell'indagine non coincide dunque con il tempio finito, ma con la sequenza operativa che collega decisione politica, progetto, materiale e lavoro. In questa prospettiva, la lettura di fondazioni, alzati, cave e infrastrutture non può essere disgiunta dalla comprensione delle condizioni che rendono praticabile la costruzione, dall'accesso alle pietre da costruzione e ai materiali ceramici alla conoscenza metrologica, dalla disponibilità di tecniche di posa e sollevamento alla capacità di gestione di tempi e rischi, climatici, idrogeologici, bellici³.

La cultura del progetto costituisce un passaggio obbligato. La scomposizione dell'edificio in parti nominali e misurabili, la traduzione delle proporzioni in un sistema modulare, e la possibilità di controllare in anticipo varianti e tolleranze sono condizioni che lasciano tracce indirette, nella metrologia, nella regolarità, nelle ripetizioni tipologiche, utili talvolta quasi quanto i documenti scritti che qui mancano. Proprio per questo, la ricostruzione dei cantieri magnogreci richiede di lavorare su indizi architettonici e archeologici, accettando un rapporto

¹ Mertens 2006, p. 384.

² Mertens 2006, p. 378; p. 431.

³ Mertens 2006, p. 384; p. 378.

strutturale tra dato materiale e ipotesi, ma vincolando quest'ultima a controlli interni di coerenza metrica, compatibilità tecnologica e plausibilità logica.

1.1.1. Perché la Magna Grecia e perché l'età arcaica

L'età arcaica rappresenta un momento di sperimentazione nel quale le comunità coloniali costruiscono simultaneamente spazio urbano, paesaggio sacro e sistemi produttivi⁴. L'ambizione monumentale, attestata già per le fasi arcaiche, trova nei santuari il principale dispositivo di rappresentazione civica. È qui che si addensa la domanda di competenze tecniche e di materiali standardizzati (pietra da taglio, legname strutturale, laterizi e terrecotte architettoniche).

Nel quadro urbano, la costruzione del sacro interagisce con la pianificazione dello spazio. La gerarchia delle arterie principali e la disposizione degli spazi pubblici, come agorà e santuari, non sono solo esiti formali, ma premesse operative che condizionano il trasporto dei materiali, l'accessibilità dei cantieri e l'organizzazione delle aree di servizio⁵. La ricostruzione dei grandi assi viari e degli spazi collettivi, anche quando ipotetica, è dunque parte integrante di una storia dei cantieri.

Allo stesso modo lo è, in età arcaica, il rapporto tra città e *chora*, non solo per l'approvvigionamento di materiali, ma anche per la necessità di organizzare i flussi umani per trovare un equilibrio tra le attività di agricoltura e allevamento, le esigenze architettoniche e belliche, e per sostenere nel tempo manutenzioni e rifacimenti delle stesse fabbriche monumentali. Le sequenze di riparazioni nelle decorazioni architettoniche e la sostituzione di elementi delle coperture rimandano, infatti, a una continuità di competenze e a un sistema di produzioni in grado di rigenerare componenti specialistiche⁶.

1.1.2. Le lacune della ricerca e i punti ciechi della documentazione

Una prima grande lacuna nella ricerca riguarda la cronologia di molte strutture urbane, in particolare delle fortificazioni. La loro rilevanza storica è inversamente proporzionale alla capacità corrente di datarle con precisione, e ciò impedisce spesso di collegare trasformazioni politiche e scelte edilizie. In termini metodologici, questo dato non è un limite marginale ma un vincolo strutturale, poiché senza una griglia cronologica affidabile, anche il cantiere resta silente, impedendo di distinguere tra costruzione, restauro e rifacimento⁷.

Un secondo punto cieco riguarda gli spazi produttivi e le filiere di approvvigionamento. Le sedi artigianali legate alle terrecotte architettoniche o ai laterizi sono spesso localizzate in aree

⁴ Mertens 2006, p. 374.

⁵ Mertens 2006, pp. 365-366.

⁶ Mertens 2006, pp. 434-435.

⁷ Mertens 2006, p. 431.

marginali o in prossimità di necropoli e non sono sempre riconducibili a una singola fase edilizia⁸. Anche quando emergono fornaci e impianti di lavorazione, il passaggio dalla presenza archeologica alla ricostruzione della dinamica produttiva resta complesso. L'identificazione di un quartiere artigianale in area urbana, come il caso metapontino del cosiddetto "Ceramico"⁹, indica però un nodo critico, ovvero la possibilità che una parte delle produzioni necessarie al cantiere sia stata integrata nel tessuto cittadino e organizzata secondo logiche di prossimità e controllo.

A questa lacuna si collega anche il problema dei segni incisi sui blocchi destinati al cantiere, cioè marchi di cava e contrassegni di assemblaggio. Per la Magna Grecia arcaica, infatti, tali evidenze sono state spesso registrate in modo episodico, senza una raccolta sistematica capace di metterle in relazione con litotipo, posizione del blocco, morfologia del segno, fase costruttiva e funzione nel processo edilizio¹⁰. La loro importanza non risiede soltanto nella possibilità di "leggere" singoli grafemi, ma nel fatto che essi documentano un livello di organizzazione del cantiere altrimenti difficilmente percepibile. Provenienza della pietra, lotti di materiale, destinazione funzionale, stoccaggio, trasporto e messa in opera possono infatti essere mediati da sistemi di marcatura riconoscibili all'interno della filiera edilizia¹¹.

Un ulteriore problema riguarda la qualificazione del rapporto tra spazio sacro e spazio produttivo. La sola prossimità topografica fra santuario, fornace, officina o area di scarico non basta infatti a dimostrare un nesso funzionale diretto con il cantiere templare, poiché, per le colonie achee, le relazioni tra aree sacre e impianti produttivi devono essere valutate come ipotesi di lavoro e non come automatismi topografici¹². Occorre distinguere, caso per caso, tra produzioni destinate alla costruzione o alla manutenzione degli edifici sacri, produzioni votive o cultuali, attività artigianali stabilmente insediate presso il santuario e installazioni provvisorie legate a singole fasi edilizie. Nel caso metapontino, ad esempio, le fornaci presso il *temenos* orientale dell'area urbana sono interpretate come possibili impianti legati a operazioni di cantiere, ma non come strutture funzionali alla vita ordinaria del santuario¹³. In questa prospettiva, il problema non è soltanto "dove" si produca, ma "per chi", "per quanto tempo" e "con quale grado di dipendenza" rispetto all'area sacra. Tale distinzione si inserisce nel più

⁸ Mertens 2006, p. 378.

⁹ Cracolici 2003.

¹⁰ Germanò 2024, pp. 75, 83-84.

¹¹ Germanò 2024, pp. 75-76.

¹² Luberto 2023, p. 191.

¹³ Luberto 2023, pp. 185, 188.

ampio problema dei luoghi di produzione in Italia meridionale e dei loro diversi rapporti con gli spazi urbani e sacri¹⁴.

Un terzo nodo riguarda i porti e, più in generale, le infrastrutture di trasporto. La ricerca, in questo caso, è condizionata dalle trasformazioni della linea di costa, dalle variazioni del livello del mare e dalle dinamiche alluvionali, con l'effetto di rendere difficile l'interpretazione degli approdi e delle opere di protezione, come moli, dighe o darsene. Questa difficoltà non riguarda solo i siti costieri, perché anche nei casi in cui si ipotizza un approdo fluviale il collegamento tra porto e centro urbano rimane spesso un problema aperto¹⁵.

1.1.3. Strumenti di indagine: dal dato puntuale alla lettura di sistema

Le acquisizioni più robuste sugli impianti urbani e sulla loro evoluzione derivano dall'applicazione integrata di prospezioni estensive, in particolare geofisiche, e scavi mirati. L'uso combinato di rilievi magnetometrici, carotaggi su grandi superfici e saggi selettivi consente di superare l'asimmetria tra ampiezza dell'area urbana e limitatezza dello scavo tradizionale, ricostruendo la geometria di strade e isolati e individuando aree pubbliche potenziali¹⁶.

La localizzazione di santuari, la prossimità a vie di transito e il rapporto con aree libere, come spazi di accumulo o piazzali, non costituiscono semplici condizioni ambientali, ma sono piuttosto elementi che incidono direttamente su tempi e costi della costruzione. L'analisi del cantiere deve quindi assumere come unità di osservazione non solo l'edificio, ma il campo di relazioni tra edificio, infrastrutture e risorse¹⁷.

In questa prospettiva, anche i segni dei lapicidi devono essere trattati come dati archeologici pienamente integrati nel sistema-cantiere. La loro documentazione non può limitarsi alla trascrizione grafica del segno, ma deve comprendere cronologia, numero di tipologie morfologiche, numero totale delle evidenze, dimensioni medie, litotipo del supporto, posizione rispetto al blocco, qualità della pietra, sezione e profondità del solco¹⁸. Un esame autoptico, eventualmente integrato da *frottage*, fotogrammetria o rilievo LiDAR, risulta quindi necessario non solo per correggere letture precedenti, ma per trasformare il marchio in un documento di lavoro comparabile¹⁹.

¹⁴ Luberto 2023, p. 191; Esposito 2013, p. 203.

¹⁵ Mertens 2006, p. 378; Napoli 1972, p. 14.

¹⁶ Mertens 2006, p. 363; Hoepfner, Schwandner 1994, p. 301; Szidat 1980, pp. 42-43; Benvenuti Falciai 1982, pp. 159 ss.

¹⁷ Mertens 2006, pp. 365-366.

¹⁸ Germanò 2024, pp. 81-82.

¹⁹ Germanò 2024, p. 82.

1.1.4. Ipotesi di lavoro e perimetro dell'indagine

L'ipotesi di lavoro è che i cantieri templari arcaici in Magna Grecia siano interpretabili non come meri esiti architettonici ma come apparati tecnico-sociali, sistemi di decisione, produzione e controllo che mobilitano risorse e competenze specialistiche. Per verificare questa ipotesi, l'indagine privilegia il ricorso a fonti attinenti alla sfera del mondo greco, la ricostruzione delle filiere materiali, l'analisi metrologica e modulare come indizio di progetto, la definizione delle aree di servizio come cave, fornaci o depositi, la logistica di trasporto e messa in opera, infine, la lettura delle fasi e delle riparazioni come indicatore di continuità o rottura nel flusso delle competenze.

La scelta di concentrarsi sulle colonie achee risponde dunque a un criterio operativo. La presenza di una rete di città in qualche modo "imparentate" e confrontabili permette di distinguere, con maggiore chiarezza, tra soluzioni locali e soluzioni sistemiche. In particolare, il caso di Metaponto, che ricorrerà nel testo in più esercizi applicativi della metodologia proposta in questa sede, offre una interessante combinazione di evidenze urbane, indicazioni sulla gerarchia degli spazi pubblici e segnali di organizzazione produttiva che lo rendono un laboratorio privilegiato per una storia dei cantieri²⁰.

1.2. Architettura achea e colonie achee. Una sintesi preliminare.

1.2.1. Premessa e definizione del problema

Prima di definire i caratteri dell'architettura achea d'Occidente è necessario chiarire che il termine "acheo" non costituisce un dato immediato, né sul piano etnico né su quello territoriale. L'Acaia peloponnesiaca descritta dalle fonti e ricostruita dalla ricerca moderna è infatti una regione fisicamente discontinua, dominata da una forte articolazione tra rilievi, pianure costiere, vallate interne, percorsi fluviali e approdi marittimi; quasi tutte le città achee²¹ mantenevano un rapporto con il mare e disponevano di un *epineion*, ovvero il porto, condizione decisiva per i contatti, gli scambi e la mobilità verso l'esterno²². La stessa organizzazione spaziale in dodici distretti, i *merea*, suddivisi in *demoi*, non va intesa come semplice conseguenza della geografia fisica, ma come costruzione socio-politica fondata su criteri di ripartizione, equilibrio e

²⁰ Mertens 2006, pp. 366, 378.

²¹ Con poche eccezioni quali Pharai, Tritaia e Léontion.

²² Rizakis 2002, p. 45.

proporzionalità territoriale²³. Ne deriva che l'identità achea va considerata come un processo storico di aggregazione e ordinamento, non come una continuità lineare e già data.

Questa cautela vale anche per l'etnonimo. Nei poemi omerici gli *Achaioi* appartengono al lessico epico comune e non designano ancora, in senso ristretto, gli Achei dell'Acaia peloponnesiaca: il passaggio a un *ethnos* specifico è legato a tradizioni genealogiche più tarde, nelle quali Achaïos, figlio di Xouthos e fratello di Ione, diventa eponimo di un gruppo distinto accanto a Dori e Ioni²⁴. La tradizione della dodecapoli achea appare quindi come una costruzione progressiva, che nel VI secolo tende a saldare genealogia, memoria territoriale e definizione politica²⁵. In questa prospettiva, l'identità achea non è una sostanza immobile, ma un dispositivo relazionale, definito attraverso contatti, opposizioni, tradizioni di origine e forme di autorappresentazione²⁶.

La nozione di "stile acheo" che interessa questa trattazione si è formata invece nella storiografia a partire dall'osservazione di un insieme di scelte ornamentali e tipologiche riscontrabili in alcuni grandi cantieri templari dell'Italia meridionale greca, quali quelli di Paestum, Metaponto, Sibari e, con ogni probabilità, anche Foce del Sele. In tale quadro, un ruolo euristico centrale è stato attribuito al capitello dorico con collarino a foglie, considerato il marcatore più visibile di una variante regionale²⁷.

L'interpretazione tradizionale ha spesso messo in relazione questi tratti con una presunta continuità di modelli peloponnesiaci e, più a monte, con possibili reminiscenze di decorazioni di età micenea, soprattutto in virtù delle analogie formali tra le foglie del collarino e la decorazione di alcuni elementi dell'architettura del Tardo Bronzo²⁸.

L'uso del dato formale come indice di origine locale o di tradizione importata richiede tuttavia cautela, dal momento che la ricostruzione dei percorsi di trasmissione dipende infatti dalla solidità della cronologia dei singoli elementi e dalla loro effettiva distribuzione geografica, aspetti che hanno conosciuto nel tempo sensibili revisioni e aggiornamenti²⁹.

Il problema storiografico consiste nel distinguere tra ciò che può essere letto come tratto comune, ossia connesso a pratiche e identità coloniali condivise, e ciò che dipende da condizioni locali come risorse litiche e argillose, topografia, sistemi di approdo e trasporto, dinamiche politiche e conflittuali. In Magna Grecia, si conservano soprattutto gli esiti

²³ Rizakis 2002, pp. 43, 48-49; Helly 1997, pp. 215-231.

²⁴ Mele 2002, pp. 67-69.

²⁵ Mele 2002, pp. 68-73.

²⁶ Morgan 2002, pp. 95-96.

²⁷ Barletta 1990, p. 45.

²⁸ Puchstein 1887, pp. 48-51; Wesenberg 1971, pp. 49-50, 61-62; Barletta 1990, pp. 45, 49.

²⁹ Barletta 1990, pp. 45-46, 71.

monumentali, mentre quelli dei processi produttivi del cantiere emergono in modo discontinuo. La definizione dei “caratteri achei” deve quindi essere costruita come inferenza controllata, ancorata cioè a contesti, a sequenze stratigrafiche e a indicatori tecnici (metrologia, moduli, sistemi di copertura, segni di lavorazione), non a un’idea astratta di stile³⁰.

Quanto definiamo “acheo” non può essere trasferito automaticamente dalla madrepatria alle colonie come se fosse un blocco unitario di forme, culti e tecniche. Nella stessa Acaia peloponnesiaca la formazione delle *poleis* e l’urbanizzazione non furono processi simultanei: in alcuni casi la polis poté costituirsi anche senza un *asty* dominante, attraverso l’associazione politica di comunità disperse nel territorio³¹. Va poi distinta una Acaia occidentale più direttamente coinvolta nelle tradizioni coloniali da una Acaia orientale più legata alla memoria di Aigialos, di Helike, di Poseidone e delle tradizioni ionico-achee³². Pertanto, quando si parla di colonie achee d’Occidente, occorre evitare tanto l’idea di una dipendenza meccanica dalla madrepatria quanto quella di una piena autonomia senza memoria: il dato coloniale nasce piuttosto dalla selezione, rielaborazione e rifunzionalizzazione di elementi diversi.

A questa cautela formale ne va aggiunta una circa l’aspetto della produzione. Le colonie achee possono infatti essere considerate come un gruppo coerente non soltanto per la ricorrenza di soluzioni architettoniche o decorative, ma anche per il modo in cui articolano spazi sacri, aree produttive e settori urbani o periurbani³³. La scelta di considerare unitariamente Sibari, Crotone, Caulonia, Metaponto e Poseidonia in rapporto ai legami tra aree sacre e aree di produzione consente di spostare il problema dell’“acheo” dal solo piano dello stile a quello dell’organizzazione materiale della città³⁴. In questa prospettiva, officine, fornaci, scarichi, terrecotte architettoniche, scarti di produzione e indicatori votivi diventano elementi utili per comprendere non solo la circolazione di forme, ma anche di competenze, materiali e pratiche produttive, dal momento che gli impianti artigianali risultano attestati in tutti i centri considerati e le attività di produzione sembrano avere svolto un ruolo di primo piano nella vita delle colonie fin dalle prime fasi³⁵.

Questa impostazione aiuta anche a precisare il problema della colonizzazione. Agli Achei intesi come insieme, e non necessariamente a una singola *polis*, risalgono alcune operazioni preliminari dell’impresa coloniale arcaica, quali la scelta dell’ecista, la selezione dei luoghi,

³⁰ Mertens 2019.

³¹ Hansen 1997, p. 5.

³² Mele 2002, pp. 72-76.

³³ Luberto 2023, p. 173.

³⁴ Luberto 2023, pp. 173-174.

³⁵ Luberto 2023, pp. 191-192.

l'organizzazione militare e navale della spedizione³⁶. Tuttavia, lo stesso quadro non autorizza a pensare che ogni fondazione occidentale sia stata promossa dall'intera "comunità achea". Nella fase arcaica e alto-arcaica, le singole città dell'Acaia potevano agire anche autonomamente, come mostrano le tradizioni relative ad Aigion, Pellene e Aigeira in rapporto a conflitti, consultazioni delfiche e iniziative locali³⁷. Il modello più prudente è dunque quello di una colonizzazione sostenuta da reti aristocratiche, culturali e regionali, più che da un apparato statale unitario pienamente formalizzato³⁸.

1.2.2. Paesaggio sacro e identità: gli *heraia* come segnacolo territoriale

Nel contesto coloniale acheo, il culto di Hera assume una funzione identitaria e territoriale. La reiterazione di *heraia* presso assi fluviali e snodi di comunicazione definisce una grammatica del sacro che contribuisce a marcare confini, percorsi e luoghi di controllo³⁹. La disposizione di santuari dedicati alla dea lungo due assi fluviali, Sele e Bradano, è stata interpretata come scelta deliberata di delimitazione dello spazio d'influenza acheo, mentre la diffusione del culto nelle principali *poleis* e nei rispettivi territori (Crotone, Poseidonia, Metaponto, Sibari e *chora* sibaritica) rafforza l'idea di un "*kosmos* acheo" riconoscibile attraverso pratiche culturali comuni⁴⁰. In questa chiave, la geografia dei santuari può essere letta anche come tecnologia territoriale, cioè come dispositivo di orientamento della *chora* e di negoziazione simbolica dei margini coloniali⁴¹.

La centralità di Hera va però letta entro una cornice più ampia di matrici peloponnesiache e non come semplice "marchio" etnico. La religiosità più antica dell'Acaia è stata interpretata in rapporto al mondo di Aigialos e al settore nord-orientale del Peloponneso, cioè a un orizzonte nel quale la memoria achea si intreccia con tradizioni argive, ioniche e pre-achee⁴². In questa chiave, la diffusione occidentale del culto di Hera non segnala soltanto la conservazione di una divinità della madrepatria, ma la costruzione coloniale di una continuità simbolica con un paesaggio religioso più antico e più complesso⁴³. Le strutture religiose delle colonie achee d'Occidente selezionano dunque elementi diversi entro una rete più larga di riferimenti

³⁶ Mele 2002, pp. 78-79.

³⁷ Mele 2002, pp. 80-81.

³⁸ Questa puntualizzazione, lungi dal voler essere esaustiva, è utile per la comprensione di quanto verrà detto *infra* circa l'identificazione della committenza e delle figure che controllavano produzione e approvvigionamento in un contesto arcaico, per così dire, pre-democratico.

³⁹ Rescigno 2019, pp. 60-61.

⁴⁰ Sassu 2013, pp. 5-6.

⁴¹ Osanna 1992, pp. 9-18, 187-196.

⁴² Osanna 2002, p. 271.

⁴³ Osanna 2002, p. 271.

peloponnesiaci, nella quale Hera, Eracle, Achille, Apollo e Artemide assumono funzioni differenziate nella costruzione della memoria coloniale⁴⁴.

Sul piano architettonico e cantieristico, questo dato implica che la monumentalizzazione non sia episodica ma programmatica. L'investimento nel tempio e nelle sue pertinenze, come altari, recinti, spazi votivi, vie d'accesso, risponde a logiche di rappresentazione civica e di controllo territoriale. I santuari extraurbani, in particolare, funzionano come dispositivi di visibilità e orientamento, per terra e in alcuni casi anche per mare, e ciò influisce sulla scelta di siti con elevata "leggibilità paesaggistica" e sulla durata della manutenzione nel tempo⁴⁵.

1.2.3. Poseidonia: sperimentazione arcaica e 'conservatorismo creativo'

Quanto finora esposto consente di riformulare la nozione di architettura achea in termini meno tipologici e più processuali. Gli elementi più riconoscibili — capitelli con collarino a foglie, fregi riccamente decorati, forte sviluppo della trabeazione, uso di motivi figurati e ornamentali — non definiscono uno "stile" chiuso, ma un linguaggio architettonico comune che nelle diverse colonie assume configurazioni locali, quasi "dialetti" di una medesima grammatica formale⁴⁶. Nelle colonie achee il rapporto tra dorico e ionico non va interpretato come semplice mescolanza, ma come costruzione autonoma, nella quale alcuni elementi decorativi e compositivi vengono riorganizzati entro sistemi monumentali originali⁴⁷. La categoria di "*Ionian Sea Style*", proposta da Barletta per spiegare alcune convergenze formali tra Sicilia, Magna Grecia e ambito ionico⁴⁸, resta utile come quadro comparativo, ma non basta a spiegare la varietà dei singoli contesti coloniali.

Questa lettura è particolarmente utile per una storia dei cantieri. Se l'architettura achea d'Occidente non deriva da un modello unico della madrepatria, allora il suo profilo formale deve essere ricostruito attraverso scelte operative concrete: disponibilità di materiali, maestranze, tradizioni tecniche locali, circolazione di artigiani, soluzioni di copertura, sistemi decorativi, rapporti con Corfù, con l'area ionica e con gli ambienti dorici della Sicilia⁴⁹. In questo senso, Sibari e Poseidonia sembrano esprimere una maggiore conservatività, mentre Metaponto e Crotone mostrano processi di elaborazione più sottili e progressivi⁵⁰. Il dato stilistico va quindi tradotto in dato architettonico e di cantiere, spostando l'interrogativo da cosa significhi acheo in

⁴⁴ Giangiulio 2002, p. 283.

⁴⁵ Rescigno et al. 2024, pp. 191–192.

⁴⁶ Mertens 2002a, pp. 315–317.

⁴⁷ Mertens 2002a, pp. 316–318.

⁴⁸ Barletta 1990, pp. 45–72.

⁴⁹ Mertens 2002a, pp. 318–321.

⁵⁰ Mertens 2002a, p. 317.

astratto ad attraverso quali filiere, competenze e mediazioni tecniche una comunità coloniale costruisce edifici riconoscibili come propri.

Partendo dal caso di Poseidonia, i due templi arcaici della *polis* campana⁵¹ sono stati descritti come edifici che, pur all'interno della tradizione dorica, occupano una posizione singolare per impianto e soluzioni spaziali⁵². In questa prospettiva, l'anomalia planimetrica dei grandi templi arcaici di Poseidonia va rimessa entro la costruzione dell'ordine urbano e dei suoi linguaggi identitari, più che entro una semplice serie formale⁵³.

In una prospettiva storica, queste scelte rafforzano l'idea che l'architettura arcaica delle colonie achee non sia semplicemente un'adozione tardiva di modelli della Madrepatria. Poseidonia mostra capacità di produrre varianti complesse, con ricadute dirette sulle sequenze operative del cantiere, tra le quali impostazione delle fondazioni interne, controllo delle tolleranze, coordinamento tra peristasi e spazi interni.⁵⁴

Il caso pestano consente inoltre di affiancare alla lettura monumentale una lettura produttiva degli spazi sacri. Allo stato attuale della documentazione, non si dispone per Poseidonia di evidenze archeologiche consistenti e direttamente riferibili a officine stabili nei santuari⁵⁵. Tuttavia, la revisione filologica dei contesti ha permesso di individuare materiali interpretabili come riflesso di attività produttive nei santuari extraurbani di Getsemani e di Albanella, ai margini settentrionali del santuario urbano meridionale e, con tracce più labili, presso l'Heraion alla foce del Sele⁵⁶. Il valore di questi dati non consiste nel dimostrare automaticamente l'esistenza di cantieri templari organizzati entro i santuari, ma nel mostrare quali indicatori minimi — scarti, materiali mal cotti, matrici, distanziatori, strumenti di lavorazione, resti di fornace o tracce di attività metallurgica — possano segnalare un ambiente tecnico connesso alla sfera del sacro.

1.2.4. Metaponto: tradizione del 'dorico acheo' e trasformazioni di cantiere

Le recenti ricerche nel santuario extraurbano di Hera a Metaponto (Tavole Palatine) hanno ribadito l'importanza del sito come caso di studio per la transizione tra frequentazioni e strutture arcaiche e monumentalizzazione templare. La presenza di un primo recinto del santuario, anteriore al tempio, e di aree votive frequentate tra la fine del VII e la metà del VI secolo a.C. indica che il cantiere templare deve essersi innestato, come spesso accade,

⁵¹ La cosiddetta "Basilica" e il cosiddetto "tempio di Cerere", oggi comunemente identificato come tempio di Atena.

⁵² Koldewey, Puchstein 1899, p. 20.

⁵³ Osanna 1992, pp. 129–141.

⁵⁴ Koldewey, Puchstein 1899, pp. 20–21.

⁵⁵ Rizzo 2019; Rizzo, Scafuro e Serritella 2023, p. 197.

⁵⁶ Rizzo, Scafuro, Serritella 2023.

all'interno di una lunga storia di pratiche e di organizzazione dello spazio sacro, e non coincide quindi con un atto fondativo puntuale⁵⁷. Le indagini più recenti insistono infatti sulla natura stratificata del santuario e sulla lunga durata delle pratiche che precedono la piena monumentalizzazione del tempio⁵⁸.

Il tempio dorico noto come Tavole Palatine è interpretato come progetto e cantiere tardo-arcaico, definito “ultimo capitolo della tradizione del dorico acheo”. Tale definizione ha implicazioni architettoniche e storiche: da un lato, indica la persistenza di tratti arcaici (tra cui la presenza dell'*adyton* in pianta); dall'altro, consente di leggere i rifacimenti di copertura e di decorazione (passaggio da sime a baldacchino a cornici con grondaie leonine, con cronologia proposta nei primi decenni del V secolo a.C.) come momenti di aggiornamento coerenti con un rinnovamento più ampio delle decorazioni degli edifici sacri nel territorio metapontino⁵⁹.

Il rapporto fra area sacra e produzione è particolarmente significativo anche nel caso di Metaponto. Accanto al noto *kerameikos* urbano, collocato presso la Porta Nord e attivo tra VI e III secolo a.C., sono documentate due fornaci rettangolari poste a ridosso del *temenos* orientale dell'area sacra, in posizione intermedia fra il recinto sacro, l'agorà e la zona degli altari⁶⁰. La posizione nell'area sacra suggerisce un uso episodico e puntuale, forse collegato a una fase di costruzione o ristrutturazione degli edifici sacri⁶¹. In tal senso, il dato metapontino documenta come, in determinate fasi, una parte della produzione necessaria alla manutenzione o all'aggiornamento degli edifici sacri poteva essere temporaneamente installata entro o presso l'area cultuale⁶².

Il caso delle Tavole Palatine consente di affiancare a questi indicatori produttivi anche un dossier specifico relativo ai marchi di cava e ai contrassegni di assemblaggio. In passato erano già stati segnalati alcuni segni incisi su blocchi del tempio, interpretati come marche di cava di età arcaica⁶³. Una revisione autoptica più recente da parte di chi scrive ha confermato parte delle osservazioni precedenti, ma ha anche proposto nuove letture e individuato ulteriori segni inediti⁶⁴. Le lettere risultano compatibili con un orizzonte arcaico-classico, dalla metà del VI a

⁵⁷ Rescigno et al. 2024, pp. 191–193.

⁵⁸ Rescigno et al. 2024, pp. 191–193.

⁵⁹ Rescigno et al. 2024, pp. 192–193.

⁶⁰ Le due fornaci, scavate nel 1983, sono ancora sostanzialmente inedite e furono pubblicate da N. Cuomo di Caprio come fornaci rettangolari genericamente collegate alla cottura di terrecotte destinate ai templi (Cuomo di Caprio 1992, p. 7). La tipologia rettangolare non implica di per sé una destinazione esclusiva alla cottura di terrecotte architettoniche, benché la particolare collocazione degli impianti renderebbe tale ipotesi plausibile (Luberto 2023, p. 185; Cuomo di Caprio 2007, p. 513).

⁶¹ Lentini 2012, p. 286.

⁶² Rubinich 2010; Luberto 2023, pp. 185, 188.

⁶³ Lo Porto 1981, p. 41, nota 31.

⁶⁴ Germanò 2024.

tutto il V secolo a.C., ma la loro natura di iscrizioni di cantiere impone cautela, poiché varianti grafiche e modalità esecutive non permettono una datazione più stringente⁶⁵.

I segni individuati presso il tempio si distinguono in due gruppi: lettere di grandi dimensioni, singole, poste sul fianco o in testata e riferibili a marchi di cava o di approvvigionamento; segni di minori dimensioni, appaiati, collocati sul fianco dei blocchi e più probabilmente interpretabili come contrassegni di assemblaggio⁶⁶. Questa distinzione è importante perché consente di riconoscere, all'interno dello stesso edificio, almeno due possibili momenti della filiera. Da un lato l'estrazione, il lotto o la provenienza del materiale, dall'altro la destinazione funzionale del blocco e il suo corretto posizionamento nell'organismo architettonico.

Nel dettaglio, la ripetizione dell'*alpha* su più blocchi potrebbe indicare una funzione di localizzazione, forse relativa a un settore specifico del tempio, come ἀ(νατολικόν), “orientale”, ἀ(ριστερά), “sinistra”, o perfino ἄ(δύτον), benché tale lettura resti ipotetica⁶⁷. Più rilevante, sul piano della revisione epigrafica, è il caso del segno già interpretato da Lo Porto come *ny* retrogrado: il confronto con il blocco adiacente, recante un *ny* progressivo, rende tale identificazione improbabile e suggerisce piuttosto la lettura come iota a tre tratti⁶⁸, tipico dell'alfabeto diffuso nelle colonie achee e utilizzato in aree doriche⁶⁹. Se confermata, tale lettura costituirebbe una nuova attestazione per Metaponto e più in generale per l'area magnogreca .

Il *ny* posto in corrispondenza del muro tra *pronaos* e *naos* può invece essere letto come abbreviazione di ν(αός), mentre la coppia *ny-delta*, per dimensioni ridotte e disposizione sullo stesso blocco, sembra più vicina a un sistema di assemblaggio che a un marchio di cava in senso stretto⁷⁰. L'interpretazione numerale della sequenza, possibile in astratto, resta però problematica, perché il sistema alfabetico, o milesio, si afferma nelle colonie achee solo dalla seconda metà del V secolo a.C., mentre nei cantieri templari coevi, come Kaulonia, è attestato il sistema acrofonico⁷¹.

1.2.5. Caulonia: ‘ambito culturale acheo’ nelle terrecotte e cesura nel V secolo

Il dossier di Caulonia consente di osservare un caso in cui l'ambito culturale acheo è ricostruito non soltanto in termini storici, ma anche attraverso indicatori materiali. Nel VI secolo a.C. le

⁶⁵ Germanò 2024, p. 81.

⁶⁶ Germanò 2024, p. 81.

⁶⁷ Germanò 2024, pp. 84-85.

⁶⁸ Germanò 2024.

⁶⁹ Astoreca 2021, pp. 65-69.

⁷⁰ Germanò 2024, pp. 85-87.

⁷¹ Guarducci 1967, pp. 422-428; Ampolo 2004, p. 53, nota 9; Weber 2013, p. 330.

terrecotte architettoniche portano infatti contrassegni riconducibili a tale ambito, mentre nel secolo successivo la città si apre progressivamente a componenti ioniche⁷². In questa cornice, il tempio dorico del santuario di Punta Stilo, del V secolo a.C., si presenta come una cesura netta rispetto alla tradizione locale, pur sostituendo un predecessore arcaico di cui restano pochi resti incorporati nelle fondazioni.

Ipotesi di importazione della pietra da cantieri sicelioti, come Siracusa, sono state controbilanciate da indagini petrografiche che documentano la reperibilità delle specie di calcare duro utilizzate per le membrature dell'alzato anche in cave non distanti da Locri e Caulonia. L'implicazione storica è che l'innovazione del tempio non richiede necessariamente una filiera "coloniale" esterna per i materiali, ma può derivare dalla disponibilità locale combinata con l'adozione di un nuovo lessico formale e di nuove competenze tecniche.

Il santuario di Punta Stilo offre inoltre un caso utile per distinguere tra produzione funzionale al cantiere e produzione o lavorazione assunta entro la sfera del sacro. Le tracce di lavorazione dei metalli individuate presso gli apprestamenti cultuali non devono essere necessariamente interpretate come officina operante per il cantiere del santuario⁷³. La stessa difficoltà logistica degli impianti e l'impossibilità di connetterli direttamente alle attività edilizie suggeriscono piuttosto una lettura votiva o concettuale. In questo caso, il rapporto tra produzione e culto non sarebbe dunque soltanto funzionale o topografico, ma simbolico, con il processo della trasformazione materiale posto esso stesso sotto protezione divina⁷⁴.

1.2.6. Coperture, decorazione e manutenzione

Le coperture e le terrecotte architettoniche costituiscono un osservatorio privilegiato per cogliere continuità, aggiornamenti e manutenzioni nei cantieri coloniali: la serialità produttiva, la necessità di controllare dimensioni e incastri, e la frequenza degli interventi di sostituzione producono, nei depositi e negli scarichi, un archivio materiale spesso più informativo dei soli elevati. L'analisi di un grande corpus di terrecotte pestane è stata proposta come via per ricostruire non solo tipologie, ma anche informazioni fondamentali dei templi, come data di completamento dei cantieri, sequenza degli interventi manutentivi, ristrutturazioni e dialogo con edifici minori circostanti⁷⁵. In questa prospettiva, le terrecotte architettoniche non costituiscono soltanto un indicatore stilistico o cronologico, ma anche un indicatore produttivo. La loro fabbricazione implica infatti disponibilità di argilla, acqua, combustibile, spazi di essiccazione,

⁷² Mertens 2006, p. 416.

⁷³ Luberto 2023, pp. 180–181; Iannelli e Rizzi 1985, p. 295; Lepore 2010, pp. 91, 95; Cappelli e Giaccone 2012, p. 20.

⁷⁴ Luberto 2023, pp. 181–182.

⁷⁵ Rescigno 2019, pp. 60–61.

fornaci, controllo dimensionale e capacità di serializzazione, come mostrano alcuni studi sulle tecniche di produzione, sui sostegni di fornace e sulla classificazione tipologica degli impianti di cottura⁷⁶.

1.2.7. Impianto urbano e spazi pubblici: implicazioni architettoniche e politiche

L'architettura templare nelle colonie achee non può essere separata dall'organismo urbano che la contiene e la rende operativa. Il confronto tra città come Metaponto, Poseidonia, e in parte Crotone, è utilizzato per osservare come i grandi tracciati delle strade principali seguano principi già sperimentati nell'Occidente greco, con possibili riprese di tracciati più antichi in età successiva. In questa prospettiva, il tempio e il santuario vanno letti non come elementi isolati, ma come nodi di una rete di collegamenti stradali differenziati e di spazi pubblici dotati di specifici apparati edilizi.⁷⁷

1.2.8. Implicazioni per i cantieri: progetto, varianti e adattamenti

In una prospettiva di storia dei cantieri, l'architettura achea in Magna Grecia evidenzia come i grandi templi possono essere letti come esiti di decisioni progressive, con varianti e adattamenti legati a vincoli tecnici o a cambi di programma. Nel caso del cosiddetto tempio di Nettuno a Paestum, determinate proprietà metriche e tecniche del basamento sono state utilizzate per ipotizzare l'esistenza di un progetto precedente, una peristasi di 8×19 colonne, non realizzato oltre il primo gradone della crepidine, e le tracce di rilavorazione sui blocchi d'architrave interpretate come prova di aggiustamenti in corso d'opera, con possibili partite di elementi già commissionate prima del cambio di disegno⁷⁸.

Questo modello interpretativo è trasferibile, con le dovute cautele, all'età arcaica. Anche quando mancano documenti diretti, la compresenza di fasi di recinzione, aree votive obliterate, e rifacimento di sistemi decorativi nei primi decenni del V secolo a.C. suggerisce che le comunità coloniali gestissero cantieri come processi a lunga durata, nei quali costruzione, aggiornamento e manutenzione sono parti di una stessa economia del sacro⁷⁹.

1.2.9. Conclusioni

I caratteri peculiari dell'architettura achea in Magna Grecia emergono soprattutto come esito di un equilibrio tra identità e contesto. Da un lato, la ricorrenza di programmi sacri legati a Hera e la loro funzione territoriale indicano un livello di coerenza culturale e politica che attraversa più *poleis*; dall'altro, la varietà delle soluzioni planimetriche e decorative, come a Poseidonia,

⁷⁶ Cracolici 2003; Cuomo di Caprio 2007, p. 513; Luberto 2023, pp. 183–185.

⁷⁷ Mertens 2006, p. 365.

⁷⁸ Mertens 2019.

⁷⁹ Rescigno et al. 2024, pp. 191–193; Rescigno 2019, pp. 60–61.

la persistenza di tratti arcaici in età avanzata, come a Metaponto, e le cesure formali e tecniche, come a Caulonia, mostrano che tale coerenza non si traduce in uniformità stilistica⁸⁰. Ne consegue che il profilo “acheo” va misurato anche attraverso l’organizzazione dello spazio sacro e delle sue filiere materiali⁸¹.

Il quadro offerto dalle ricerche più recenti sulle colonie achee conferma questa direzione. Sibari, Crotone, Caulonia, Metaponto e Poseidonia restituiscono dati diseguali e spesso frammentari, ma sufficienti a mostrare che le attività produttive furono parte integrante della vita urbana fin dalle prime fasi coloniali. La loro relazione con gli spazi sacri non è univoca: a Metaponto le fornaci presso il *temenos* orientale suggeriscono un rapporto puntuale con esigenze di cantiere e non con la vita ordinaria del santuario; a Caulonia gli indicatori metallurgici del santuario di Punta Stilo sembrano rimandare piuttosto alla rappresentazione rituale del processo produttivo; a Poseidonia gli indizi restano più discontinui, ma confermano comunque la presenza di attività produttive connesse, almeno indirettamente, alla sfera del sacro⁸². L’identità achea, dunque, non va ricostruita soltanto attraverso forme architettoniche e culti condivisi, ma anche attraverso i modi in cui ciascuna *polis* organizza il rapporto fra produzione, spazio sacro e rappresentazione civica.

L’implicazione storica più significativa è che la nozione di “acheo” non va intesa come derivazione lineare da un’origine peloponnesiaca, ma come costruzione storica che utilizza l’architettura, e in particolare il tempio, come strumento di definizione dello spazio, di negoziazione di competenze e di rappresentazione civica. In quest’ottica, lo studio dei cantieri—intesi come filiere di materiali, scelte di progetto, sequenze operative e manutenzione—diventa un osservatorio privilegiato per comprendere come la colonia trasformi risorse e saperi in monumenti, e come questi, a loro volta, stabilizzino e rendano leggibile un’identità politica nel paesaggio⁸³.

⁸⁰ Sassu 2013, pp. 5–6; Koldewey, Puchstein 1899, pp. 20–21; Mertens 2006, p. 416.

⁸¹ Osanna 1992, pp. 15–18; Rescigno 2019, pp. 60–61.

⁸² Luberto 2023, pp. 181–191.

⁸³ Rescigno et al. 2024, pp. 192–193; Mertens 2006, p. 365.

2. I cantieri antichi. Tempi, costi, risorse.

2.1. Il cantiere e le sue figure. Un ordine necessario.

2.1.1. Problemi di metodo e quadro degli studi

“... in questi ultimi anni, parlando o scrivendo su temi di architettura e società, ci si è forse limitati troppo a ricerche sui problemi connessi alle cosiddette « classi dirigenti » e alle relazioni degli architetti con queste stesse classi. Considerando la decorazione architettonica come prodotto di lavoro, abbiamo invece la possibilità (e, a mio parere, anche il dovere) di renderci conto della situazione del lavoro e dei lavoratori nelle varie fasi dello sviluppo storico che ci interessa. E ritengo che questa possibilità ci sia data dall’aver a nostra disposizione una descrizione quanto più esatta possibile dei singoli oggetti di produzione artigianale. Se prendiamo nell’architettura quello che possiamo toccare come un pezzo datoci dalle mani dei lavoratori antichi, possiamo servircene per caratterizzare lo stesso lavoro antico. La descrizione stilistica e la definizione di qualità fino alla notazione dei problemi di deformazione estetica sono i nostri strumenti in questo campo, e ancora non li abbiamo usati abbastanza: suona forse un po’ tradizionale, ma si tratta invece di un’impresa appena cominciata ed è appunto quella di approfondire gli studi stilistici sulla decorazione architettonica fino a giungere a conclusioni di carattere storico-sociale.”⁸⁴.

Così interveniva mezzo secolo fa Wolf-Dieter Heilmeyer nella discussione di Jim Coulton sugli architetti greci e la trasmissione del progetto, durante un colloquio internazionale organizzato dal CNR e dall’École française de Rome nel dicembre del 1980. L’icastica proposta di Heilmeyer si inserisce, a buon diritto, in un momento della storia degli studi che muoveva i propri passi in maniera sempre più omnicomprensiva nei confronti del cantiere antico e delle figure che ne componevano l’organigramma, della quale si tenterà di seguito un sintetico riepilogo, senza pretesa di esaustività⁸⁵.

Se si guarda in ordine cronologico alla storia degli studi sulle figure e l’organizzazione del cantiere antico, una prima stagione di ricerche fu dominata dal problema della definizione dell’architetto come figura distinta dal semplice costruttore e dal capomastro⁸⁶. In questa fase l’indagine fu soprattutto terminologica e funzionale: si trattava di chiarire quali competenze fossero implicate dal titolo professionale, quale fosse il rapporto fra invenzione, direzione ed

⁸⁴ Coulton 1983, pp. 469-470.

⁸⁵ In virtù dell’ampia letteratura dedicata ai cantieri antichi, non esauribile in questa sede, la disamina è limitata sostanzialmente alle trattazioni centrate sul mondo greco.

⁸⁶ Randall 1953; Clarke 1963, pp. 9-22; Holloway 1969, pp. 281-290; Harrison 1973.

esecuzione e in che misura il lessico antico consentisse di riconoscere una specializzazione autonoma all'interno del processo edilizio. Il cantiere veniva così osservato soprattutto a partire dal suo vertice teorico, più che dalla sua articolazione interna o dai dispositivi concreti che ne rendevano possibile il funzionamento.

Su questa base, una seconda linea di ricerca ha progressivamente spostato il focus dal solo problema di definizione alla ricostruzione del profilo culturale del responsabile del cantiere⁸⁷. L'architetto è stato allora interpretato non più soltanto come tecnico dell'opera, ma come figura dotata di saperi compositi, capace di coordinare misurazione, previsione, controllo e mediazione tra progetto, committenza e maestranze. Da qui l'attenzione crescente alla sua formazione, al suo statuto sociale e alla sua collocazione fra pratica artigianale e competenza intellettuale, in una zona di confine nella quale si intrecciano esperienza operativa, capacità di calcolo e riconoscimento pubblico del sapere.

Parallelamente, la ricerca ha cessato di considerare il cantiere come il luogo d'azione di una personalità isolata e ha cominciato a ricostruirlo come una struttura articolata di ruoli⁸⁸. Sono entrati così in primo piano gli artigiani specializzati, le maestranze, i sorveglianti, i magistrati, i funzionari dei santuari, i tesoriери e le commissioni civiche, cioè l'insieme dei soggetti che partecipavano, con competenze differenti, alla decisione, al finanziamento, al controllo e alla conduzione concreta dei lavori. L'organizzazione del cantiere è apparsa quindi sempre meno come semplice proiezione dell'autorità di un singolo e sempre più come esito di una rete di responsabilità operative e amministrative.

Un ulteriore avanzamento si è avuto con l'attenzione crescente rivolta ai documenti stessi del cantiere, a partire dalle iscrizioni edilizie e dal lessico tecnico⁸⁹, e poi nel quadro più ampio della cultura scritta antica⁹⁰, si è mostrato che l'organizzazione del lavoro non può essere separata dai suoi supporti documentari. Capitolati, *syngraphai*, registrazioni di spesa, prescrizioni tecniche e forme di scrittura specialistica non servivano soltanto a conservare memoria dell'opera, ma intervenivano direttamente nella sua programmazione, nella trasmissione del sapere, nella definizione delle procedure e nella verificabilità amministrativa dell'intero processo edilizio.

Le ricerche più recenti hanno infine insistito sul rapporto fra progetto, disegno e scrittura operativa. Ne è emersa l'immagine di un cantiere nel quale il progetto non coincide con un'idea

⁸⁷ Hellmann 2002; Gros 1983, p. 436; Svenson-Evers 1996, pp. 151-178; Marzullo 2005, pp. 101-123.

⁸⁸ Feyel 2006; Wittenburg 1978; Marginesu 2010; Marginesu 2015, p. 84.

⁸⁹ Fabricius 1882, pp. 551-594; Davis 1931; Bundgaard 1957; Jeppesen 1958; Hellmann 1992; Hellmann 1999, pp. 151-178.

⁹⁰ Carusi 2006, pp. 11-36; Cambiano 1992, pp. 525-553; Settis 1993, pp. 469-498; Romano 2002, pp. 63-85; Marginesu 2015, pp. 86-87.

astratta, ma si traduce in istruzioni formalizzate, in procedure di controllo, in ordini di esecuzione e in testi pensati per essere letti da soggetti diversi, dalle maestranze agli organi deliberativi. In questa prospettiva, la scrittura appare insieme come strumento tecnico, mezzo di coordinamento interno e dispositivo politico-amministrativo di pubblicità e responsabilità, particolarmente leggibile nei dossier dell'Atene classica, dove i documenti di cantiere mettono in rapporto il lavoro concreto e la sua esposizione pubblica⁹¹.

Nel complesso, la storia degli studi ha portato a riconoscere il cantiere antico come uno spazio tecnico e istituzionale fortemente strutturato, nel quale la gerarchia delle figure, la distribuzione delle competenze e la mediazione documentaria risultano oggi molto più leggibili, soprattutto per l'età classica. Le sintesi più recenti hanno consolidato questa prospettiva, mentre sul versante occidentale essa ha trovato ulteriori sviluppi negli studi sull'architettura magnogreca e nella lunga tradizione dei convegni di Taranto, con particolare riferimento alla fondamentale produzione di Dieter Mertens, dove il tema delle forme, dei saperi e dell'organizzazione della costruzione è stato ripreso in rapporto ai diversi contesti urbani e monumentali della Magna Grecia⁹².

In generale però, dal quadro degli studi finora esposto emerge che fonti che descrivono direttamente la vita del cantiere antico sono generose soltanto in alcuni contesti relativamente ben documentati o tardi, mentre altrove, e soprattutto nell'età arcaica e nella Magna Grecia, esse sono scarse, frammentarie o indirette⁹³. Per questo motivo la trattazione che segue incrocia sistematicamente lessico antico, iscrizioni edilizie, contabilità di cantiere, dati archeologici e riflessione storiografica moderna, adottando come principio guida la distinzione fra ciò che può essere affermato con buona sicurezza e ciò che può essere proposto solo in via ipotetica⁹⁴.

In questo senso, i cantieri ateniesi del V e IV secolo non verranno assunti come modello meccanicamente trasferibile all'età arcaica o all'Occidente greco, ma saranno usati come termine di controllo. L'età arcaica e la Magna Grecia, invece, saranno lette soprattutto attraverso la convergenza di più indicatori, come, per esempio, l'evidenza dei processi costruttivi e dei cantieri di lunga durata, che invita alla cautela quando si operano confronti⁹⁵, la mobilità di

⁹¹ Coulton 1977; Coulton 1983, pp. 453-470; Carusi 2006, pp. 11-36; Marginesu 2013; Marginesu 2015, pp. 88-94; De Angelis 2015, pp. 70-83.

⁹² Holloway 1969, pp. 281-290; Martin 1973; Von Hesberg 2015, pp. 136-151; De Angelis 2015, pp. 70-83; Marginesu 2015, pp. 93-94; Germanò 2024. Sugli atti dei convegni di Taranto: Mertens 1983, pp. 97-141; Mertens 1984 [1986], pp. 189-230; Mertens 1985 [1990], pp. 431-443; Mertens 1994 [1996], pp. 195-219; Mertens 1996 [1998], pp. 285-305.

⁹³ Gros 1983, pp. 425-426.

⁹⁴ Marginesu 2015, pp. 82-83.

⁹⁵ Coulton 1977, pp. 27-30.

maestranze e competenze, che suggerisce modelli meno rigidi di trasmissione dei saperi⁹⁶, e infine fonti, lessico e documentazione epigrafica, che mostrano come anche i contesti più antichi non possano essere pensati come strutturati solo oralmente o in forma “anonima” da parte delle figure coinvolte⁹⁷.

2.1.2. Lessico, statuto e ambito d’azione dell’architetto

Il primo dato fermo è di ordine lessicale e concettuale. Nelle fonti greche l’architetto non coincide semplicemente con il τέκτων, cioè con il carpentiere o artigiano in senso stretto. Il termine ἀρχιτέκτων presuppone, già nella sua struttura, una posizione di preminenza tecnica che tende a indicare chi organizza, dirige e razionalizza il lavoro costruttivo⁹⁸. Platone formula con chiarezza questo principio nel *Politico*, quando definisce l’architetto non come operaio manuale, ma come colui che impartisce agli operai le istruzioni necessarie all’esecuzione⁹⁹. La stessa lettura del passo platonico come fondamento della distinzione professionale fra architetto e lavoratore manuale è ribadita da Clarke¹⁰⁰ e da Marzullo¹⁰¹.

A questa linea si collegano Aristotele e, più tardi, Vitruvio. Il filosofo greco attribuisce all’architetto una superiorità epistemica rispetto all’operaio, perché l’architetto conosce le cause e l’ordine razionale del fare, mentre l’operaio esegue; il suo passo della *Metafisica* testimonia una distinzione non solo sociale ma cognitiva, ulteriormente ribadita nella *Politica*, dove l’architetto appare come figura capace di dirigere correttamente l’azione grazie alla facoltà intellettuale¹⁰². Quest’ultima si traduce anche in un’attività scrittoria, fatta di appunti, schizzi, note tecniche, commentari e documenti economico-amministrativi, tutti facenti parte dell’orizzonte professionale dell’architetto, già presupposto da Vitruvio quando ricorda i trattati arcaici andati perduti¹⁰³.

Da questa superiorità teorica, tuttavia, non deriva una separazione astratta dal cantiere. L’architetto è distinto dal costruttore, ma non per questo è avulso dall’esecuzione, anzi in alcuni casi può assumere anche questo ruolo, come pure quello di contraente, e le fonti non lasciano immaginare un codice professionale rigido come quello modern¹⁰⁴. La distinzione fra “designing architect” e “supervising architect” è utile analiticamente, ma va usata con cautela, perché molti

⁹⁶ Holloway 1969, pp. 287-290.

⁹⁷ Marginesu 2015, pp. 84-86.

⁹⁸ Marzullo 2005, pp. 101-105.

⁹⁹ Plat. *Polit.* 259e-260a

¹⁰⁰ Clarke 1963, p. 9.

¹⁰¹ Marzullo 2005, pp. 102-104.

¹⁰² Aristot. *Metaph.* 981a 30; Aristot. *Pol.* 1260a 18; 1325b 33. Questa lettura del lessico aristotelico e della superiorità cognitiva dell’architetto è sviluppata da Marzullo 2005, pp. 104-105, 118-122.

¹⁰³ Vitruv. VII praef. 12.

¹⁰⁴ Clarke 1963, pp. 9-10.

cantieri mostrano sovrapposizioni e continuità fra progettazione e soprintendenza della fabbrica¹⁰⁵. In altre parole, il dato più sicuro è che l'architetto greco antico esercita una funzione di comando tecnico e di mediazione tra concezione ed esecuzione, molto meno sicuro è che egli sia sempre soltanto un progettista, per così dire, teorico.

Su questo punto conviene evitare anche una proiezione retrospettiva della figura dell'architetto-autore¹⁰⁶. Agli occhi dei Greci, l'architetto arcaico e classico doveva apparire innanzitutto come un tecnico, e la sua notorietà legata a innovazioni di ordine tecnico più che alla pura invenzione formale. Solo in età tarda, con Ermogene di Priene e la riflessione teorica ellenistica¹⁰⁷, la dimensione estetica diventa oggetto esplicito di trattato.

2.1.3. Le figure del cantiere: ruoli attestati e ruoli ricostruibili

Se si passa dal lessico alla concreta organizzazione dei lavori, il quadro si fa più articolato. La prima figura è la committenza. Nel mondo greco il "patrono" dell'architetto è normalmente la *polis* o l'amministrazione di un santuario, anche quando dietro l'iniziativa vi siano élites aristocratiche, tiranni o donatori privati. Nella maggior parte dei casi, anche i santuari panellenici sono amministrati attraverso le strutture della città di riferimento, e il progetto edilizio nasce all'interno di procedure di approvazione, controllo e finanziamento collettivo¹⁰⁸. Nell'età arcaica, quando la capacità amministrativa della *polis* è più limitata, questo controllo può concentrarsi in un singolo responsabile o in una ristretta cerchia fiduciaria, mentre in età classica e soprattutto in quella ellenistica emergono invece commissioni più formalizzate¹⁰⁹.

La seconda figura è dunque la commissione dei lavori, o più in generale il gruppo dei magistrati che presiede al progetto. Quando si decideva di costruire un edificio pubblico, la prassi normale era nominare una commissione che sovrintendesse ai lavori insieme con l'architetto. Nel caso dell'Eretteo l'architetto è addirittura uno dei commissari, mentre in altri dossier compare accanto ai *ναοποιοί*, agli *ιεροποιοί* o ad altri sovrintendenti del santuario¹¹⁰. Ad Atene, la proliferazione di questi documenti è inseparabile dalla logica democratica della responsabilità finanziaria, in cui la costruzione pubblica implica decisione, spesa, controllo e pubblicità documentaria¹¹¹. Entro questa tessitura amministrativa l'architetto è inserito come soggetto che scrive, prescrive e rende verificabile il progetto¹¹².

¹⁰⁵ Coulton 1977, pp. 27-30.

¹⁰⁶ Gros 1983, pp. 450-451.

¹⁰⁷ Vitruvio, *De architectura* III, 2, 6-9.

¹⁰⁸ Coulton 1977, pp. 18-21.

¹⁰⁹ Coulton 1977, pp. 17-18; Clarke 1963, pp. 14-15; Prignitz 2019, pp. 19-20.

¹¹⁰ Clarke 1963, pp. 13-14.

¹¹¹ Davies 1994, pp. 201-224.

¹¹² Marginesu 2015, pp. 89-93. Si veda il capitolo sulle *syngraphai*.

Al livello strettamente tecnico, il protagonista resta l'architetto. Egli definisce il programma, fornisce specifiche, modelli e istruzioni, controlla gli standard e verifica il risultato. Accanto a lui compaiono tuttavia anche varie figure subordinate o complementari. Nel IV secolo compare talora l'ὑπαρχιτέκτων, un "sotto-architetto" che sembra incaricato della sorveglianza quotidiana, mentre all'architetto spetterebbero i criteri generali e il collaudo finale¹¹³. A Didyma, i rapporti di costruzione nominano nel preambolo figure come il magistrato eponimo di Mileto (*stephanephoros*), il sacerdote di Apollo (*prophetes*), i tesoriere preposti alla gestione finanziaria del santuario e del cantiere (*tamiai*), l'architetto – inteso come responsabile tecnico del cantiere – e l'epistate, cioè il funzionario addetto alla registrazione e al controllo contabile¹¹⁴. Nello stesso dossier compaiono inoltre capisquadra, schiavi pubblici (ἱεροὶ παῖδες), schiavi prestati da imprenditori privati e squadre dipendenti da appaltatori¹¹⁵. Benché il dossier sia molto più tardo dei cantieri arcaici, esso mostra con chiarezza il tipo di organigramma a struttura verticale che un grande cantiere templare poteva assumere.

Al di sotto della direzione tecnica e amministrativa stanno gli imprenditori e le maestranze. Qui la documentazione ateniese è decisiva. Nel cantiere dell'Eretteo si distinguono diverse figure (architetto, assistente della commissione, carpentieri, falegnami, manovali, scalpellini, segatori, pittori, scultori, modellatori in cera, intagliatori del legno) e i sistemi di pagamento sono differenziati per giornata, a misura, a pezzo o a salario fisso, e mostrano un cantiere fortemente specializzato¹¹⁶. Riesaminando Atene ed Eleusi, il quadro risulta ancora più complesso: accanto ai salari giornalieri esistono appalti in senso proprio, lavori a cottimo e persino società d'affari temporanee fra artigiani, le quali si dividono singole parti dell'opera. La frammentazione del progetto in porzioni assegnate a gruppi diversi non è l'eccezione ma, con ogni probabilità, la norma¹¹⁷.

Le evidenze costituite dai segni dei lapicidi mostrano tuttavia che la distinzione tra ruoli tecnici, amministrativi ed esecutivi non doveva essere sempre netta. Marchi di cava e contrassegni di assemblaggio, per esempio, veicolavano informazioni diverse, come cava di provenienza, lotto di materiale, destinazione funzionale nel cantiere, in momenti distinti della filiera, dall'estrazione allo stoccaggio, dal trasporto alla messa in opera¹¹⁸. Essi presuppongono quindi una comunicazione tra maestri di cava, architetti, organi di controllo e addetti alla posa, ma non

¹¹³ Coulton 1977, pp. 28-30.

¹¹⁴ Prignitz 2019, pp. 9, 34-35.

¹¹⁵ Prignitz 2019, pp. 34-35.

¹¹⁶ Randall 1953, pp. 207-209.

¹¹⁷ Carusi 2021b, pp. 131-143.

¹¹⁸ Germanò 2024.

consentono sempre di stabilire quale figura abbia materialmente tracciato o inciso il segno¹¹⁹. Per l'età arcaica, in particolare, l'assenza quasi totale di fonti dirette obbliga a ricostruire tali funzioni attraverso indizi materiali e confronti con organigrammi più tardi, nei quali le competenze tendono spesso a sovrapporsi (Tab. 1).

Perciò, quando si parla di “maestranze”, è necessario distinguere almeno cinque livelli, ovvero cavatori e fornitori del materiale, trasportatori, squadre di messa in opera, specialisti della finitura e della decorazione, manodopera ausiliaria e servile. Nei casi meglio documentati questi gruppi possono dipendere direttamente dall'amministrazione, da un singolo appaltatore o da corporazioni di artigiani, ma i confini tra ruoli restano mobili: lo stesso individuo può comparire un anno come contraente e un altro come prestatore d'opera a cottimo, oppure lavorare dentro e fuori un appalto maggiore¹²⁰.

Tabella 1. Figure del cantiere e funzioni ricostruibili.

Livello	Figura	Funzione principale	Fonte
Committenza	<i>polis</i> , santuario, élite, tiranno, donatore	promuove, finanzia, approva	Coulton 1977, pp. 18-24
Controllo	commissioni di lavori, <i>epistatai</i> , <i>naopoioi</i> , <i>hieropoioi</i> , <i>tamiai</i>	sorvegliano spesa, appalti, tempi, pubblicità documentaria	Clarke 1963, pp. 13-15; Prignitz 2019, pp. 9, 34-35
Direzione tecnica	architetto	programma, specifiche, modelli, verifica tecnica	Plat. Polit. 259e-260a; Coulton 1977, pp. 27-30; Marginesu 2015a, pp. 88-93
Assistenza tecnica	<i>hyparchitekton</i> / assistenti / <i>capisquadra</i>	sorveglianza quotidiana, coordinamento di settore	Coulton 1977, pp. 28-30; Prignitz 2019, p. 34
Esecuzione contrattuale	contraenti, partnership di artigiani	assumono parti dell'opera, reclutano lavoro, forniscono materiali	Carusi 2021b, pp. 131-143; Coulton 1977, pp. 20-24
Maestranze specializzate	scalpellini, carpentieri, segatori, pittori, scultori, intagliatori, modellatori	realizzano i diversi segmenti tecnici e decorativi	Randall 1953, pp. 202-209
Base del lavoro	manovali, schiavi, meteci, trasportatori, cavatori	forza lavoro ausiliaria e specialistica	Randall 1953, pp. 203-206; Prignitz 2019, p. 34

2.1.4. Scrittura di progetto, specifiche tecniche e trasmissione degli ordini

Uno dei punti più importanti della ricerca recente è che il cantiere greco non va immaginato come un puro spazio di oralità e di pratica manuale. L'azione dell'architetto, almeno nell'Attica classica, non consiste tanto nell'esecuzione materiale, quanto nel dirigere, prescrivere, osservare, analizzare e trasmettere indicazioni, anche attraverso la scrittura. Nel dossier ateniese l'architetto

¹¹⁹ Germanò 2024, pp. 87-88.

¹²⁰ Carusi 2021b, pp. 141-143.

è chiamato a γράφειν, a redigere *syngraphai*, a presentare testi o disegni progettuali, e a fornire prescrizioni operative alle maestranze¹²¹.

Il problema può essere sistematizzato distinguendo diversi strumenti di trasmissione del progetto. La lettura di questo materiale si colloca in una serie di studi spesso assunti come passaggi decisivi per capire come la documentazione epigrafica traduca in pratica di cantiere la progettazione architettonica¹²². Il più importante è la *syngraphe*¹²³, cioè la specificazione tecnica che definisce dimensioni, materiali e qualità della lavorazione. Essa può funzionare insieme come proposta progettuale, base del contratto e memoria delle lavorazioni. L'iscrizione dell'arsenale di Filone al Pireo è il caso più noto: la descrizione è sufficientemente precisa da consentire una ricostruzione attendibile dell'edificio e, nello stesso tempo, funge da quadro tecnico-amministrativo per la stipulazione dei contratti¹²⁴. A queste specificazioni si aggiungono *paradeigmata* e *anagrapheis*, cioè modelli e sagome a grandezza naturale, utili soprattutto per capitelli, metope, cornici e altri elementi di dettaglio¹²⁵. La possibilità che ciò basti senza un sistema completo di tavole di progetto è sostenuta da Holloway per i cantieri arcaici¹²⁶.

Su questo punto l'ipotesi più forte è che, nell'età arcaica, soprattutto in ambiente ionico, un "architectural designer" predisponga specifiche e modelli, mentre un "consulting engineer" o capocantiere traduca quelle istruzioni in procedure di messa in opera. Il modello, costruito sul caso dell'Apollonion di Siracusa e su alcune figure di origine ionica come Theodoros, è particolarmente utile per la Magna Grecia, perché consente di spiegare la collaborazione fra saperi costruttivi diversi e la presenza di tratti ionici in edifici dorici occidentali¹²⁷. Tuttavia, le fonti non permettono di distinguere con sicurezza, per il periodo arcaico, un architetto separato da un ingegnere in senso stretto: la distinzione può essere euristica, ma non deve essere reificata¹²⁸.

In termini ricostruttivi, il dato più sicuro è dunque quello che il progetto greco antico circola soprattutto per specificazioni tecniche, ordini scritti, modelli a grandezza reale e presenza diretta dell'architetto sul cantiere, mentre l'uso di disegni complessivi in scala resta molto meno certo prima dell'età ellenistica. Coulton arriva perfino a dire che si può avere un "planning without

¹²¹ Marginesu 2015a, pp. 88-93.

¹²² Bundgaard 1957 e Jeppesen 1958. Per una sintesi: Coulton 1983, pp. 455-456; Marginesu 2015a, pp. 85-86.

¹²³ Le informazioni che seguono sono qui trattate in forma sintetica e sviluppate in maniera più ampia nel capitolo dedicato alla scrittura di cantiere.

¹²⁴ Coulton 1977, pp. 54-59; Coulton 1983, pp. 455-458.

¹²⁵ Coulton 1983, pp. 455-459.

¹²⁶ Holloway 1969, pp. 288-289.

¹²⁷ Holloway 1969, pp. 286-290.

¹²⁸ Coulton 1977, p. 165 n. 83.

plans”, ossia progettazione senza tavole di progetto nel senso moderno del termine¹²⁹. Tale conclusione è essenziale anche per l’interpretazione dei cantieri magnogreci, dal momento che l’assenza di disegni conservati non autorizza a dedurre un’assenza di progetto, ma impone di pensare a un progetto comunicato in forme diverse dalla rappresentazione grafica completa.

2.1.5. Reclutamento, remunerazione e frammentazione del lavoro

L’organizzazione del cantiere non è solo una questione di gerarchia ma anche di allocazione del lavoro. Il paradigma tradizionale che vedeva nell’appalto una pratica soprattutto dei grandi santuari periferici e non dell’Atene classica è formulato da Burford¹³⁰. Feyel ha poi osservato che i lavori affidati a contratto tendono spesso a essere più complessi, più costosi o più esposti a controlli qualitativi rispetto ai lavori remunerati a giornata o a pezzo¹³¹. L’idea secondo cui Atene del V secolo avrebbe privilegiato l’ingaggio diretto dei lavoratori rispetto all’appalto non regge però alla rilettura della documentazione attica. Fin dalla seconda metà del V secolo convivono infatti appalti, lavoro a giornata, lavoro a cottimo e partnership fra artigiani¹³². La terminologia ateniese – centrata sul verbo *μισθώω* e sui suoi derivati – non deve trarre in inganno, poichè non maschera una logica anti-contrattuale, ma registra un ventaglio di strumenti giuridici e pratici più ampio di quanto si fosse pensato in precedenza¹³³.

L’esempio della cosiddetta “Old Fallen Tower” di Eleusi è istruttivo. Il progetto, del costo di circa 3.200 dracme, è diviso in almeno quattordici porzioni e coinvolge cinquantadue lavoratori: alcuni rimuovono il materiale vecchio a salario giornaliero, altri scavano la fondazione in regime di contratto, altri ancora estraggono e trasportano i blocchi in forma di partnership, altri mettono in opera a cottimo, altri producono e trasportano i mattoni secondo tariffe per mille pezzi¹³⁴. Questo significa che il cantiere non è un insieme unico e compatto, ma una costellazione di micro-commesse coordinate dall’amministrazione e dall’architetto.

Il dossier dell’Eretteo conferma tale quadro. I metodi di pagamento variano all’interno della stessa tecnica: i carpentieri possono essere pagati a giornata per il lavoro generico ma a pezzo per telai, cassettoni o piallature; i pittori ricevono un compenso per piede o per cassetta; gli scalpellini possono essere pagati per blocco, per tetrapodia o per colonna; l’architetto e il sotto-architetto, invece, percepiscono un salario fisso¹³⁵. Ne segue che la catena del comando non

¹²⁹ Coulton 1983, pp. 465-468.

¹³⁰ Burford 1969, pp. 109-113.

¹³¹ Feyel 2006.

¹³² Carusi 2021b, pp. 131-133.

¹³³ Carusi 2021b, pp. 131-133.

¹³⁴ Carusi 2021b, pp. 141-143.

¹³⁵ Randall 1953, pp. 207-209.

coincide meccanicamente con la catena della remunerazione. Un caposquadra può guadagnare come un operaio specializzato, un contraente può reclutare altri artigiani, uno schiavo specializzato può lavorare fianco a fianco con un cittadino o un meteco senza differenza salariale documentata.

Anche il profilo sociale della manodopera è importante. Nel cantiere dell'Eretteo i cittadini identificabili sono una minoranza, mentre meteci e schiavi svolgono una quota sostanziale del lavoro qualificato. Gli schiavi, in particolare, sono impiegati soprattutto come scalpellini e carpentieri, cioè in mestieri ad alta domanda e alto tasso di trasmissione tecnica ¹³⁶. Per il cantiere greco, dunque, non si può opporre semplicemente lavoro libero e lavoro servile, ma bisogna pensare a squadre miste, nelle quali status giuridico, competenza e forma contrattuale non coincidono affatto (Tab. 2).

Per l'età arcaica e per la Magna Grecia, dove mancano conti di cantiere comparabili, è molto difficile credere che opere di scala monumentale – come i grandi templi di Selinunte, Agrigento o Poseidonia – fossero realizzate da una sola squadra omogenea. Più verosimile appare l'esistenza di una struttura a cerchi concentrici, fatta di pochi responsabili tecnici, alcuni contraenti o maestri di specialità, e una base numerosa di lavoratori liberi, dipendenti, schiavi o dipendenti di imprenditori, distribuiti per compiti e per settori del lavoro.

Tabella 2. Regimi di reclutamento e remunerazione del lavoro.

Modalità	Caratteristiche	Valore per la ricostruzione
Salario giornaliero	pagamento per presenza e durata	Mostra il fabbisogno giornaliero e la flessibilità della forza lavoro
Cottimo / pagamento a pezzo	tariffa per blocco, colonna, piede, cassetta, figura	Evidenzia la scomposizione minuta del processo produttivo
Contratto / appalto	porzione di lavoro assegnata a un singolo o a un gruppo	Rende visibile la mediazione fra amministrazione e lavoro esecutivo
Partnership di artigiani	associazione temporanea per estrazione, trasporto o posa	Corregge il modello binario ingaggio diretto - appalto
Macro-appalto arcaico (ipotesi)	affidamento per grandi settori o per l'intero progetto	Plausibile dove manca una burocrazia di dettaglio

2.1.6. Organigrammi ricostruttivi

Sulla base di quanto detto finora, si possono proporre tre organigrammi ricostruttivi, ciascuno con diverso grado di affidabilità (Tab. 3).

Un primo modello è ricavabile dalle fonti provenienti da Atene, Eleusi e Delos. Al vertice stanno assemblea, consiglio o amministrazione del santuario ¹³⁷. Subito sotto si collocano una commissione dei lavori o magistrati specializzati, poi l'architetto e quindi eventuali assistenti

¹³⁶ Randall 1953, pp. 203-206.

¹³⁷ La leggibilità istituzionale di questo livello è ben messa in luce da Clarke 1963, pp. 13-15.

tecnici e funzionari contabili¹³⁸. Infine si apre la costellazione di appaltatori, partnership, squadre a cottimo, salariati giornalieri e specialisti della decorazione, ricostruibile soprattutto dai conti dell'Eretteo e da altri dossier¹³⁹ e da Carusi. È il modello nel quale la divisione delle competenze è più visibile e la frammentazione del lavoro è meglio attestata.

Per l'età arcaica, soprattutto quando la *polis* non dispone ancora di un apparato amministrativo capace di gestire nel dettaglio centinaia di micro-contratti, è probabile un'organizzazione più concentrata. I grandi progetti del VI secolo a.C. potevano essere affidati in blocco, o comunque in macro-settori, a singoli gruppi aristocratici o a responsabili fiduciari. Il caso del tempio di Apollo a Delfi ricostruito dopo il 548 a.C. e quello del racconto su Falaride ad Agrigento suggeriscono la praticabilità di contratti globali o quasi globali¹⁴⁰. In questo modello il vertice è costituito da committenza politica o sacrale e da un unico responsabile tecnico-amministrativo, sotto il quale si dispongono i maestri specializzati e le relative squadre. L'architetto qui è insieme progettista, garante del programma e sovrintendente generale, mentre la differenza tra progetto e direzione lavori è meno formalizzata che nell'Atene classica.

Un terzo modello è suggerito da Holloway per alcuni contesti arcaici e particolarmente utile, seppure ipotetico, per la Magna Grecia e la Sicilia¹⁴¹. In base a esso, un progettista o "designer" definisce forme, profili e dettagli, mentre un tecnico-costruttore o "engineer" affronta fondazioni, problemi statici, trasporto e alzata della struttura, e al di sotto di queste due figure si dispongono squadre specializzate per colonne, blocchi, carpenteria, coperture e decorazione¹⁴². Il caso dell'Apollonion di Siracusa, con la distinzione fra Kleomenes ed Epikles, e il ruolo di specialisti ionic come Theodoros, Bathykles o Eupalinos rendono questa ipotesi plausibile¹⁴³. Ma, proprio perché andrebbe respinta una separazione troppo rigida fra architetto e ingegnere in senso lato¹⁴⁴, essa va presentata come una possibilità ricostruttiva e non come un dato dimostrato. Ciò che accomuna i tre modelli è un punto decisivo, ovvero che il cantiere greco non appare mai come una massa indistinta di lavoratori privi di coordinamento e che, anche quando mancano i titoli precisi, si osserva ogni volta una gerarchia funzionale.

¹³⁸ La scansione fra responsabilità politiche, tecniche e amministrative è chiarita da Coulton 1977, pp. 20-31.

¹³⁹ Randall 1953, pp. 207-209; Carusi 2021b, pp. 141-143.

¹⁴⁰ Coulton 1977, pp. 22-24.

¹⁴¹ Holloway 1969.

¹⁴² Holloway 1969, pp. 286-290.

¹⁴³ Holloway 1969, pp. 286-290.

¹⁴⁴ Coulton 1977, p. 165 n. 83.

Tabella 3. Organigrammi ricostruttivi.

Scenario	Gerarchia ricostruttiva	Livello di probabilità
A. Cantiere pubblico classico	Committenza > commissione/magistrati > architetto > assistenti tecnici e funzionari contabili > contraenti/partnership > squadre specializzate > manovali e schiavi	Alto
B. Cantiere monumentale arcaico a direzione accentrata	Committenza politica o sacrale > responsabile tecnico unico / architetto > maestri di specialità > squadre di cava, trasporto, posa, carpenteria, decorazione	Medio
C. Cantiere arcaico-occidentale a direzione duale*	Committenza > progettista / designer + tecnico-costruttore / engineer > capisquadra di settore > maestranze locali e mobili > base servile e ausiliaria	Medio-basso
* il terzo schema non descrive una gerarchia attestata dalle fonti, ma un modello euristico utile a leggere alcuni contesti arcaici occidentali.		

2.1.7. Età arcaica e Magna Grecia

Applicando questi modelli alla Magna Grecia, occorre distinguere ciò che è probabile da ciò che resta soltanto congetturale. Il dato più solido è la forte mobilità dei saperi e delle maestranze. I lavoratori possono trasmettere dettagli tecnici e stilistici anche senza un grande spostamento di architetti. Per esempio, per il tempio ionico di Metaponto è possibile che ci sia stato l'intervento di maestranze o modelli provenienti dall'Egeo, accanto a un architetto non ancora pienamente padrone dell'ordine ionico¹⁴⁵. I primi templi in pietra di Grecia continentale, Sicilia e Italia meridionale devono inoltre molto a tecnici ionici capaci di tradurre nel linguaggio della pietra un'architettura nata in legno, mattoni crudi e terracotta¹⁴⁶. La presenza di dettagli ionici in edifici dorici occidentali si spiega bene proprio con questa circolazione di specialisti¹⁴⁷.

Un secondo dato, abbastanza sicuro, è la lunga durata dei grandi cantieri occidentali e il conseguente mutamento, in corso d'opera, di parte del linguaggio formale. Se un edificio richiede decenni per la sua costruzione, gli elementi collocati nelle fasi finali possono presentare uno stile più tardo: il tempio di Apollo a Selinunte è il caso esemplare, perché l'evoluzione delle forme dei capitelli lungo il periodo di costruzione suggerisce adattamenti progressivi e non mera ripetizione di un progetto fissato una volta per tutte¹⁴⁸. Per la Magna Grecia questo elemento è cruciale, poiché l'organigramma non è statico, ma può ridefinirsi nel tempo, con sostituzioni di responsabili, aggiustamenti di progetto e ricalibrature delle squadre.

Un terzo dato è che la disponibilità di materiale, cave, trasporti e competenze locali pesa molto più che nell'immaginario moderno di un architetto protagonista. Gli architetti sembrano viaggiare meno degli scultori, probabilmente perché la conoscenza delle risorse di lavoro e di

¹⁴⁵ Coulton 1983, pp. 453-455; Mertens 2006.

¹⁴⁶ Holloway 1969, pp. 281-286.

¹⁴⁷ Holloway 1969, pp. 286-290; Coulton 1983, pp. 453-455.

¹⁴⁸ Coulton 1977, pp. 27-30.

materiale del luogo è decisiva¹⁴⁹. In Magna Grecia, dove si incrociano tradizione dorica locale, apporti ionici e scala monumentale, questa osservazione potrebbe anche spiegare la selezione locale delle maestranze e dei dettagli formali¹⁵⁰. Ne deriva che il cantiere occidentale va pensato come un luogo di negoziazione tra saperi mobili e condizioni locali, non come semplice trapianto di modelli esterni.

Più incerta è invece la possibilità di attribuire con sicurezza ruoli nominativi: “architetto capo”, “ingegnere”, “capomastro”, “contraente generale”. I grandi dibattiti sul Partenone lo mostrano bene: una ricostruzione privilegia il reimpiego di materiali, lo smontaggio del tempio precedente e una netta successione di responsabilità fra Callicrate e Ictino¹⁵¹; un’altra insiste invece sulla coerenza progettuale di Ictino e sull’intenzionalità delle scelte formali, soprattutto nel rapporto fra Partenone e il tempio di Apollo a Bassae¹⁵². Il quadro più generale della progettazione dorica, del reimpiego e delle proporzioni resta comunque quello fissato da Dinsmoor¹⁵³, mentre Bundgaard¹⁵⁴ resta decisivo per il nesso fra iscrizione, progetto e lavoro di cantiere. Dove le fonti sono lacunose, la lettura stilistica può dunque suggerire organigrammi diversi e persino incompatibili. In Magna Grecia, dove la documentazione scritta è molto più povera, il rischio di trasformare in certezza una ricostruzione plausibile è ancora maggiore.

Si può quindi concludere che, per l’età arcaica e per la Magna Grecia, sono sostenibili alcune osservazioni generali. Il cantiere è gerarchico e non indifferenziato, anche quando la gerarchia è ricostruibile solo indirettamente¹⁵⁵. La direzione tecnica, poi, si distingue funzionalmente dall’esecuzione, pur restando in molti casi intrecciata a essa¹⁵⁶. Un edificio monumentale presuppone una divisione per squadre e per specializzazioni, con largo uso di manodopera mista e di forme contrattuali differenziate¹⁵⁷. Infine, l’Occidente greco appare come un’area di forte ibridazione, nella quale progettazione, messa in opera e invenzione dei dettagli nascono dall’incontro fra tradizione dorica locale, tecniche ioniche e lunga durata dei processi costruttivi¹⁵⁸.

¹⁴⁹ Coulton 1977, p. 164 e note

¹⁵⁰ Coulton 1983, pp. 453-455.

¹⁵¹ Carpenter 1979, pp. 35-40, 64-75.

¹⁵² Winter 1980, pp. 399-416.

¹⁵³ Dinsmoor 1950.

¹⁵⁴ Bundgaard 1957.

¹⁵⁵ Holloway 1969, pp. 287-290.

¹⁵⁶ Coulton 1977, pp. 27-30.

¹⁵⁷ Coulton 1983, pp. 453-470.

¹⁵⁸ Holloway 1969, pp. 287-290.

2.1.8. Retribuzione delle figure coinvolte nei cantieri greci

Un aspetto interessante per comprendere la compenetrazione tra cantiere e aspetti sociali ed economici riguarda il problema retributivo, dove emerge che il cantiere greco non conosce un unico modello di paga. I dossier epigrafici meglio conservati, soprattutto quelli ateniesi ed eleusini del V e IV secolo a.C., confermano, più che una gerarchia salariale lineare, la frammentazione tecnica e contrattuale del lavoro di cantiere. Questa pluralità non va considerata un’anomalia documentaria, ma una caratteristica strutturale del lavoro edilizio, nel quale la scomposizione dell’opera in segmenti tecnici rendeva conveniente adattare di volta in volta la forma di remunerazione alla natura del compito¹⁵⁹.

Ne consegue che la retribuzione delle figure coinvolte non coincide con una semplice scala gerarchica: gli *hyporgoi* e altri aiutanti addetti ai lavori pesanti e ripetitivi possono essere pagati a giornata; i carpentieri oscillano fra salario quotidiano e cottimo; pittori, scalpellini e scultori ricevono spesso compensi commisurati alla superficie, al pezzo finito o all’unità di lavoro; gli appaltatori, infine, percepiscono somme complessive per porzioni dell’opera e talvolta anticipano organizzazione, trasporto e reclutamento della mano d’opera. In questo quadro, il salario monetario non è mai un indicatore sufficiente, da solo, per misurare il rango professionale, ma fornisce piuttosto informazioni circa la forma tecnica e contrattuale del lavoro svolto¹⁶⁰.

Per la Magna Grecia arcaica la documentazione diretta manca quasi del tutto. Non possediamo, per Metaponto, Poseidonia o Siracusa arcaiche, serie contabili paragonabili all’Eretteo o a Eleusi, perciò non è possibile ricostruire una tariffa metapontina per i cavatori, i carpentieri, gli scalpellini o i pittori. Ciò che si può fare, con doverosa cautela, è usare i dossier classici come termine di controllo funzionale (Tab. 4), nel senso che nei grandi cantieri occidentali, che implicano cava, trasporto, messa in opera, carpenteria di servizio, rifinitura e decorazione, è altamente probabile un’articolazione retributiva altrettanto differenziata, anche se le cifre ci sfuggono. In altri termini, il modello trasferibile non è il valore della paga, ma la pluralità dei regimi di pagamento e la frammentazione del processo produttivo¹⁶¹.

Tabella 4. Dati retributivi e regimi di pagamento utili per il confronto con la Magna Grecia.

Attività	Dato retributivo	Fonte antica	Valore del dato
Aiutanti (<i>hyporgoi</i>) per lavori pesanti e ripetitivi all’Eretteo	Salario giornaliero; in più casi 1 dr./giorno	IG I ³ 475, ll. 252-256; IG I ³ 476, passim	Indica che la paga a giornata riguarda soprattutto lavori di supporto.

¹⁵⁹ Randall 1953, pp. 207-209; Carusi 2021b, pp. 131-143; Marginesu 2023, pp. 239-241.

¹⁶⁰ Carusi 2021b, pp. 136-143.

¹⁶¹ Coulton 1977, pp. 18-31; Carusi 2021b, pp. 141-143.

Due falegnami all'Eretteo	14 dr. per 7 giorni di lavoro di 2 uomini = 1 dr./giorno ciascuno	IG I ³ 476, ll. 38-45	Esempio chiaro di salario temporale.
Pittore Dionysodoros all'Eretteo	5 oboli per piede di superficie dipinta	IG I ³ 476, ll. 46-54	Mostra l'uso della tariffa a misura.
Scalpellini per i blocchi del timpano orientale	79 dr. complessive per 10 blocchi, ripartite tra 5 lavoratori	IG I ³ 475, ll. 97-117	Il dato illumina la frammentazione del cottimo.
Eleusi, rimozione della "Old Fallen Tower"	30 oikositoi per 4 giorni; 1 dr. 3 ob./giorno; totale 180 dr.	I.Eleusis 177, ll. 44-46	Salario giornaliero per lavoro pesante e poco qualificato.
Eleusi, estrazione di 304 blocchi di conglomerato	Partnership; 1 dr. per blocco; totale 304 dr.	I.Eleusis 177, ll. 48-50	Il cottimo si combina con la società temporanea di artigiani.
Eleusi, trasporto dei 304 blocchi	Partnership; 1 dr. 3 ob. per blocco; totale 456 dr.	I.Eleusis 177, ll. 50-51	Il trasporto può costare più dell'estrazione e richiede organizzazione autonoma.
Eleusi, fabbricazione di mattoni	36 dr. per 1.000 mattoni (14.000 = 504 dr.); 40 dr. per 1.000 mattoni (9.000 = 360 dr.)	I.Eleusis 177, ll. 55-57	Tariffa per prodotto seriale; utile per pensare i cantieri occidentali a forte componente laterizia.
Bibliografia di riferimento: Carusi 2021b, 138, 141-142; Randall 1953, 207-208; Marginesu 2023, 240.			

2.1.9. Alimentazione degli operai: tra razione, salario in natura e integrazione monetaria

Uno dei costi silenti del cantiere antico è costituito dal cibo di cui le figure che vi operavano dovevano certamente necessitare. Le condizioni di vita di un lavoratore di allora, così come già del secolo scorso, sono imparagonabili rispetto a quelle di un operaio odierno, che gode, almeno in teoria, di diritti e di tutele in materia di pause e diarie. Dal punto di vista dell'efficienza energetica, le lavorazioni devono proseguire utilizzando il maggior tempo possibile e il minor numero possibile di interruzioni, tra le quali si dovrebbero contare quelle di una pausa per consumare il cibo necessario a riprendere le forze per continuare il lavoro. Ma se oggi il noto "panino del muratore" può apparire sufficiente a sfamare un operaio che ha a che fare con macchine e strumenti che utilizzano l'energia elettrica anziché la propria, è evidente che in età preindustriale il necessario apporto calorico ed energetico doveva essere di gran lunga maggiore.

Sul piano alimentare, le testimonianze in tal senso sono meno seriali dei salari ma non meno istruttive. In tutto il mondo greco la base della dieta dei lavoratori rimane cerealicola, e ciò vale tanto per i contesti palaziali micenei quanto per le iscrizioni classiche e per i rendiconti santuariali di età più tarda. Un'analisi dei testi in Lineare B unita ai dati archeobotanici e paleonutrizionali, ha mostrato che il regime alimentare egeo di lunga durata si fonda soprattutto su orzo e frumento, integrati da legumi, vite, olivo, fichi e, in misura più limitata, prodotti

dell'allevamento e della pesca¹⁶². Una dieta di questo tipo fornisce un quadro di riferimento di lunga durata entro cui collocare anche le pratiche di nutrizione dei lavoratori dei cantieri greci.

Le iscrizioni da Creta relative a razioni di lavoro sono particolarmente importanti perché attestano una combinazione di κριθαί, σῦκα e γλεῦκος, cioè orzo, fichi e mosto o sciroppo d'uva. Marginesu ha giustamente insistito sul valore nutrizionale di questa triade: ai carboidrati complessi del cereale si affiancano gli zuccheri a rapido impiego dei fichi e del mosto, in una formula insieme energetica, economica e logisticamente adatta a un cantiere, soprattutto quando parte dei generi debba essere conservata o distribuita su più giorni¹⁶³. Nelle tavolette in lineare B micenee, tra l'altro, i fichi compaiono con frequenza notevole proprio nei sistemi di razione, mentre vino, olio e olive appaiono più raramente e spesso con carattere integrativo o occasionale¹⁶⁴.

Il quadro che emerge non autorizza a immaginare un vitto “di lusso” per le maestranze, autorizza però a riconoscere una dieta funzionale al lavoro pesante. L'orzo, a lungo svalutato dalla storiografia come alimento dei poveri, torna qui a mostrarsi per quello che fu spesso in pratica, il cereale più disponibile, più adattabile e più utile per una forza lavoro ampia. I fichi, freschi o secchi secondo la stagione e il tipo di distribuzione, sono invece un complemento ad alto rendimento calorico e di facile trasporto. Quanto al γλεῦκος, esso suggerisce una forma di integrazione zuccherina e liquida perfettamente coerente con lavori stagionali svolti nei mesi caldi o comunque con la necessità di fornire energia rapidamente disponibile¹⁶⁵.

Per la Magna Grecia arcaica non si possiedono liste di razioni di cantiere, tuttavia, la convergenza fra le evidenze greche, il quadro agricolo dell'Italia meridionale e i dati archeobotanici rende plausibile, ma pur sempre ipotetico, che il vitto ordinario delle maestranze si fondasse su pane o maza d'orzo e frumento, fichi, legumi, vino o mosto diluito, olive o olio, con apporti episodici di formaggio, carne e pesce (Tab. 5).

Tabella 5. Alcuni alimenti e razioni attestati nelle principali tradizioni documentarie

Contesto	Alimenti attestati	Fonte antica e moderna	Interpretazione
Palazzi micenei	Orzo e frumento come base; forte presenza di fichi; vino, olio e olive più rari	PY Ab e Fn; KN Fs e Fh; MY Fo De Fidio 1989, 9-17.	Le razioni in natura sono il livello minimo della remunerazione e mostrano una dieta cerealicola integrata.

¹⁶² De Fidio 1989, pp. 9-14.
¹⁶³ Marginesu 2023, pp. 244-245.
¹⁶⁴ De Fidio 1989, pp. 13-17.
¹⁶⁵ Marginesu 2023, pp. 244-245.

Creta, iscrizioni sulle razioni	κριθαί, σῦκα, γλεῦκος (orzo, fichi, mosto/scioppo d'uva)	IC IV 77, 79, 144 Marginesu 2023, 244-245; De Fidio 1989, 13-14.	Combinazione adatta a lavoro stagionale e distribuzione durevole.
Attica	Occorrenze di γλεῦκος in contesto epigrafico; indizio per l'uso del mosto come bene di consumo o distribuzione	IG I ³ 237, l. 4 Marginesu 2023, 244.	Non prova da sola una razione di cantiere, ma amplia il quadro lessicale e alimentare.
Delo ellenistica	Grano e <i>opsonion</i> ai <i>technitai</i> ; presenza di una <i>sitopoios</i>	IG XI 2, 158, ll. 38-39 Feyel 2006, 404; Marginesu 2023, 244.	Testimonia il mantenimento alimentare di maestranze al servizio del santuario.
Confronto mediterraneo non greco	Cipolle, agli, ravanelli per i lavoratori delle grandi opere	Hdt. II 125, 6-7 Marginesu 2023, 245.	Parallelo utile per ricordare il peso dei vegetali conservabili nelle diete di lavoro.
Metaponto, Pantanello (evidenza archeobotanica)	Fichi, olive e vite; nei depositi arcaici farro, frumento duro/panificabile e orzo vestito; nei livelli classici anche lenticchie, veccia, fava, pisello e cece	Resti archeobotanici del santuario rurale di Pantanello (VI-V sec. e IV sec. a.C.) Florenzano et al. 2022, 119-121	Non prova una razione di cantiere, ma definisce con buona solidità il paniere alimentare locale disponibile.

2.1.10. Metaponto e la Magna Grecia arcaica: ipotesi sul nesso fra dieta di cantiere, regime culturale e quadro paleoambientale

Per avvicinarsi al caso di studio di Metaponto si è operato incrociando tre ordini di indizi: la documentazione greca sulle razioni e sulle paghe, gli studi archeobotanici e palinologici della *chora* metapontina e i dati geoarcheologici e paleoambientali relativi alla piana costiera e al margine alluvionale del Basento. È essenziale distinguere qui, con la massima chiarezza, tra ciò che è direttamente attestato e ciò che è inferito. Direttamente attestato è il fatto che la piana di Metaponto e il sito di Pantanello documentano un'interazione molto intensa tra sfruttamento umano del suolo, processi sedimentari e copertura vegetale almeno dall'età arcaica e classica¹⁶⁶; inferita è invece la traduzione di quel quadro ambientale in un regime alimentare di cantiere.

Gli studi palinologici su Fattoria Fabrizio¹⁶⁷ delineano un paesaggio aperto, con boschi radi e ambienti umidi locali. La presenza costante di pollini di *Olea* suggerisce che l'ulivo fosse una componente significativa dell'economia agraria della *chora*, mentre l'abbondanza di *Poaceae*, *Cichorieae* e di spore fungine coprofili rinvia a un allevamento ovicaprino diffuso. Il numero relativamente basso di pollini di *Cerealia* non implica l'assenza dei cereali, ma piuttosto una loro

¹⁶⁶ Florenzano et al. 2022.

¹⁶⁷ Florenzano, Mercuri, e Carter 2013, pp. 173-181.

distribuzione spaziale non coincidente con il punto esatto di campionamento, e dunque campi più piccoli, più dispersi o più distanti dal sito rurale esaminato.

L'indagine integrata di Pantanello ha aggiunto un dato decisivo: una parte importante della sedimentazione avvenne in ambienti fluviali, alluvionali e in zone anche paludose ai margini della piana del Basento. Dalla fase greca in poi, pratiche di coltivazione e pascolo contribuirono all'erosione dei suoli e alla mobilitazione colluviale dei sedimenti, tanto che, per il periodo arcaico e classico, il ruolo umano nella trasformazione del paesaggio è chiaramente leggibile, mentre i record regionali non autorizzano una spiegazione monocausale fondata su un drastico peggioramento climatico locale. Per l'area di Metaponto, dunque, il problema storico non è tanto immaginare una crisi climatica semplice e lineare, quanto comprendere come una società coloniale abbia gestito un ambiente fertile ma dinamico, con margini umidi, superfici alluvionali e aree più esposte ai processi erosivi¹⁶⁸.

Un elemento ulteriore, più vicino al problema del vitto degli operai, è offerto dai macroresti di Pantanello¹⁶⁹, dove l'insieme vegetale è dominato da fichi, olive e vite. Nei depositi arcaici di VI-V secolo a.C. sono attestati farro, frumento duro panificabile e orzo vestito, mentre in quelli più tardi di IV secolo a.C. compaiono inoltre lenticchia, veccia, fava, pisello e cece. Per una ricostruzione strettamente arcaica, dunque, la base più solida è costituita da cereali e frutti, mentre i legumi entrano con maggiore sicurezza nel quadro classico.

Su questa base, una ricostruzione verosimile del rapporto tra dieta di cantiere e regime culturale magnogreco può essere formulata come segue. I cereali dovevano costituire il fondamento della sussistenza quotidiana, soprattutto nelle superfici più adatte della piana, l'olivo appare importante nella *chora* metapontina almeno in età classica, e può aver fornito sia materia per il condimento sia una quota di grassi ad alta conservabilità, mentre gli indizi di pascolo rinviano a una disponibilità di latte, formaggi e carne non continua ma strutturalmente integrata nell'economia locale. Entro questo mosaico, i fichi assumono un ruolo particolarmente verosimile. Pur non documentati a Metaponto come razione di cantiere, nel mondo greco essi sono una risorsa energetica economica, conservabile e perfettamente compatibile con un'agricoltura mista di ambiente mediterraneo. Il parallelo con le iscrizioni cretesi suggerisce dunque, non dimostrandolo tuttavia, che una combinazione di cereali, fichi e derivati dell'uva potesse essere ben adattata anche alla mobilitazione stagionale di manodopera in Magna Grecia¹⁷⁰.

¹⁶⁸ Florenzano et al. 2022; Gioia et al. 2020; Corrado et al. 2022.

¹⁶⁹ Florenzano et al. 2022, pp. 119-121; Costantini e Costantini Biasini 2018, pp. 371-428.

¹⁷⁰ De Fidio 1989, pp. 13-17; Marginesu 2023, pp. 244-245.

Specialmente per Metaponto, questa ipotesi ha un vantaggio interpretativo ulteriore. In un paesaggio condizionato da corsi d’acqua, superfici umide e continua necessità di adattamento ai microambienti, un sistema alimentare basato su pochi prodotti stabili ma flessibili, come cereali, fichi, legumi, olive e olio, vino o mosto diluito, risulta più credibile di una dieta fondata su approvvigionamenti raffinati o scarsamente conservabili. Una simile dieta sarebbe stata coerente sia con il fabbisogno energetico delle squadre di cava, trasporto e messa in opera, sia con le capacità produttive di una *chora* che gli studi recenti descrivono come intensamente sfruttata ma non monoculturale. In questo senso, il cantiere arcaico magnogreco può essere pensato come un luogo di consumo privilegiato della policoltura coloniale: non il riflesso passivo dell’economia agraria, ma uno dei luoghi in cui quell’economia si traduceva in razioni, salari in natura e scelte di approvvigionamento.

Ne consegue che, per i lavoratori dei cantieri metapontini di età arcaica, l’ipotesi più solida non è quella di un’alimentazione puntuale, ma di un paniere di base composto da preparazioni di cereali, fichi, olive e derivati della vite, con integrazioni episodiche di latticini ovicaprini, in cui la carne non va esclusa, ma per il VI secolo la sua attestazione resta indiretta¹⁷¹.

Un riscontro utile sul piano logistico viene dal quadro tracciato per la *chora* di Metaponto in età classica ed ellenistica circa i siti di fornace, che tendono a disporsi in prossimità di fattorie, abitati rurali e vie di passaggio, cioè dentro una trama corta di produzione agricola, manifattura e circolazione¹⁷². Il dato rafforza l’ipotesi che, nel Metapontino, approvvigionamento alimentare e organizzazione del lavoro dovessero poggiare su filiere locali e su percorsi di rifornimento relativamente brevi (Tab. 6).

Tabella 6. Indicatori paleoambientali e paleoeconomici per il Metapontino arcaico-classico.

Indicatore per l’area metapontina	Evidenza	Fonte scientifica	Implicazione per colture e dieta di cantiere
Paesaggio aperto con boschi radi ed ambienti umidi locali	Gli spettri pollinici di Fattoria Fabrizio mostrano un plant landscape aperto, con poca copertura forestale e presenza di zone umide	Florenzano, Mercuri, e Carter 2013, 173-181	Quadro favorevole a una policoltura coloniale e a filiere di approvvigionamento diversificate.
Rilievo dell’ulivo	Olea è ben rappresentata in tutti i campioni	Florenzano, Mercuri, e Carter 2013, 173-181	L’olio e/o le olive potevano costituire un complemento stabile e conservabile della dieta.
Forte impronta pastorale	<i>Poaceae</i> , <i>Cichorieae</i> e spore coprofili indicano pascolo diffuso di pecore e capre	Florenzano, Mercuri, e Carter 2013, 173-181	Disponibilità strutturale di latte, formaggi e carne in forma non quotidiana ma integrativa.

¹⁷¹ Florenzano, Mercuri e Carter 2013, p. 179; Florenzano et al. 2022, pp. 119-121.

¹⁷² Tomei 2022, pp. 242-244.

Cereali presenti ma non necessariamente immediatamente prossimi al sito	Il basso numero di pollini di <i>Cerealia</i> suggerisce campi piccoli, dispersi o distanti dal punto di campionamento	Florenzano, Mercuri, e Carter 2013, 173-181	I cereali restano plausibili come base della dieta, ma entro un paesaggio agrario spazialmente articolato.
Margine fluviale e alluvionale del Basento	Sedimentazione in ambienti fluviali, alluvionali e talora paludosi; forte ruolo dell'occupazione greca nei processi erosivi e sedimentari	Florenzano et al. 2022, 105-124	Occorre pensare approvvigionamento, stoccaggio e trasporto in rapporto a superfici umide, terrazzi e stagionalità.
Controllo geomorfologico della localizzazione insediativa	La distribuzione dei siti è strettamente influenzata da terrazzi e forme del paesaggio costiero	Gioia et al. 2020, 117-125; Corrado et al. 2022, 84-110	Anche i cantieri e le vie di rifornimento dovevano dipendere dalle condizioni fisiche della piana, non solo dalle scelte politiche.
Ruolo umano chiaramente leggibile dall'età arcaica/classica	Gli studi integrati sul Pantanello leggono l'impatto antropico sul paesaggio almeno dal VI-IV secolo a.C.	Florenzano et al. 2022, 105-124	Per l'età arcaica va privilegiato un modello storico che combina pressione agricola e adattamento ambientale, non una crisi climatica unica e totalizzante.
Macroresti vegetali di Pantanello	L'insieme vegetale è dominato da fichi, olive e vite; nei depositi arcaici sono presenti farro, frumento duro/panificabile e orzo vestito	Florenzano et al. 2022, 119-120; Costantini e Costantini Biasini 2018, 371-428	Rafforza, per l'età arcaica, l'ipotesi di un vitto di lavoro fondato su cereali e frutti conservabili, non su derrate eccezionali.
Legumi attestati con maggiore nettezza nel IV secolo a.C.	Nei livelli classici di Pantanello compaiono lenticchie, veccia, fava, pisello e cece	Florenzano et al. 2022, 120-121; Costantini e Costantini Biasini 2018, 371-428	Per l'arcaico non costituiscono una prova puntuale, ma rendono più credibile un'integrazione proteica vegetale nella lunga durata della <i>chora</i> .
Prossimità fra officine rurali, fattorie e vie di percorrenza	I siti di fornace della <i>chora</i> risultano preferenzialmente collocati presso fattorie, nuclei rurali e strade/percorsi	Tomei 2022, 242-244	Suggerisce filiere di rifornimento corte, utili anche a pensare il trasporto quotidiano del vitto verso luoghi di lavoro specializzato.

2.1.11. Conclusioni

In sintesi, il cantiere greco antico – e in particolare il cantiere arcaico della Magna Grecia – va pensato come una macchina collettiva ad alta specializzazione, nella quale la scarsità delle fonti non autorizza il silenzio, ma obbliga a una ricostruzione per gradi di probabilità. È precisamente in questo equilibrio fra prudenza e ricostruzione che può collocarsi, oggi, una storia del lavoro architettonico greco antica davvero fondata sulle fonti.

2.2. Le fonti antiche per lo studio del cantiere. Le *syngraphai*.

Uno degli aspetti fondamentali di un cantiere è il modo in cui la sua organizzazione, i fondi a esso destinati, le modalità e i tempi di esecuzione, le figure coinvolte, sono prestabiliti in forma scritta. Mentre la storia degli studi dell'architettura antica mostra un interesse preponderante verso l'aspetto finito dell'edificio, molto meno frequentemente si assume come oggetto autonomo il processo che lo precede e che rende possibile la sua esistenza, vale a dire il complesso di decisioni pubbliche, scritture tecniche, pratiche contabili, forme di controllo, dispositivi di appalto, procedure di verifica e strumenti di comunicazione tra progetto ed esecuzione. È precisamente in questo spazio, insieme materiale e documentario, che si collocano le *syngraphai*¹⁷³. Esse non sono una documentazione accessoria del cantiere, ma uno dei suoi nuclei costitutivi: mostrano il momento in cui il progetto viene trasformato in scrittura normativa¹⁷⁴ rendendo così l'opera amministrativamente governabile ed esponibile pubblicamente¹⁷⁵. La possibilità che questa scrittura si traduca anche in monumento epigrafico va letta nel quadro più ampio della pubblicità delle rationes e delle scritture edilizie ateniesi¹⁷⁶. In questo quadro, l'architetto non coincide con il semplice capomastro, ma appare come direttore di lavori e responsabile di decisioni tecniche e amministrative fino al compimento dell'opera¹⁷⁷.

Questa prospettiva è tanto più importante se la si guarda dal punto di vista dei cantieri arcaici della Magna Grecia. In assenza, per l'Occidente greco, di un corpus di *syngraphai* paragonabile a quello attico, che verrà descritta in seguito, il rischio è di leggere i grandi edifici templari come forme autosufficienti o come semplici esiti stilistici e tecnici. La documentazione greca classica ed ellenistica invita invece a una lettura più complessa. Ogni grande cantiere presuppone una fase progettuale¹⁷⁸, una traduzione scritta del progetto e un'articolazione del lavoro in procedure verificabili¹⁷⁹, oltre a una rete di materiali scrittori, una memoria contabile e una forma di pubblicità monumentale¹⁸⁰. Per questa ragione le *syngraphai* non hanno solo un valore documentario in senso stretto, ma offrono una griglia interpretativa decisiva per ricostruire la complessità amministrativa dei monumenti¹⁸¹. La stessa circolazione dei modelli architettonici nell'Occidente greco mostra che la trasmissione del progetto non avveniva soltanto per

¹⁷³ Sulle *syngraphai* di tipo architettonico si veda in generale Davis 1937; Scranton 1960, pp. 166-172; Maier 1961, pp. 14-17.

¹⁷⁴ Carusi 2006, pp. 11-12, 27-29.

¹⁷⁵ Marginesu 2022, pp. 98-100.

¹⁷⁶ Marginesu 2022, pp. 95-100.

¹⁷⁷ Coulton 1977, pp. 1-2.

¹⁷⁸ Carusi 2006, pp. 11-12.

¹⁷⁹ Carusi 2006, pp. 25-29.

¹⁸⁰ Marginesu 2022, pp. 95-100.

¹⁸¹ Marginesu 2019, pp. 18-19.

imitazione formale, ma anche attraverso regole, dettagli e procedure: il caso del tempio ionico di Metaponto suggerisce l'impiego selettivo di modelli orientali da parte di un architetto non pienamente formato nella tradizione ionica¹⁸². Anche nei contesti in cui le *syngraphai* non sono conservate, i diversi regimi documentari del mondo greco mostrano che prescrizione, rendiconto e pubblicazione epigrafica potevano combinarsi in forme differenti¹⁸³.

Le *syngraphai* non esauriscono la documentazione edilizia greca, ma si collocano entro un più ampio sistema di scritture del cantiere, nel quale rientrano decreti, leggi regolative, registrazioni contabili, clausole sanzionatorie e iscrizioni connesse alla gestione dell'opera. La loro specificità consiste nell'occupare il punto di intersezione tra deliberazione pubblica, definizione tecnica e organizzazione dell'esecuzione materiale. In questa prospettiva, il documento edilizio non va isolato come testo puramente descrittivo, ma letto come segmento di una catena amministrativa più ampia, nella quale progettazione, controllo finanziario e responsabilità esecutiva risultano strettamente coordinate¹⁸⁴.

2.2.1. Origine del termine e formazione della categoria

Nel suo significato più ampio, *syngraphein* significa “redigere per iscritto”; nella forma media può indicare anche la stipulazione di un accordo o di un contratto¹⁸⁵. Tuttavia, nella documentazione ateniese del V secolo il verbo assume una specifica accezione tecnica: designa il compito di una commissione o di un singolo, i *syngrapheis*, incaricati di redigere prescrizioni su una determinata materia, da sottoporre poi al Consiglio e all'Assemblea¹⁸⁶. Questa definizione è decisiva, perché mostra che la *syngraphe* costituisce innanzitutto uno strumento di formalizzazione tecnico-specialistica operante all'interno del procedimento deliberativo democratico, il quale risulta fondamentale nella concretizzazione del progetto, idoneo ad apportare modifiche e necessario per determinare l'interruzione del cantiere, tanto più se prodromico, tecnologicamente o ideologicamente, alla variazione dell'intero programma edilizio¹⁸⁷.

Le prime attestazioni, infatti, non appartengono esclusivamente alla sfera del cantiere¹⁸⁸. La *polis* ricorreva alle *syngraphai* quando una materia appariva troppo complessa per essere esaurita nella

¹⁸² Coulton 1983, p. 454.

¹⁸³ Prignitz 2019, pp. 34-35.

¹⁸⁴ Pitt 2014, pp. 373-394; Pitt, 2016, pp. 194-205.

¹⁸⁵ Carusi 2006, con bibliografia.

¹⁸⁶ Carusi 2006, pp. 11-12.

¹⁸⁷ Marginesu 2015b, p. 30.

¹⁸⁸ Per tutti i casi citati a partire da ora, si rimanda all'articolata disamina di Cristina Carusi sui casi di studio attici (Carusi 2006) con relativa e ricca bibliografia, e che rappresenta una delle sintesi comparate più interessanti finora.

semplice deliberazione assembleare e richiedeva invece un testo tecnico, più dettagliato, verificabile e suscettibile di controllo. Lo dimostrano testi come il decreto sulle *aparchai* di Eleusi, il provvedimento del 450/49 relativo a Mileto dopo la defezione dalla lega delio-attica¹⁸⁹, il testo del 410/9¹⁹⁰ concernente probabilmente la restituzione di prestiti al tesoro di Atena, un provvedimento anti-anarchico del 410¹⁹¹ e le condizioni di locazione e recinzione del *temenos* del santuario di Neleo, Codro e Basile, contenute nel decreto di Adosios del 418/7¹⁹². Per quest'ultimo, in particolare, il rinvio alle *syngraphai* distingue quelle con le condizioni della locazione da quelle contenenti un autonomo progetto di recinzione del santuario¹⁹³, mostrando che il termine non nasce come designazione esclusivamente edilizia, ma si specializza progressivamente in quella direzione. L'evoluzione lessicale appare dunque coerente con quello che si potrebbe descrivere come un progressivo irrigidimento tecnico-amministrativo della scrittura pubblica relativa ai lavori e alle concessioni¹⁹⁴.

La *syngraphe* edilizia nasce precisamente da questo terreno. Il cantiere pubblico, infatti, è uno dei luoghi in cui l'esigenza di precisione è più forte: bisogna definire l'opera, i materiali, le misure, la sequenza dei lavori, i tempi, i pagamenti, le garanzie, le penali, i controlli. Per questa ragione la definizione moderna proposta da Cristina Carusi resta ancora la più efficace: le *syngraphai* sono "progetti preliminari e capitolati d'appalto delle opere pubbliche"¹⁹⁵. La formula è importante perché tiene insieme le due anime del documento, dove la *syngraphe* è progetto, perché prefigura l'opera, ma anche capitolato, perché ne rende possibile l'affidamento e la valutazione economica. Personalmente, indulgerei nel definirle più sinteticamente col termine "prescrizioni", secondo un gergo che si può prendere in prestito, lessicale e semantico, dalle attività delle attuali Soprintendenze, che possono, appunto, per competenza e autorità "disporre" determinate azioni sugli edifici.

La più antica testimonianza attestabile di *syngraphai* edilizie può ritenersi quella relativa al santuario di Athena Nike sull'acropoli di Atene, per il quale un decreto dell'Assemblea¹⁹⁶ che istituiva il sacerdozio della dea, ordinava l'innalzamento di una porta, a opera di Callicrate. Al noto architetto sarebbero stati affiancati tre collaboratori per la redazione del progetto, e successivamente gli si affidava la costruzione del tempio e di un altare in pietra.

¹⁸⁹ IG I³ 21.

¹⁹⁰ IG I³ 99.

¹⁹¹ And. I, 96, citato da Carusi (2006, p. 12) come conosciuto per tradizione indiretta.

¹⁹² IG I³ 84.

¹⁹³ Behrend 1970, n° 6, pp. 55-61.

¹⁹⁴ Davis 1937, pp. 110-111.

¹⁹⁵ Carusi 2006, p. 11.

¹⁹⁶ IG I³ 35.

Un dato storiografico conferma, inoltre, l'opportunità di trattare questi testi come una forma documentaria autonoma. Se si osservano i contratti edilizi di Delo, si può ricavare una definizione del carattere e dello sviluppo del contratto edilizio nel suo insieme. Ne risulta l'immagine del contratto edilizio greco come categoria tecnico-amministrativa storicamente dinamica e comparabile tra *poleis* diverse¹⁹⁷.

2.2.2. Procedura di redazione e approvazione

Il decreto sulle *aparchai* di Eleusi, datato al 422¹⁹⁸, permette di ricostruire con particolare chiarezza la procedura. Da esso risulta che la scelta di far redigere delle *syngraphai*, l'individuazione dei *syngrapheis* e la definizione del loro incarico spettavano all'Assemblea; il testo entrava poi in vigore solo dopo essere stato discusso in Consiglio e nuovamente in Assemblea e approvato in forma di decreto¹⁹⁹. La *syngraphe*, dunque, non si colloca fuori dal processo politico della *polis*, ma vi si innesta, fornendo un supplemento di competenza e di precisione.

La documentazione di V secolo mostra inoltre che l'Assemblea poteva affidare la redazione a un architetto, oppure a una pluralità di figure; in altri casi il committente poteva essere un demo o un santuario, soprattutto per lavori di scala più ridotta o di rilievo locale²⁰⁰. Non si tratta di un dettaglio marginale, anzi mostra che la progettazione scritta non è monopolio di un'amministrazione centralizzata, ma una procedura flessibile, adattabile alla natura dell'intervento e dell'ente promotore.

In alcune occasioni, come per le fortificazioni del Pireo e probabilmente per una statua di Athena Nike²⁰¹, la documentazione sembra persino presupporre una sorta di concorso per la scelta del progetto²⁰². Questo dato, spesso trascurato, suggerisce che la *syngraphe* non è solo un atto di esecuzione amministrativa, ma anche uno strumento di selezione e di confronto tra proposte progettuali. La fase deliberativa poteva essere accompagnata da modelli (*grammata*²⁰³) o disegni presentati all'uditorio, perché il progetto doveva anche essere reso visibile prima di essere approvato²⁰⁴.

¹⁹⁷ Davis 1937, pp. 110-112, 114.

¹⁹⁸ IG I378; Meiggs - Lewis, GHI2 73, citato in Carusi 2006.

¹⁹⁹ Carusi 2006, pp. 11-12.

²⁰⁰ Carusi 2006, p. 22.

²⁰¹ IG I³ 64. Cfr. Mark 1993, pp. 108-111.

²⁰² Carusi 2006, p. 22.

²⁰³ Si veda il testo, pur lacunoso, per la citata statua di Atena (IG I³ 64),

²⁰⁴ Marginesu 2020a, pp. 52-53.

Il caso del santuario di Athena Nike appena citato consente di distinguere, con particolare chiarezza, la decisione politica di costruire dalla successiva fase di specificazione tecnica. Alla deliberazione pubblica relativa al santuario si accompagna infatti una procedura ulteriore, nella quale l'architetto e una commissione ristretta concorrono alla definizione operativa delle forme esecutive. Ne consegue che la *syngraphe* non coincide con il momento iniziale della volontà politica, ma ne rappresenta la traduzione tecnica e amministrativa in vista dell'affidamento dell'opera, e la formalizzazione scritta interviene dunque come dispositivo di mediazione fra scelta civica, competenza specialistica e controllo del cantiere²⁰⁵.

Il corpus documentario relativo al santuario ateniese richiede tuttavia una cautela metodologica specifica, poiché la sequenza dei documenti epigrafici relativi al programma edilizio non si presenta come un blocco unitario e perfettamente lineare. Decreto, emendamento e provvedimenti connessi costituiscono un complesso stratificato, la cui ricostruzione cronologica e documentaria non è priva di problemi. Il valore del complesso documentario risiede, quindi, meno nell'offrire un modello semplificato e lineare che nel rendere visibile la sovrapposizione di atti differenti, prodotti in tempi e con finalità amministrative diverse²⁰⁶.

La procedura, inoltre, non esauriva l'intera filiera amministrativa. Nel complesso della documentazione edilizia di Epidauro del IV secolo a.C., costituito da iscrizioni relative a programmi costruttivi, capitolati, rendiconti e procedure di assegnazione dei lavori, le commissioni di cantiere compaiono impegnate anche nel reclutamento di imprenditori e specialisti esterni²⁰⁷. Le *syngraphai* diventano, così, fondamentali per ricostruire la provenienza e la mobilità degli artigiani, perché permettono di vedere non solo chi veniva ingaggiato, ma anche da dove e con quali modalità. In età più tarda, sempre a Epidauro, alcune stele registrano perfino sanzioni contro imprenditori e architetti inadempienti, segno che la scrittura edilizia poteva incorporare non solo l'affidamento dell'opera ma anche il contenzioso, la revisione e la pena²⁰⁸.

2.2.3. Dalla progettazione scritta alle *syngraphai* architettoniche

Il passaggio all'ambito architettonico si delinea chiaramente nel caso del santuario di Athena Nike, nel quale Callicrate compare come redattore del progetto del santuario, della porta e dell'altare. Qui la *syngraphe* appare già pienamente come scrittura tecnica sottoposta a controllo

²⁰⁵ Pitt 2016, pp. 194-205.

²⁰⁶ Gill 2001, pp. 257-278; Mattingly 2000, pp. 604-606.

²⁰⁷ Prignitz 2014, pp. 172-173.

²⁰⁸ Prignitz 2022, pp. 68-69.

pubblico²⁰⁹. Tuttavia, la cultura della progettazione scritta sembra essere ancora più antica della piena diffusione del termine. Un documento molto lacunoso degli anni Venti del V secolo²¹⁰, nel quale compare il verbo *graphein* anziché *syngraphen*, prescrive che chiunque volesse partecipare alla gara presentasse al Consiglio un *gramma*, previa notifica agli *epistatai*²¹¹. Il dato è interessante perché suggerisce che la formalizzazione grafica e scritta del progetto precede la stabilizzazione del lessico delle *syngraphai*.

Che la discussione del progetto potesse coinvolgere anche proposte illustrate risulta da un'altra iscrizione ateniese del V secolo, relativa probabilmente a una porta del santuario di Athena Nike: il verbo impiegato rinvia al disegno, e la prescrizione che le proposte avessero almeno un cubito d'altezza mostra che non si trattava di semplice scrittura ma di una rappresentazione grafica sottoposta a giudizio pubblico²¹².

Nella ricostruzione architettonica del santuario, il decreto e la sequenza edilizia devono essere letti insieme: l'intervento di Callicrate riguarda la porta e il tempio in un orizzonte inquadrabile nella metà del V secolo, e la sua trasformazione in specifiche eseguibili presuppone un passaggio collegiale e civico interno alla macchina deliberativa della *polis*²¹³. Tuttavia la cronologia esatta del dossier continua a essere discussa, come mostra la controversia su IG I³ 35/36 e 64 A-B²¹⁴.

Da questo punto di vista, le *syngraphai* architettoniche non nascono come un'invenzione improvvisa, ma come il risultato di una progressiva sedimentazione di pratiche, riassumibili nel progettare, descrivere, comparare, verificare, approvare. Esse segnano quindi un momento di maturazione del linguaggio amministrativo del cantiere, non l'inizio assoluto della progettazione.

2.2.4. L'arsenale di Filone al Pireo: un progetto su stele

Quello dell'arsenale di Filone al Pireo costituisce uno dei più importanti esempi di *syngraphe* architettonica ateniese del IV secolo, e può essere interessante soffermarsi in maniera più dettagliata su questo documento per comprendere la ricchezza informativa che una *syngraphe* può contenere, anche per comparare l'organizzazione del cantiere in essa contenuta con quella di contesti privi di fonti scritte. La stele, rinvenuta presso il porto di Zea e databile al 347/6 a.C.,

²⁰⁹ Carusi 2006, pp. 12-14.

²¹⁰ IG I³ 64.

²¹¹ Carusi 2006, p. 14.

²¹² IG I² 88, Coulton 1983, p. 458.

²¹³ Mark 1993, pp. 130-133.

²¹⁴ Mattingly 2000, pp. 604-606.

definisce anzitutto l'oggetto dell'opera, ne indica con precisione la collocazione e ne fissa le dimensioni generali, pari a quattro pletri di lunghezza e cinquantacinque piedi di larghezza; la parte centrale del testo descrive poi in forma prescrittiva la configurazione dell'edificio, dalle fondazioni alla copertura e all'organizzazione interna dello spazio²¹⁵.

L'arsenale, o più precisamente la *skeuotheke* del Pireo, è documentato da un'iscrizione che si apre come *syngraphai* della "*skeuotheke* litica per i materiali navali sospesi" e attribuisce la redazione del testo a Euthydomos figlio di Demetrios di Melite e a Filone figlio di Exekestides di Eleusi²¹⁶.

L'edificio era previsto nel porto di Zea, a partire dal propileo dell'agorà e dietro i *neosoikoi*, con una lunghezza di quattro pletri e una larghezza di cinquantacinque piedi²¹⁷. Nel contesto della riorganizzazione navale ateniese del IV secolo, la nuova *skeuotheke* va intesa come una grande infrastruttura di deposito destinata a concentrare e ordinare il sartiame e gli equipaggiamenti sospesi della flotta, sostituendo strutture precedenti meno monumentali e meno efficienti²¹⁸.

Dal punto di vista documentario, il testo costituisce uno degli esempi più completi di *syngraphe* tecnico-amministrativa: esso specifica dimensioni, materiali e modalità esecutive e fornisce la base per i successivi contratti relativi a cava, trasporto e messa in opera²¹⁹. La stele iscritta sembra corrispondere non tanto a un promemoria con indicazioni per gli esecutori, quanto all'accettazione ufficiale del progetto da parte del popolo, in questo caso quello ateniese²²⁰. Il testo potrebbe rispondere, dunque, all'esigenza, da parte dell'architetto, di comunicare e descrivere il progetto ai cittadini che quel progetto finanziavano: si potrebbe dire che l'iscrizione, non menzionando alcun disegno progettuale, ne prende sostanzialmente il posto²²¹.

Il testo non esaurisce tutte le informazioni necessarie alla costruzione, perché lascia indefiniti alcuni dettagli essenziali; proprio per questo la clausola finale prescrive che i *misthotai* eseguano i lavori secondo le *syngraphai*, le misure e il *paradeigma* indicati dall'architetto²²². Ne risulta che la stele non sostituisce gli strumenti esecutivi di cantiere, ma li coordina entro una cornice normativa generale²²³.

²¹⁵ Carusi 2006, p. 15.

²¹⁶ IG II² 1668, ll. 2-4.

²¹⁷ IG II² 1668, ll. 4-7.

²¹⁸ Gabrielsen 2014, pp. 37-48.

²¹⁹ Coulton 1983, p. 455.

²²⁰ Coulton 1983, p. 457.

²²¹ Coulton 1983, p. 457, che riprende J. A. Bundgaard, Mnesicles, Copenhagen, 1957, p. 123.

²²² IG II² 1668, ll. 95-97.

²²³ Coulton 1977, pp. 54-57; Coulton 1983, pp. 455-457.

Un tratto particolarmente significativo è la combinazione di funzione pratica e intenzionalità monumentale. Il testo prescrive infatti non solo l'alloggiamento ordinato delle attrezzature, ma anche la predisposizione di un passaggio centrale di venti piedi e di una disposizione tale che sia possibile vedere l'intero equipaggiamento attraversando l'edificio²²⁴. Per questo l'arsenale non appare come un semplice magazzino militare, ma come una costruzione in cui deposito, controllo visivo e rappresentazione pubblica della potenza navale ateniese risultano strettamente connessi²²⁵.

Resta invece incerta la posizione di Euthydomos. Il fatto che il suo nome preceda quello di Filone nell'intitolazione non basta a definirlo con sicurezza come co-architetto²²⁶; il singolare ὁ ἀρχιτέκτων presente nel testo può infatti avere valore formulare, e la documentazione non consente di stabilire se Euthydomos fosse un tecnico, un sottoscrittore o un rappresentante civico associato alla redazione delle *syngraphai*²²⁷.

Sul piano archeologico, il valore dell'iscrizione è accresciuto dal fatto che il monumento rientra tra i rari casi in cui una descrizione edilizia dettagliata può essere confrontata con resti materiali rinvenuti nell'area di Zea; la bibliografia recente sottolinea infatti che le scoperte attribuite a Steinhauer hanno rafforzato in modo sostanziale la ricostruzione dell'edificio proposta a partire dal testo²²⁸.

2.2.5. Struttura, funzione e distinzione dal contratto

Le *syngraphai* si riconoscono non solo per il loro contenuto, ma anche per alcuni tratti formali. Esse sono spesso introdotte da una sorta di titolo e in molti casi presentano una struttura sintattica composta da una sequenza di proposizioni principali tipicamente al futuro indicativo²²⁹, modulo che corrisponde all'esposizione delle direttive e delle condizioni contrattuali cui il futuro aggiudicatario dovrà attenersi²³⁰.

La natura prescrittiva delle *syngraphai* non si coglie poi soltanto sul piano sintattico, ma anche sul piano del lessico. La descrizione dell'opera si fonda infatti su un vocabolario tecnico fortemente specializzato, che presuppone la conoscenza condivisa di membrature architettoniche, profili, modanature, finiture e procedure esecutive. Questa scrittura del cantiere

²²⁴ IG II² 1668, ll. 88-94.

²²⁵ Coulton 1977, p. 54; Coulton 1983, pp. 457-458.

²²⁶ Sul ruolo dell'architetto e sulle figure del cantiere si veda il capitolo dedicato.

²²⁷ Marginesu 2020c, pp. 49-50.

²²⁸ Gabrielsen 2014, pp. 37-48.

²²⁹ Faraguna 2010, p. 135.

²³⁰ Carusi 2006, p. 25.

opera dunque attraverso una precisione terminologica che rende possibile la verifica materiale della conformità dell'opera rispetto alle prescrizioni, trasformando la lingua tecnica in uno strumento di controllo amministrativo, oltre che di descrizione costruttiva²³¹.

La conseguenza più importante, già messa in rilievo dalla tradizione di studi a partire da Maier (1961, pp. 16-18) e poi chiarita da Carusi, è che la *syngraphe* non coincide con il contratto, come invece asserito in altri studi²³². Essa ne prefigura lo schema e ne condiziona il contenuto, ma resta distinta dal punto di vista formale e giuridico. Un dossier del 368/9 da Oropo riguardante il restauro della fontana e dei bagni del santuario di Anfiarao lo mostra con chiarezza²³³: anche basandosi sul fatto che venivano utilizzati diversi tempi verbali per le due categorie, le *syngraphai* sono un oggetto distinto dai dati di aggiudicazione, cioè dal nome dell'appaltatore (*misthotes*), dal garante, dal prezzo e dall'anticipo²³⁴. Solo con questi ultimi elementi il rapporto contrattuale si perfeziona davvero.

Questa distinzione tra *syngraphe* e contratto esecutivo va mantenuta con particolare rigore anche sul piano giuridico. La *syngraphe* definisce infatti il quadro normativo, tecnico e prestazionale entro il quale l'opera dovrà essere condotta, ma non coincide necessariamente con l'atto che produce l'obbligazione esecutiva in capo all'aggiudicatario. Tra prescrizione dell'opera, procedura di assegnazione, prestazione di garanzie, accettazione delle condizioni e regime sanzionatorio si collocano livelli documentari distinti, che solo in parte possono sovrapporsi, come già detto. L'uso indiscriminato del termine "contratto" rischia pertanto di appiattire differenze formali e funzionali che il dossier epigrafico greco mostra invece con notevole chiarezza²³⁵.

La stessa lettura dei grandi capitolati del IV secolo conferma tale distinzione. La *syngraphe* generale fornisce il quadro del progetto e permette di stipulare in un secondo momento contratti più circostanziati per cava, trasporto, lavorazione e posa²³⁶. In questo senso, il documento preliminare non è una forma ridotta del contratto, ma la condizione tecnica e amministrativa che rende i contratti stessi possibili.

²³¹ Hellmann 1992; Hellmann 1999.

²³² Scranton 1960, p. 68.

²³³ *I.Oropos* 290,

²³⁴ Carusi 2006, pp. 14; pp. 27-28, nota 58.

²³⁵ Per gli aspetti dei contratti di appalto dei lavori pubblici ateniesi cfr. Maier 1961, pp. 50-51 Thür 1984; Wittenburg 1986; Martini 1997.

²³⁶ Coulton 1977, pp. 54-55.

Questa distinzione ha implicazioni notevoli sul piano economico. Proprio perché la *syngraphe* è un testo preliminare, essa consente agli eventuali aggiudicatari dei lavori e ai magistrati della *polis* di calcolare e confrontare i costi dell'impresa²³⁷. La *syngraphe* non è dunque soltanto un documento tecnico: è uno strumento di previsione economica, di confronto tra offerte e di controllo *ex ante* della congruità della spesa.

Risulta così più nitida anche la cornice giuridico-economica. Nel lessico amministrativo greco, la concessione di un appalto è concettualizzata come una vera e propria “vendita”²³⁸, e ciò vale tanto per l'appalto della riscossione dei tributi (τέλη) quanto, fatto meno spesso rilevato, per l'assegnazione dei lavori pubblici (erga); a unificare i due ambiti è con ogni probabilità il ricorso alla procedura dell'asta pubblica, che per i lavori doveva normalmente assumere la forma di un'asta al ribasso²³⁹. Nella documentazione di Tegea, Lebadeia e Delo, lavori di una certa consistenza risultano affidati a *ergōnai*, cioè a imprenditori contraenti, distinti dagli esecutori materiali, come suggeriscono alcune clausole che prevedono il pagamento in più rate a partire dalla presentazione dei garanti²⁴⁰.

L'Atene classica presenta però un profilo in parte anomalo. I lavori pubblici vi appaiono di norma frazionati in numerosi piccoli lotti e gestiti direttamente dalla *polis* attraverso commissioni di epistatai; inoltre, nei documenti ateniesi non compare normalmente il termine *ergōnēs*, mentre gli appaltatori sono designati come *misthōtai*, e i compensi sono corrisposti sotto forma di paga giornaliera fissa o di tariffe standard per pezzo finito o per misura di muro, senza oscillazioni riconducibili con chiarezza a un'asta al ribasso²⁴¹. Solo all'inizio dell'età ellenistica, nel dossier relativo al restauro delle mura del 307/6, Atene sembra adeguarsi più nettamente a procedure simili a quelle attestate altrove, con l'assegnazione di lotti di maggiore consistenza e con una documentazione articolata in un decreto, *syngraphai* e lista delle sezioni di muro (*merides*) con tutte le informazioni relative ad appaltatori, prezzo e garanti²⁴².

Anche la forma epigrafica del documento può raccontare più - o meno - di quanto dice. Nella legge agraria di Agirrio²⁴³ il testo normativo e il capitolato appaiono come un estratto abbreviato, forse da un testo originario su altro supporto, nel quale linee guida generali e *syngraphai*

²³⁷ Carusi 2006, p. 27.

²³⁸ Faraguna 2010, p. 129.

²³⁹ Faraguna 2010, pp. 129-130.

²⁴⁰ Faraguna 2010, pp. 130-131.

²⁴¹ Faraguna 2010, pp. 131-132.

²⁴² Faraguna 2010, pp. 133-135.

²⁴³ Si tratta di una legge ateniese del 374/3 a.C. che regolava la riscossione in natura della tassa sul grano proveniente da Lemno, Imbro e Sciro, il suo trasporto ad Atene, lo stoccaggio nell'Aiakeion e la successiva vendita sotto controllo pubblico. Cfr. Stroud 1998.

risultano in parte fuse e condensate, e ciò invita a non dare per scontato che il documento inciso si identifichi sempre con l'intero fascicolo amministrativo originario²⁴⁴.

2.2.6. Lotti, pluralità di contraenti e scala del progetto

La documentazione consente di vedere anche un altro aspetto decisivo: nei grandi cantieri la *syngraphe* generale non esauriva affatto l'intera documentazione necessaria all'esecuzione. Nel caso di opere complesse, come l'arsenale del Pireo o il restauro delle fortificazioni tra il Pireo e Atene, risulta che il lavoro fosse suddiviso in lotti diversi, con contratti specifici e informazioni integrative rispetto alla *syngraphe* generale, come misure più dettagliate e *paradeigmata*²⁴⁵. La *syngraphe* del monumento, in altre parole, descrive l'assetto generale del progetto, ma non sostituisce i singoli capitolati dei vari segmenti del lavoro.

Il caso dell'arsenale di Filone è particolarmente eloquente. Il testo consente di ricostruire la configurazione generale dell'edificio ma trascura molti dettagli, tanto che le ricostruzioni moderne divergono in più punti; ciò implica che i vari lotti dovessero essere accompagnati da documentazione ulteriore²⁴⁶. Lo stesso vale per il muro di Munichia e per il portico del Telesterion, dove la pluralità dei *misthotai* e la ripartizione topografica o funzionale dei lavori presuppongono una documentazione articolata e non riducibile a una sola stele²⁴⁷.

La suddivisione in lotti non rispondeva soltanto a un'esigenza di descrizione, ma a una precisa tecnica del controllo del rischio²⁴⁸. La segmentazione dell'appalto riduceva la possibilità che il default di un solo imprenditore compromettesse l'intero programma, e poteva essere accompagnata da norme che limitavano il numero di contratti detenuti contemporaneamente dalla stessa persona e imponevano la reintegrazione, a spese del contraente, di ogni danno arrecato a opere preesistenti²⁴⁹. Il dossier di Tegea rimane, per questa ragione, un punto di osservazione privilegiato sulla dimensione regolativa della κοινὰ σύγγραφος, riproposto in sintesi anche dalla recente rilettura di Prignitz²⁵⁰.

La dimensione di controllo appare con particolare nettezza anche nella documentazione di Lebadea. In questo contesto, i magistrati responsabili del santuario non si limitavano alla messa a gara dei lavori, ma intervenivano nella verifica continua della corretta esecuzione, del rispetto

²⁴⁴ Faraguna 2010, pp. 136, 147.

²⁴⁵ Carusi 2006, pp. 28-29.

²⁴⁶ Carusi 2006, pp. 28-29.

²⁴⁷ Carusi 2006, pp. 28-29.

²⁴⁸ Papini 2019, p. XI

²⁴⁹ Pitt 2016, pp. 199-200.

²⁵⁰ Prignitz 2018, pp. 37-46.

delle misure, della qualità dei materiali e della conformità dell'opera a quanto prescritto. La *syngraphe* non costituiva quindi un atto destinato a esaurirsi nel momento dell'aggiudicazione, bensì il parametro costante di valutazione dell'intero processo costruttivo, dal reclutamento delle maestranze fino all'irrogazione di sanzioni in caso di infrazione²⁵¹.

Alla pluralità delle parti dell'opera corrispondeva un sistema di garanzie proporzionato al valore del contratto. L'appaltatore doveva presentare fideiussori patrimonialmente affidabili e, nel caso del documento relativo a un appalto bandito ad Atene per lavori da eseguire a Delo verso la fine del IV secolo, era richiesto un garante distinto per ogni 1000 dracme del prezzo. La garanzia personale non aveva quindi carattere accessorio, ma costituiva un elemento strutturale dell'affidamento: condizionava l'anticipazione dei pagamenti e tutelava l'amministrazione contro ritardi, difformità rispetto alla *syngraphe* e inadempimento, rendendo escutibili sul contraente e sui garanti gli eventuali maggiori costi derivanti dal riaffidamento dell'opera. La distribuzione del rischio, perciò, non si esauriva nella precisione della *syngraphe*, ma si completava mediante un sistema di responsabilità economicamente garantite.²⁵²

Questo punto è molto rilevante anche per la Magna Grecia arcaica. Le disomogeneità di avanzamento, le cesure nella rifinitura, le differenze tra parti strutturali e decorative possono riflettere non solo successioni cronologiche o mutamenti stilistici, ma anche una segmentazione amministrativa del lavoro. Le *syngraphai* suggeriscono chiaramente infatti che il cantiere greco monumentale è strutturalmente plurale.

2.2.7. *Syngraphe, parádeigma, anagraphé*: il progetto oltre il testo

La documentazione disponibile consente di ampliare in modo importante il discorso, perché aiuta a capire che la *syngraphe*, pur centrale, non basta da sola a spiegare il processo di traduzione del progetto in costruzione. Come già anticipato, le *syngraphai* sono descrizioni scritte che spesso sostituiscono i grafici di progetto nella fase preliminare e contrattuale, ma, nella fase realizzativa, l'architetto doveva necessariamente ricorrere anche ad altri strumenti di comunicazione con le maestranze, in particolare il *parádeigma* e l'*anagraphé*²⁵³. Il *parádeigma* è il modello, il campione o prototipo a scala reale, destinato a entrare nell'edificio stesso e a garantire l'uniformità dell'esecuzione; l'*anagraphé* è invece, in molti casi, un tracciato o un disegno di dettaglio, spesso a grandezza naturale²⁵⁴.

²⁵¹ Pitt 2014, pp. 382-388.

²⁵² Davis 1937, pp. 112-117.

²⁵³ Inglese 2014, pp. 19-22.

²⁵⁴ Coulton 1983, pp. 455-456.

La distinzione è teoricamente molto feconda. La *syngraphe* appartiene al momento della prescrizione generale e della normazione; il *parádeigma* e l'*anagraphé* appartengono al momento della trasmissione esecutiva del progetto. Alcuni capitolati arrivano a dettagliare perfino la qualità, il trasporto e la posa in opera delle pietre, anche se il progetto doveva comunque essere integrato sul cantiere da modelli e tracciati²⁵⁵. Ciò significa che il cantiere greco vive di una duplice mediazione: quella della scrittura normativa e quella del segno operativo.

Il dossier eleusino conferma con particolare chiarezza questa articolazione. Per il nuovo *prostoon* risulta infatti richiesto che l'architetto fornisca gli *anagraphéis* necessari per metope, capitelli e cornici, segno che la prescrizione scritta non bastava da sola a trasferire tutte le informazioni necessarie all'esecuzione. In questi casi la *syngraphe* definiva il quadro normativo e tecnico generale, mentre gli strumenti grafici e i modelli assicuravano la riproducibilità esatta di dettagli la cui resa non poteva essere affidata soltanto alla formulazione verbale²⁵⁶.

Nello stesso tempo, l'assenza di piante ed elevazioni in scala non implica affatto assenza di progetto: per l'architettura greca, fortemente regolata da convenzioni tipologiche, descrizione verbale, misure, modelli e supervisione in cantiere dovevano costituire un sistema di trasmissione del disegno più funzionale della "riduzione" grafica; inoltre, i contratti più tardi tendono a farsi più minuziosi e restrittivi, il che rende plausibile che in età arcaica le specificazioni fossero più semplici²⁵⁷.

La scrittura del cantiere presuppone inoltre una composizione del lavoro tutt'altro che uniforme. La documentazione finanziaria dei grandi santuari restituisce maestranze mobili, specializzazioni differenziate, provenienze geografiche diverse e status giuridici non omogenei. Il cantiere greco appare così come uno spazio di coordinamento di competenze eterogenee, nel quale la funzione della *syngraphe* consiste anche nel rendere governabile una pluralità di operatori, tecniche e responsabilità che non avrebbero potuto essere regolate in modo efficace mediante consuetudine orale soltanto²⁵⁸.

Lo stesso Inglese insiste sul valore dei tracciati incisi come guida indispensabile alla costruzione e come luogo di contatto diretto tra l'idea dell'architetto e il gesto dell'esecutore²⁵⁹. Questo rilievo si raccorda perfettamente con il caso di Didyma.

²⁵⁵ Inglese 2014, pp. 20-21.

²⁵⁶ Clinton 2005; Coulton 1983, pp. 455-456.

²⁵⁷ Coulton 1977, pp. 54-55, 58.

²⁵⁸ Feyel 2006; Feyel 2007.

²⁵⁹ Inglese 2014, pp. 9-11, 19-22.

2.2.8. Il tempio di Apollo a Didyma: dall'archivio del progetto all'archivio del cantiere

Il corpus documentario relativo al tempio di Apollo a Didyma²⁶⁰, presso Mileto, è il più utile per mostrare l'evoluzione delle pratiche documentarie oltre la *syngraphe* in senso stretto. Nel mondo greco, infatti, esistono regimi documentari diversi: ad Atene e a Epidauro la pubblicazione dei documenti edilizi comincia all'avvio del programma costruttivo; a Lebadea e a Tegea si pubblicano solo testi puntuali o esemplari relativi al diritto di gara e alla contrattazione; a Didyma, invece, non sembra esserci né una pubblicazione completa fin dall'inizio né un singolo testo esemplare, ma una serie di *Bauberichte*, rapporti annuali sui lavori, la cui origine, sospensione e ripresa devono essere spiegate caso per caso²⁶¹.

Questo dato, cruciale, mostra che le *syngraphai* non rappresentano la totalità della scrittura del cantiere greco, ma ne rappresentano una fase. A Didyma il santuario di Apollo produce una documentazione di tipo diverso, orientata non alla prescrizione preliminare ma ad *apologismoi tôn ergôn*, cioè rendiconti annuali delle opere, conservati sotto forma di stele²⁶². Si registra, per esempio, per l'anno dello *stephanephoros* Minnion, quando era architetto Demetrios figlio di Gorgos ed epistate Artemon figlio di Dionysios, la posa di 249 blocchi marmorei nel ventottesimo filare, pari a 5503 ½ piedi cubici, la posa di 132 blocchi di calcare, il taglio di altri blocchi, la costruzione di un altare di Basileia e il trasporto di 4394 piedi cubici di marmo dalle cave a Ionia Polis e di 5700 piedi cubici da Panormos al santuario²⁶³.

Si tratta di un documento eccezionale, perché lascia intravedere l'intera catena materiale del cantiere: estrazione, sbazzatura, trasporto terrestre e marittimo, posa in opera, avanzamento per filari, organizzazione delle maestranze. Gli studi hanno chiarito che i marmi provenivano dal Grion e raggiungevano Ionia Polis, da cui passavano per mare fino a Panormos e da lì di nuovo via terra fino al santuario; i blocchi in poros provenivano invece dall'altopiano tra Mileto e Didyma²⁶⁴. In altri termini, la *syngraphe* informa puntualmente su come la *polis* gestisca la realizzazione dell'opera e il caso milesio mostra ancora più dettagliatamente come quell'opera venga effettivamente costantemente alimentata da pietra, uomini, animali da traino e reti di trasporto.

²⁶⁰ Monumentale diptero ionico, rimasto incompiuto e celebre per l'impianto anomalo, fu avviato dai Milesi dopo la rifondazione del culto in età alessandrina (334/331 a.C.), probabilmente attorno al 300 a.C., sulle rovine del grande tempio arcaico distrutto dai Persiani nel 494 a.C. Per una bibliografia essenziale: Wiegand e Knackfuss; Fontenrose 1988; Parke 1986; Weber 2020.

²⁶¹ Prignitz 2019, pp. 34-35.

²⁶² Günther, Prignitz 2016, p. 157.

²⁶³ Günther, Prignitz 2016, pp. 161, 166; Prignitz 2019, pp. 24-25.

²⁶⁴ Günther, Prignitz 2016, p. 166.

Un dato di straordinaria importanza è la ricostruzione dell'organigramma della fabbrica didimea resa possibile da queste iscrizioni. Si distinguono le figure di architetto, epistate, *tamiai*, *hieroi paides*, *latomoi*, *leukourgoi*, capisquadra come Apollas e, nelle fasi più tarde, persino gli *eglogistai* come revisori dei conti²⁶⁵. La costruzione non è dunque solo una vicenda di forme, ma un'amministrazione complessa di competenze, pagamenti, controlli e responsabilità.

La dissertazione di Jens Birnbaum consente di spingere ancora oltre questa osservazione. In essa si sottolinea che i *Bauberichte* di Didyma, insieme alle *Ritzzeichnungen* incise sulle pareti del tempio, costituiscono il più esteso “*Planarchiv*” conservato dell'antichità; in questo complesso documentario il processo di lavoro diventa seguibile dal percorso di cava fino alla colonna finita²⁶⁶. La progettazione del Didymaion fu dunque stratificata, e parti del dettaglio furono definite durante l'esecuzione e in alcuni casi disegno inciso e risultato costruito non coincidono, segno di una progettazione più mobile e processuale di quanto lasci intuire una lettura troppo rigida del tempio classico²⁶⁷.

Questo dato è estremamente importante, perché mette in crisi l'idea di un progetto unitario, immobile e integralmente definito una volta per tutte: anche nel grande cantiere greco esiste una dialettica continua fra piano generale, correzioni in corso d'opera e adattamenti locali.

2.2.9. Rendiconti, archivi e monumentalizzazione della scrittura

Le iscrizioni edilizie monumentali non coincidono con tutta la documentazione prodotta sul cantiere, ma ne costituiscono spesso una rielaborazione selettiva e pubblicistica, inevitabilmente ridotta. Nei rendiconti dell'Eretteo, per esempio, compaiono l'acquisto di papiri (*chartai*) e tavolette (*sanides*) per redigere i conti²⁶⁸, inducendo a immaginare una grande mole di documentazione e pratiche di vario tipo; a Corcira, invece, è una lamina di piombo palinsesta di V secolo a registrare l'acquisto di travi e forse tegole per l'arsenale: segni evidenti di una pratica scrittoria continua su supporti diversi dalla pietra²⁶⁹. Il resoconto epigrafico si configura quindi come risultato finale di una filiera documentaria molto più ampia.

Il caso del tempio di Zeus Basileus a Lebadea, del 220 a.C.²⁷⁰, consente di cogliere un ulteriore passaggio, quello dalla disponibilità dei documenti alla loro monumentalizzazione. Per il

²⁶⁵ Prignitz 2019, p. 35. Sull'organigramma di cantiere si veda il relativo capitolo.

²⁶⁶ Birnbaum 2006, pp. 77, 81.

²⁶⁷ Birnbaum 2006, pp. 118-122.

²⁶⁸ IG I³ 476, 289-291. Osborne – Rhodes 2017, p. 495.

²⁶⁹ Marginesu 2022, pp. 98-100.

²⁷⁰ Kanellopoulos e Partida 2021.

progetto del tempio fu prevista perfino una parete di stele destinata a raccogliere l'intera serie dei contratti, lunga in origine oltre 20 m²⁷¹; la collocazione dei testi accanto ai lavori ne assicurava la consultazione da parte di architetti, commissari e cittadini, facendo della pubblicità epigrafica non un puro ornamento, ma un dispositivo di controllo tecnico e finanziario²⁷². L'analisi dettagliata del complesso lebadeo ha mostrato che non si tratta di un documento isolato, ma di una sequenza di contratti coordinati²⁷³.

Il corpus dei rendiconti del V secolo ad Atene è eterogeneo: vi sono testi a cadenza pritanica, registrazioni annuali, *rationes* complessive, descrizioni dello stato dell'arte e testi avvicinabili alle *syngraphai*²⁷⁴. D'altronde appare logico aspettarsi tale ramificazione tipologica in un'impresa di smisurata portata come quella dell'Acropoli. Occorre chiedersi quale fosse allora la prassi, e se di prassi si possa parlare, per i contesti arcaici indagati in questa trattazione. In ogni caso emerge un punto di grande importanza, ovvero che il cantiere antico non produce un solo tipo di documento, ma un insieme di scritture differenziate, ciascuna con una funzione specifica nel ciclo dell'opera.

Sempre dalla documentazione ateniese di V secolo, inoltre, si può leggere un'evoluzione della pratica contabile, da forme più schematiche a rendiconti più articolati, ma anche una metamorfosi dell'*habitus* pubblicistico; in questa prospettiva, nel IV secolo si sarebbe infatti progressivamente affermata la tendenza a trasporre su pietra documenti tecnici, come le *syngraphai*, più che rendiconti dettagliati²⁷⁵.

Per converso, riportando il discorso ai casi di studio arcaici, si potrebbe osservare che l'assenza di materiale epigrafico relativo alle *syngraphai* non derivi esclusivamente dal tipo di materiale litico disponibile, spesso meno agevole come supporto epigrafico rispetto al marmo. Si potrebbe pensare di ricondurre tale silenzio, anche, a una minore trasparenza amministrativa, legata a forme di governo pre-democratiche, con tutta una serie di conseguenze ricavabili sul piano della "burocrazia" di cantiere: meno trasparente, meno verificabile, meno aperta ai concorsi²⁷⁶.

²⁷¹ IG VII 3073; Pitt 2014.

²⁷² Pitt 2016, p. 204.

²⁷³ Pitt 2014, pp. 373-394.

²⁷⁴ Marginesu 2022, p. 100.

²⁷⁵ Marginesu 2022, pp. 95-96.

²⁷⁶ Sul legame tra i rendiconti e regime democratico, si vedano Musti 1986; 1995, pp. 73 ss.; Di Cesare 2015, p. 146, n. 167. Per quest'ultimo, in relazione all'esposizione pubblica dei rendiconti per la statua della *Promachos* sull'Acropoli: "Si potrà certamente osservare che la stessa registrazione delle spese, con la conseguente esposizione della stele presso l'opera realizzata, possa essere lecitamente soggetta a un'interpretazione ideologica, legata com'è a esigenze di 'trasparenza' avvertite da un contesto di democrazia radicale" obiettando poi in nota che "L'operazione di scrittura è neutra: non c'è un nesso 'strutturale' con un sistema politico".

2.2.10. Costi, grandezze economiche e logistica dei materiali

Le *syngraphai* presuppongono sempre una dimensione economica. I costi dell'edilizia non sono dati assoluti, ma valori da storicizzare, perché dipendono dalla disponibilità dei materiali, dal loro trasporto, dallo stato del cantiere, da interruzioni pregresse, da congiunture politiche e da fattori ambientali. Riassunto in formula efficace, il costo è "il risultato di più fattori concorrenziali, spesso imponderabili"²⁷⁷. Proprio per questo la stima analogica, se usata senza la dovuta cautela, può risultare fuorviante.

Tuttavia, i dati ricavabili dalle fonti in questione sono preziosi per capire la scala economica dei lavori che una *syngraphe* doveva contribuire a governare²⁷⁸. Tali cifre spiegano da sole perché la *polis* avesse bisogno di documenti progettuali preventivi.

Per il complesso dei monumenti dell'Acropoli, le fonti antiche e moderne offrono stime molto diverse, ma una linea riduttiva e più cauta, come quella di Stanier, porta a circa 460-500 talenti per il Partenone, 200-300 per i Propilei e 800 per la Parthenos²⁷⁹. Anche se qui si entra in un terreno inevitabilmente ipotetico, la lezione rimane chiara: la grande edilizia greca è una realtà di enorme peso finanziario, e la *syngraphe* ne è la necessaria premessa amministrativa.

Un altro aspetto da rilevare è l'impossibilità di separare la dimensione economica da quella logistica. Un esempio eloquente proviene da Delfi, dove si è ipotizzato che, per la ricostruzione del tempio di Apollo nel IV secolo, la compromissione delle cave locali dopo il terremoto possa aver imposto un diverso approvvigionamento, facendo inevitabilmente lievitare i costi di trasporto²⁸⁰. Un saggio di Hansen, Algreen-Ussing e Frederiksen consente di dare corpo a questa osservazione: gli autori ricostruiscono una via di cava di circa 6 km tra il giacimento di Agios Elias e il santuario di Apollo a Delfi, con il tempio situato circa 300 m più in alto; assumono che il 10% sia la pendenza massima normalmente praticabile da un carro pesante trainato da buoi, e documentano profonde carreggiate incise nella roccia, distanti 145 cm da centro a centro, interpretabili come *wheel-ruts* di carri²⁸¹. Anche questo non è un dettaglio esterno alla

²⁷⁷ Marginesu 2019, pp. 18-19.

²⁷⁸ Nel quadro dell'Eretteo, per esempio, nella IV pritania del 408/7 si spendono 84 dracme per gli operai, 46 per i segatori, 30 per i pittori ad encausto; nella VII pritania l'opera scultorea raggiunge 3315 dracme; il ventaglio delle spese dalla IV alla IX pritania oscilla da 1239 dracme e 1 obolo fino a 4302 dracme e 1 obolo, con una media di 2450 dracme (Marginesu 2019, p. 15). La ristrutturazione della fontana e dei bagni di Oropo costa 900 dracme; la ricostruzione di una torre a Eleusi 1686 dracme; il trasporto per lo stadio e il teatro panatenaico 4000 dracme; il tempio di Asclepio a Epidauro circa 23 talenti; i neosoikoi del Pireo oltre 1000 talenti; la demolizione dei neosoikoi 3 talenti (Marginesu 2019, pp. 15-16).

²⁷⁹ Marginesu 2019, p. 16.

²⁸⁰ Marginesu 2019, pp. 18-19.

²⁸¹ Hansen et al., pp. 210-211, 230-232.

syngraphe, ma la materialità concreta che la scrittura progettuale deve in qualche modo presupporre e governare.

Un esempio particolarmente eloquente della capacità delle *syngraphai* di restituire la dimensione concreta e minuta del cantiere è offerto ancora una volta dal dossier del tempio di Zeus a Lebadea, nel quale il capitolato non si limita a definire materiali, misure e fasi operative, ma disciplina con precisione anche le procedure di rifinitura finale e di verifica della corretta posa. Nella clausola relativa alla pavimentazione della peristasi, l'appaltatore è tenuto dapprima a lavorare e levigare le superfici dei blocchi con utensili specifici e a controllarle mediante il minio; quindi, al momento della messa in opera, deve servirsi di *kanones* cosparsi di olio puro e di rosso di Sinope, così da rendere immediatamente percepibili eventuali asperità residue e verificare la perfetta complanarità delle superfici prima della congiunzione definitiva dei blocchi. L'uso congiunto della regola e del pigmento non risponde quindi a un'esigenza decorativa, ma a una procedura tecnica di collaudo, resa obbligatoria dal contratto e sanzionata da ammenda in caso di inosservanza da corrispondere ai funzionari incaricati (*naopoioi*) e ai beotarchi; solo dopo tale controllo l'appaltatore può procedere alla giustapposizione delle lastre, sottoponendo inoltre la lavorazione e la disposizione delle pietre al giudizio dell'architetto, mentre le superfici di contatto e le parti inferiori levigate vengono esaminate dal sotto-architetto (*hyparchitektōn*). La *syngraphe* rende così visibile un livello di precisione esecutiva che altrimenti resterebbe quasi del tutto invisibile nell'edificio finito: non solo la scelta dei materiali e la sequenza delle operazioni, ma anche le tecniche di verifica, i parametri di accettabilità e i dispositivi di controllo qualitativo che garantivano la correttezza della rifinitura finale e, più in generale, l'*akribeia* del costruire antico²⁸². In questo senso, il caso di Lebadea mostra in forma esemplare che le *syngraphai* non sono semplici documenti d'appalto, ma veri strumenti di governo del cantiere, capaci di prescrivere e rendere verificabile persino la qualità dell'ultima finitura, già a partire dal livello degli ortostati e delle superfici di contatto²⁸³.

2.2.11. Guerra, interruzione e non-finito

Un altro grande merito della documentazione considerata finora è mostrare che il cantiere greco non è solo ordinato, ma anche vulnerabile. Dal punto di vista amministrativo, "l'incompiuto rappresenta un fallimento e, nel contempo, un'incognita"²⁸⁴; ciò nonostante la frequenza di opere non finite, *hemierga* o *hemitele*²⁸⁵, emerge chiaramente tanto nelle fonti epigrafiche quanto nelle

²⁸² Papini 2019, pp. xii-xiii

²⁸³ Kanellopoulos, Partida 2021, pp. 363-364.

²⁸⁴ Marginesu 2015b, p. 25.

²⁸⁵ Kalpaxis 1986.

testimonianze letterarie. La guerra esercita in questo quadro un ruolo fondamentale: interrompe i lavori, li accelera in vista di un pericolo imminente, li sospende, li abbandona, li rifunzionalizza²⁸⁶.

La letteratura insiste anche sulla dimensione giuridica del problema. La tradizione documentaria riporta il lessico del verbo *kōlyein* e del sostantivo *diakōlyma* (ostacolo) per esprimere l'impedimento ai lavori causato dalla guerra, che si trova incluso in clausole di rischio di impedimento a terminare le opere in caso di conflitto nonché di tutela del contraente nel caso questi non fosse in grado di portare a compimento quanto pattuito: il fatto stesso che tali formule esistano e siano normate mostra che la possibilità di interruzione doveva essere prevista, e anche frequente²⁸⁷. Al tempo stesso, le spese militari sono percepite come prioritarie rispetto a quelle edilizie²⁸⁸, sicché la *polis* può decidere di sospendere i cantieri per dirottare le risorse disponibili sulla guerra²⁸⁹. Emblematico in tal senso è il racconto di Strabone sulla maledizione lanciata dai messi di Agamennone contro i cittadini di Metone, che si erano rifiutati di rispondere alla richiesta di arruolamento come marinai per la guerra di Troia, giustificandosi con la scusa di dover completare le mura²⁹⁰.

Questi rilievi sono interessanti anche per la lettura della documentazione progettuale. La *syngraphe* ordina il lavoro, ma non garantisce affatto che esso si compia linearmente. La guerra, le crisi finanziarie, i mutamenti politici, la disponibilità dei materiali, i danni fisici e le scelte ideologiche possono interrompere o ridisegnare il cantiere. In questa prospettiva, il non-finito non è solo un aspetto estetico o materiale, ma un dato storico e amministrativo.

2.2.12. Memoria sociale del cantiere

I rendiconti, infine, non contengono solo importanti estratti sulla contabilità, sulle norme, o su dati materiali, ma anche su quella che si potrebbe definire la memoria sociale della *polis*. I rendiconti dell'Eretteo del 409/8 a.C., per esempio, permettono di ricavare, se non una piena estrazione sociale in senso economico, almeno la composizione statutaria della manodopera. La documentazione consente infatti di distinguere cittadini, meteci e schiavi attraverso le formule onomastiche: i cittadini sono indicati con il demotico, i meteci con il demo di residenza, gli schiavi mediante il genitivo del padrone; sulla base di questi criteri sono stati calcolati, per il

²⁸⁶ Si veda il capitolo sui tempi del cantiere, in particolare il paragrafo sulla guerra.

²⁸⁷ Marginesu 2015, pp. 25-26, con esempi in nota.

²⁸⁸ Pritchard 2015, pp. 91-120.

²⁸⁹ Marginesu 2015b, pp. 31-33.

²⁹⁰ Strabo VIII 6, 15.

cantiere in questione, 24 cittadini, 42 meteci, 20 schiavi e 21 individui di status ignoto²⁹¹. La provenienza è però ricostruibile solo in senso civico o domiciliare, non come origine geografica effettiva: il demotico del cittadino rinvia all'appartenenza al demo, mentre per i meteci indica il luogo di residenza ad Atene; la stessa documentazione non permette inoltre di distinguere con certezza i meteci stabilmente residenti da artigiani itineranti giunti temporaneamente sul cantiere²⁹². I conti, infine, riflettono soprattutto la fase finale del cantiere tra 409/8 e 405/4 a.C., circostanza che impone cautela nel generalizzare questi dati all'intera forza-lavoro impiegata nella costruzione²⁹³.

Il dossier di Epidauro del IV secolo, invece, permette di ricostruire la provenienza geografica della manodopera, infatti le fonti mostrano che per fondazioni e alzato si ricorse soprattutto a specialisti dell'area peloponnesiaca, per la decorazione architettonica e la scultura furono chiamati maestri da centri più lontani come Atene e Paros, mentre i rimborsi di viaggio e le missioni della commissione negli altri centri indicano concretamente un sistema di reclutamento all'interno di più *poleis* e confermano la circolazione di maestranze da un cantiere all'altro²⁹⁴.

Ancora dai rendiconti dell'Eretto, vale la pena citare invece un caso emblematico di come questo strumento epigrafico concorresse al consolidamento della memoria sociale del cantiere e di chi vi prendeva parte. Un tale Euthydomos compare nei rendiconti come carpentiere che ha piallato nove doghe di legno lunghe sette palmi e larghe dieci dita, per 2 dracme e un obolo e mezzo²⁹⁵. Questa menzione, apparentemente fortuita, acquista un rilievo straordinario nella lettura di Giovanni Marginesu, perché inaugura una visibilità pubblica che potrebbe avere riverberi sulle generazioni successive.

Infatti, un altro Euthydomos di Melite, figlio di Demetrios, compare più tardi come co-redattore, insieme a Filone, delle *syngraphai* della *skeuotheke* del Pireo²⁹⁶. Il passaggio è altamente suggestivo: da un artigiano nominato in un rendiconto a un cittadino coinvolto nella redazione di un testo tecnico di alto profilo. Anche se non può essere dimostrato in ogni dettaglio genealogico, il caso mostra che la scrittura monumentale del cantiere poteva diventare un luogo di onore, visibilità e promozione sociale.

²⁹¹ Randall 1953, pp. 200-203.

²⁹² Randall 1953, pp. 200-206.

²⁹³ Lambert 2016, p. 1; Randall 1953, pp. 199-203.

²⁹⁴ Prignitz 2014, pp. 172-173.

²⁹⁵ Marginesu 2020c, pp. 46-47.

²⁹⁶ Marginesu 2020c, pp. 48-51.

2.2.13. L'importanza delle *syngraphai* per lo studio dei cantieri arcaici

Alla luce della documentazione considerata, emerge un quadro complessivo in cui le *syngraphai* occupano un posto centrale all'interno di un sistema articolato. Questi documenti nascono nella cultura amministrativa della *polis* come testi specialistici da sottoporre ad approvazione pubblica, in ambito edilizio diventano progetti preliminari e capitolati d'appalto, si distinguono formalmente e giuridicamente dai contratti, si integrano con *paradeigmata*, *anagraphai* e tracciati, presuppongono l'esistenza di archivi con documentazione registrata su supporti deperibili e della quale costituiscono un estratto scelto, dialogano con rendiconti, *rationes*, relazioni sullo stato dei lavori e con la memoria monumentale della costruzione, si collocano all'interno di un'economia dei costi, dei materiali e dei trasporti, sopravvivono, prevedendoli, a mutamenti che possono intervenire in corso d'opera, dalla guerra ad altri eventi improvvisi.

Proprio per questo, le *syngraphai* sono un tema metodologicamente centrale per lo studio dei cantieri arcaici della Magna Grecia. Anche dove le fonti tacciono, esse permettono di pensare il tempio come il risultato di una sequenza di atti, che si avvicinano tra decisioni politiche, formalizzazioni progettuali, traduzioni operative, spese, controlli, pubblicità, eventuale sospensioni. In questa prospettiva, la *syngraphe* si definisce non come semplice descrizione dell'opera, ma come dispositivo di traduzione amministrativa del progetto, destinato a rendere verificabili la forma, i tempi, le responsabilità, le garanzie e la qualità dell'esecuzione entro un sistema di controllo pubblico del cantiere²⁹⁷.

In un approccio metodologico come quello adottato in questa ricerca, si cerca di ridurre la distanza tra le ipotesi *ex silentio* e la realtà storica misurando il tempo in generazioni, invece che in anni. Da questa prospettiva, i pochi secoli che segnano il periodo più fecondo della cultura architettonica greca appaiono molto più omogenei di quanto si pensi di solito se considerati alla luce delle prassi di cantiere. Da ciò risulta, ad avviso di chi scrive, un sufficiente livello di attendibilità delle *syngraphai* nell'applicare le logiche in esse descritte alle realtà arcaiche. In sintesi, non si può escludere che, nei termini consentiti dall'analogia, il cantiere arcaico fosse ugualmente sottoposto a tutta quella serie di passaggi deliberativi, burocratici e cautelari mostrati nei casi noti di età classica ed ellenistica passati al vaglio *supra*.

Allo stesso modo, non si può scartare l'ipotesi di concorsi, sistemi di reclutamento delle maestranze, formule per l'approvvigionamento, lavorazione e posa dei materiali normate, anziché euristiche o provenienti esclusivamente dal sapere condiviso tecnico di cantiere. Tanto

²⁹⁷ Pitt 2016, pp. 194-205.

più che l'esistenza di una *koinè* architettonica, come per esempio quella achea dell'Occidente greco, avrà pur dovuto prevedere – presumibilmente - una serie di connessioni attraverso un apparato di regole che facilitasse scambi, affidamento dei lavori, trasporti, approvvigionamento e reclutamento di manodopera, in un contesto storicamente meno consolidato rispetto alla Madrepatria. Sono tutti aspetti che appaiono sottendere un'organizzazione ben strutturata, imprescindibile per la realizzazione di edifici, come quelli templari, che costituiscono il culmine di una compiutezza geometrica e di un impegno economico, umano ed energetico decisamente meno trascurabile che in altre tipologie architettoniche, dall'edilizia residenziale alle fortificazioni.

In conclusione, si vuole sottolineare che l'assenza di questa documentazione per il periodo arcaico può essere imputato a diversi fattori, riconducibili per esempio a forme di governo differenti, a variabili legate a geografia, geologia e orografia dei diversi contesti territoriali, alla perdita materiale dei supporti epigrafici, ma ciò non esclude affatto che alla base di un progetto edilizio di un tempio e dell'organizzazione del suo cantiere, insistessero gli stessi meccanismi che diventeranno formalmente stabilizzati nelle *syngraphai* attestate nei secoli successivi.

2.3. Dalla cava al cantiere. Filiera, logistica e organizzazione dell'approvvigionamento lapideo in età arcaica in Magna Grecia

2.3.1. Il “problema della pietra” come problema architettonico e storico

Ogni architettura templare è, prima ancora che un progetto formale, un progetto di approvvigionamento. La forma finale di un tempio è sempre l'esito di una catena operativa che trasforma una risorsa geologica in un organismo costruito, attraverso la selezione della pietra, l'apertura e la gestione della cava, l'estrazione e la sbazzatura dei blocchi, il loro trasporto terrestre o marittimo fino allo stoccaggio in cantiere e alla posa in opera. La letteratura recente, sempre più attenta ai processi e non più solo alle tipologie, ha insistito sulla necessità di leggere la costruzione dei templi come un sistema integrato di scelte tecniche, economiche e politiche, in cui l'infrastruttura di cantiere, che comprende strade, approdi, piazzali di cava, è parte costitutiva dell'architettura quanto colonne e trabeazioni²⁹⁸.

Per una corretta trattazione dell'argomento, occorre ricostruire la filiera cava–cantiere secondo una progressione che va dal quadro generale dei problemi tecnici, economici e organizzativi all'approfondimento sull'età arcaica e sulla Magna Grecia, con particolare attenzione ai contesti coloniali della sfera achea²⁹⁹. Metaponto e Poseidonia costituiscono i casi guida, ma il confronto si potrebbe estendere anche a Sibari, Crotone e Caulonia, ossia a centri nei quali la monumentalizzazione degli spazi sacri concorre a definire il rapporto fra insediamento, territorio e risorse materiali. In questa prospettiva comparativa, la filiera lapidea non è un semplice presupposto tecnico del tempio, bensì una delle condizioni che ne rendono possibile la forma storica, la scala monumentale e la stessa intelligibilità politica nel quadro delle fondazioni coloniali dell'Occidente greco. L'obiettivo non è soltanto descrittivo. Ricostruire il modo in cui la pietra giungeva nel sito prescelto permette di affrontare problemi storiografici maggiori³⁰⁰, come la capacità organizzativa delle comunità, la relazione fra la *polis* e la *chora* come bacino di risorse, la temporalità e le fasi di cantiere, e, infine, le scelte formali condizionate dalla logistica, come la dimensione dei blocchi, la standardizzazione degli elementi, la preferenza per soluzioni compatibili con trasporto e messa in opera.

²⁹⁸ Russell 2017, pp. 133–136.

²⁹⁹ Il testo che segue, considerato che il tema generale meriterebbe una trattazione monografica, non ha pretese di esaustività ma si rende necessario alla comprensione di base degli elementi di riflessione sui casi di studio.

³⁰⁰ Sul tema si veda il capitolo sull'energetica architettonica.

2.3.2. Reperibilità e scelta della pietra

2.3.2.1. Tipologie litologiche e prestazioni edilizie

Nel mondo greco, e ancor più nelle colonie occidentali, la scelta del materiale lapideo dipende spesso dalla disponibilità locale di rocce sedimentarie lavorabili, come calcari, calcareniti, travertini, talora arenarie o conglomerati, mentre in altri contesti si ricorre a marmi o pietre più compatte per elementi speciali (basamenti, soglie, sculture architettoniche). Il criterio tecnico fondamentale è l'equilibrio tra la lavorabilità in cava e la durabilità in opera. Molte pietre calcaree risultano relativamente “tenere” appena tagliate per poi indurirsi parzialmente dopo l'esposizione agli agenti atmosferici, e ciò rende conveniente una lavorazione preliminare in cava, per ridurre il volume trasportato, e una rifinitura in cantiere³⁰¹.

Questa dinamica ha delle ripercussioni sull'architettura: se il materiale locale è abbondante e facilmente estraibile, può favorire una monumentalità massiva, caratterizzata da grandi volumi, peristasi fitte, alti crepidomi, talvolta accompagnata da trattamenti superficiali, come stucco o policromia, che uniformano o proteggono la pietra; laddove invece la pietra di qualità è distante o difficilmente trasportabile, si moltiplicano i compromessi, dall'uso combinato di materiali, al riuso, fino alla preferenza per soluzioni modulari che riducano i rischi logistici³⁰².

2.3.2.2. Selezione del banco e “lettura” della roccia

La cava non va intesa come un semplice luogo di estrazione ma un contesto di competenza tecnica dove, prima di tutto, la roccia viene “letta”. La pietra da costruzione non può essere trattata come una categoria uniforme, poiché la scelta dipende insieme da proprietà strutturali e qualità di aspetto; nel caso delle rocce sedimentarie, inoltre, la disposizione in letti orizzontali fa sì che il materiale non sia isotropo, e questa anisotropia incide direttamente sul modo in cui i blocchi vengono orientati, tagliati e messi in opera. L'analisi del banco, dunque, non riguarda solo la quantità disponibile, ma anche il comportamento tecnico della pietra secondo il verso di stratificazione e la destinazione architettonica del pezzo³⁰³.

La presenza di bancate regolari, di piani di stratificazione favorevoli, e soprattutto di fratture naturali orientate, i giunti, può determinare, quindi, la possibilità di estrarre blocchi quasi già morfologicamente vicini ai desiderata del progetto architettonico. Uno studio esemplare, benché

³⁰¹ Tucci e Marconi 2015.

³⁰² Russell 2017, pp. 133–136.

³⁰³ Wright 2005, pp. 30–31.

relativo a un grande santuario dell'Asia Minore, quello di Apollo a Dydimi ovvero uno dei cantieri templari più duraturi della storia dell'architettura³⁰⁴, mostra come fratturazioni ortogonali e letti quasi paralleli al suolo consentano un'estrazione estensiva di blocchi rettangolari con mezzi relativamente semplici, generando paesaggi estrattivi peculiari rispetto alle cave monumentali più comuni³⁰⁵. Questo confronto è metodologicamente prezioso perché, nell'ambito della difficile autopsia delle cave antiche, invita a cercare, anche nelle aree della Magna Grecia, non solo le cave morfologicamente classiche, ma anche tracce diffuse di esse: piani spogliati, piccoli fronti, depressioni, scariche di scaglie, tagli di prova.

2.3.2.3. Qualità, standardizzazione, e valore intrinseco del blocco

La decisione su dove e come estrarre si intreccia con la funzione dei diversi componenti. Blocchi destinati a fondazioni e nuclei murari possono tollerare una qualità estetica inferiore e finiture minime; al contrario, elementi in vista, come fronti di stereobati, triglifi e metope, cornici, capitelli, richiedono tipologie di pietra più omogenee e lavorazioni più controllate. Questa differenziazione produce una gerarchia nell'approvvigionamento, fatta di più fonti, più circuiti e talvolta combinazioni di trasporto tra terra e mare. Nel modello di Didyma, ad esempio, la convivenza tra materiale di prestigio, come i marmi per gli elementi visibili, e meno prezioso, come il calcare per fondazioni e nuclei murari, evidenzia una doppia logica: di ottimizzazione, che prevede l'impiego della risorsa migliore solo dove serve, e di continuità del cantiere, con forniture locali volumetricamente sostenibili³⁰⁶.

2.3.2.4. La scelta del materiale come scelta identitaria nelle colonie

Nell'ambito delle colonie d'Occidente, la monumentalizzazione del periodo arcaico è spesso letta come pratica identitaria³⁰⁷: fondare santuari e templi con un preciso stile architettonico significa in qualche modo affermare ordine civico, controllo territoriale, e appartenenza a un orizzonte culturale comune. La pietra locale, quando disponibile, diventa un mezzo per rendere visibile questa identità con costi logisticamente sostenibili. In questa prospettiva, l'approvvigionamento lapideo non è solo un dettaglio tecnico, ma una componente del processo coloniale.

³⁰⁴ Il tempio ha conosciuto diverse fasi dal III sec. a.C. fino all'età romana.

³⁰⁵ Borg e Borg 2003, pp. 430–431.

³⁰⁶ Borg e Borg 2003, pp. 429–430.

³⁰⁷ Mertens 2006, pp. 13–15.

2.3.3. La cava come primo cantiere: organizzazione dell'estrazione e pre-lavorazione

2.3.3.1. Apertura e gestione del fronte estrattivo

L'apertura di una cava comporta una serie di decisioni preliminari relative alla localizzazione dell'area di estrazione, che includono la distanza dal luogo di impiego della pietra, l'accessibilità del banco litico e le caratteristiche petrografiche del materiale disponibile. La scelta del sito e l'organizzazione dell'attività estrattiva dipendono infatti sia dalla qualità della roccia sia dalla possibilità di raggiungere e trasportare i blocchi verso il cantiere architettonico³⁰⁸. Allo stesso tempo, l'attività di cava implica decisioni operative riguardanti la dimensione dei fronti di estrazione, la disposizione dei punti di taglio e le tecniche di distacco dei blocchi, elementi che riflettono le caratteristiche strutturali del banco e le esigenze del cantiere di destinazione³⁰⁹. Per i grandi cantieri antichi si possono distinguere due modelli fondamentali di approvvigionamento: da un lato l'apertura di una cava ad hoc il più vicino possibile al sito; dall'altro il ricorso a cave già attive, anche lontane, capaci di alimentare una distribuzione più ampia. Nel secondo caso la cava cessa di essere un semplice punto di estrazione e diventa un'impresa organizzata, con problemi di gestione, finanziamento, controllo dei lotti e, nei contesti più sviluppati, di vera e propria distribuzione su scala regionale o interregionale³¹⁰.

In ambito greco, tuttavia, la cava non assume necessariamente la forma di un grande fronte continuo o di un unico grande taglio. Gli studi sui paesaggi estrattivi dell'antichità hanno mostrato come l'estrazione possa essere organizzata anche attraverso una pluralità di piccoli fronti o cavità, distribuiti all'interno della stessa area litologica e sfruttati in momenti successivi o contemporaneamente³¹¹. In questi casi, la produzione complessiva non dipende da una singola cava monumentale ma dalla somma di molteplici punti di estrazione di dimensioni ridotte, ciascuno dei quali sfrutta porzioni selezionate del banco litico. Una simile organizzazione consente di adattare l'estrazione alle discontinuità naturali della roccia, evitando settori caratterizzati da fratture o fessurazioni e sfruttando progressivamente le porzioni più idonee alla produzione di blocchi da costruzione³¹². Il riconoscimento di questo modello di sfruttamento distribuito è particolarmente importante dal punto di vista archeologico, poiché implica che l'assenza di una grande cava visibile nel paesaggio non debba essere interpretata automaticamente come assenza di attività estrattiva significativa: in molti contesti antichi, infatti,

³⁰⁸ Dworakowska 1975, pp. 65–69; Bessac 1993.

³⁰⁹ Bessac 1993.

³¹⁰ Wright 2005, pp. 37–38.

³¹¹ Dworakowska 1975, pp. 70–72; Russell 2017, pp. 134–137.

³¹² Bessac 1993; Bonetto et al. 2014, pp. 9–12.

la produzione lapidea poteva essere articolata in numerosi punti di estrazione minori, difficili da individuare se non attraverso indagini sistematiche sul territorio³¹³.

2.3.3.2. Tecniche di estrazione: principi generali

Le tecniche di estrazione³¹⁴ variano a seconda della roccia e della sua fratturazione. L'estrazione avveniva generalmente attraverso il tracciamento dei blocchi sulla superficie del banco roccioso e il taglio di canali di distacco, nei quali venivano inseriti cunei per separare il blocco dalla roccia madre³¹⁵. In termini generali, l'estrazione mira a separare il blocco lungo tre piani: piano di letto (stratificazione) e due piani verticali (o subverticali) ottenuti tramite tagli, cunei e leve³¹⁶. La pietra, tuttavia, non viene sempre 'tagliata' in senso stretto: essa può essere scheggiata, spaccata, abrasa o ridotta per percussione, e la scelta del procedimento dipende sia dalla forma richiesta sia dal tipo di roccia. In particolare, lo spacco mediante cunei sfrutta un piano di relativa debolezza naturale o artificialmente predisposto: non è il filo del cuneo a recidere la pietra, ma la pressione laterale che separa progressivamente le due facce della frattura. Per questo il distacco del blocco va compreso come un'operazione di controllo della frattura, non semplicemente come un lavoro di taglio³¹⁷. Il processo produce inevitabilmente scarti, individuabili in scaglie, frammenti, blocchi difettosi, e la loro gestione, abbandonati in loco, accumulati ordinatamente o riutilizzati come pietrisco o riempimento, è un indicatore fondamentale per ricostruire l'intensità e l'organizzazione del lavoro.

Su questo punto è utile il richiamo metodologico di Jean-Claude Bessac, che definisce i segni di utensile non come un residuo marginale, ma un vero archivio tecnico, perché collegano direttamente gesto di cava, organizzazione del lavoro e grado di finitura; per questo le superfici invisibili o di giunto possono conservare informazioni decisive sulla sequenza di estrazione e di sbazzatura³¹⁸, per quanto ciò, nella casistica dei materiali principalmente utilizzati in Magna Grecia, è decisamente meno evidente.

La casistica delle cave dell'Attica, come quelle di Ramnunte, Maratona, Brauron ed altre, mostra bene come la lettura autoptica dei fronti di cava distingua fori di cuneo, solchi di estrazione riferibili al piccone da cava e al *tykos*, la doppia ascia a doppio taglio smussato, lavorazioni a

³¹³ Russell 2017, pp. 136–138; Bonetto et al. 2014, pp. 11–14.

³¹⁴ Sui sistemi di lavorazione della pietra: Lugli 1957, p. 219; Martin 1965, p. 146; Adam 1984, pp. 23–41; Bessac 1986; Rockwell 1993; in particolare per il taglio di blocchi: Wright 2005, pp. 43 ss. con bibliografia.

³¹⁵ Korres 1995, pp. 33–36.

³¹⁶ Adam 1984, pp. 23–31; Wright 2005.

³¹⁷ Wright 2005, pp. 42–43.

³¹⁸ Bessac 1988, pp. 41–42.

pointillé e pattern a lisca di pesce o festoni. In altri termini, la cava non è un luogo indistinto di asportazione, ma un contesto tecnicamente leggibile, nel quale cronologia relativa, organizzazione del fronte e destinazione del materiale possono essere inferite proprio dalla grammatica dei segni³¹⁹.

2.3.3.3. L'evidenza archeologica della lavorazione in cava: scaglie e discariche

Una delle evidenze più istruttive è la presenza di accumuli di scaglie e terrapieni lineari associati a depressioni di estrazione in aree di cava. A Didyma, gli accumuli di scaglie calcaree si distinguono per la relativa omogeneità della pezzatura, per la morfologia spigolosa dei frammenti e per la loro associazione ricorrente con piccole cavità. Questi elementi hanno indotto a leggerli come scarti di lavorazione connessi alla sbazzatura preliminare di blocchi estratti poco lontano, piuttosto che come semplici ammassi di pietrame rimossi nel quadro di pratiche agricole³²⁰. Questo punto è metodologicamente applicabile alla ricerca in area magnogreca, poiché cave arcaiche in calcarenite o calcari teneri, estremamente difficili da individuare, possono tuttavia lasciare scarichi analoghi, anche se oggi mascherati da vegetazione, trasformazioni agrarie o riusi. Naturalmente queste tracce, da sole, non possono concorrere alla localizzazione di una cava arcaica, almeno non senza un'adeguata indagine topografica, archeologica e archeometrica³²¹.

Applicato ai territori di Metaponto e Poseidonia, questo metodo suggerisce di prestare particolare attenzione non soltanto alle cave riconoscibili come fronti estrattivi di grandi dimensioni, ma anche alle microtracce di coltivazione: superfici di banco spianate, depressioni residuali, cumuli di scaglie, tagli di prova e percorsi di accesso. In termini operativi, la combinazione fra mappatura microtopografica, osservazione delle scaglie di lavorazione e confronti petrografici tra materiali in cava e materiali in opera³²² permetterebbe di distinguere con maggiore precisione le aree di estrazione primaria, le zone di sbazzatura e gli eventuali piazzali di smistamento. È precisamente in questa direzione che il confronto fra il modello di Didyma, l'assetto territoriale metapontino e le evidenze geoarcheologiche pestane acquista un valore euristico concreto³²³.

³¹⁹ Poupaki et al. 2019, pp. 123–124, 132–133.

³²⁰ Borg e Borg 2003, pp. 430–432.

³²¹ Cfr. Lazzarini 2010.

³²² Si veda l'indagine relativa alle Tavole Palatine condotto su numerose cave del territorio, dove il confronto micropetrografico ha individuato nel tarantino la possibile cava d'origine del materiale del tempio extraurbano di Hera (Lazzarini 2010).

³²³ Borg e Borg 2003, pp. 430–432; Cozzolino et al. 2019; Rescigno et al. 2024, pp. 191–200.

2.3.3.4. Sbozzatura e sagomatura preliminare: riduzione del peso, riduzione del rischio

La sbozzatura e la successiva lavorazione preliminare del blocco — talvolta definibile come una prima sagomatura funzionale già in cava — rispondono all'esigenza di ridurre il peso degli elementi da trasportare, il rischio di rottura dei blocchi e i tempi di finitura in cantiere. Al di là del principio economico evidente alla base di questa ottimizzazione, bisogna considerare che trasportare massa inutile aumenta costi e rischi, senza contare il consumo energetico di animali e manodopera. Per elementi standardizzabili come i blocchi di fondazione o i tamburi delle colonne, la sagomatura preliminare, già calibrata sulla funzione prevista una volta messa in opera, riduce il lavoro in cantiere e consente un controllo qualità precoce, costituendo un accorgimento imprescindibile nell'evoluzione delle grandi cave organizzate³²⁴. La presenza di blocchi incompiuti lasciati in cava per difetti o per interruzioni del lavoro costituiscono tra l'altro un indicatore importante per la cronologia relativa delle fasi di estrazione.

La sagomatura in cava, inoltre, non comporta necessariamente una rifinitura millimetrica degli elementi, anzi molti blocchi destinati al trasporto conservavano un vero e proprio involucro protettivo, previsto, con spigoli lasciati più spessi e, nel caso di elementi cilindrici, anelli di sacrificio alle estremità, proprio per ridurre il rischio di rottura durante il trascinamento e il carico; in alcuni edifici questi ispessimenti sono rimasti visibili nelle parti basse, segno che la logica della sicurezza poteva prevalere sulla rifinitura integrale³²⁵. Questo importante indicatore è più facile da individuare nelle fabbriche templari che utilizzano il marmo, dunque meno indagabile nei casi di studio arcaici magnogreci, dove i litotipi tendono a conservare poco o nulla della finitura superficiale originale. Viceversa, il tipo di pietra utilizzato è determinante per l'interpretazione a posteriori dei processi di cantiere. Per i cantieri arcaici dell'Occidente greco, la lettura dei marchi di cava e dei contrassegni di assemblaggio è condizionata dal supporto litico. A differenza dei contesti marmorei classici e romani, nelle colonie greche d'Occidente i segni sono spesso incisi su calcarenite, arenaria o conglomerato, materiali più soggetti a degrado e meno adatti a incisioni regolari³²⁶. Le proprietà granulometriche dei litotipi non marmorei possono perfino aver influenzato la trasposizione litica dell'alfabeto di riferimento, preferendo linee spezzate rispetto a linee curve, come già osservato da Fiorelli per i segni indagati a

³²⁴ Wright 2005, p. 38.

³²⁵ Wurch-Kozelj 1988, pp. 55–56.

³²⁶ Germanò 2024, p. 6.

Pompei³²⁷, da Jordan per le mura serviane a Roma³²⁸ e da Lugli in relazione alla difficoltà tecnica di incidere tratti curvilinei con il piccone³²⁹.

2.3.3.5. Manodopera: specializzazione e coordinamento

La filiera che conduce dalla cava al cantiere non presuppone una manodopera indifferenziata, ma una vera articolazione di competenze tecniche e organizzative. L'estrazione del blocco, la sua prima riduzione, la sbazzatura, il trasferimento verso aree di deposito o di carico, il traino su rulli o slitte, il sollevamento con argani o paranchi e, infine, la rifinitura per la posa richiedono operatori con abilità diverse, anche se coordinate tra loro. Nel mondo antico, l'approvvigionamento di pietra per l'edilizia monumentale comportava problemi di organizzazione e gestione che andavano ben oltre il semplice gesto estrattivo. Nei resoconti di costruzione greci la fornitura della pietra compare come oggetto di contratti specifici, relativi a una determinata cava e a una precisa commessa; ciò suggerisce una regia del processo che non si esaurisce nel lavoro del singolo cavatore, ma implica forme di coordinamento economico e decisionale di livello superiore³³⁰.

2.3.3.6. Marchi di cava

I marchi di cava³³¹ costituiscono uno degli indicatori più diretti della fase preliminare del processo costruttivo, poiché sono incisi sui blocchi nel luogo in cui il materiale viene estratto e preparato per il trasporto. La loro funzione non può essere ridotta a un semplice contrassegno grafico: essi possono infatti essere connessi al controllo della provenienza del materiale, all'identificazione dei lotti, al riconoscimento del lavoro svolto e, almeno in alcuni casi, al calcolo della retribuzione. La comparazione tra dato epigrafico e dato petrografico permette inoltre di interrogare il tipo di sfruttamento delle cave, locale o regionale, e di valutare l'eventuale presenza di maestranze autoctone o itineranti riconoscibili attraverso l'uso di determinati alfabeti³³².

La non sistematicità della presenza dei marchi su tutti i blocchi non deve essere interpretata automaticamente come assenza di organizzazione. Tale discontinuità è stata spiegata in passato con la presenza di fornitori diversi, con consegne differenziate anche da una stessa cava, oppure

³²⁷ Fiorelli 1873, p. 10.

³²⁸ Jordan 1876.

³²⁹ Lugli 1957, p. 202, nota 5.

³³⁰ Wright 2005, pp. 37–38. Sulle *syngraphai* e sull'organigramma del cantiere antico si vedano i relativi capitoli.

³³¹ Per una sintesi si veda Germanò 2024.

³³² Germanò 2024, pp. 75–76.

con l'uso dei blocchi secondo l'ordine di arrivo e di stoccaggio in cantiere³³³. Portando l'esempio delle mura serviane, a Roma, è stato ipotizzato per esempio che la fornitura contemporanea da più cave servisse ad accelerare i lavori mediante squadre diverse³³⁴. Pur riferiti ad altri contesti, questi modelli aiutano a leggere i marchi come tracce di organizzazione logistica e non come semplici segni isolati.

2.3.4. Trasporto: dal “primo miglio” alla consegna in cantiere

2.3.4.1. Il “primo miglio”: uscire dalla cava

Una delle fasi più delicate del processo è spesso quella immediatamente successiva all'estrazione, dove il blocco necessita di essere spostato dal fronte al punto di carico. Quando il trasporto non può avvenire subito per via d'acqua, il passaggio dalla cava alla via principale richiede quasi sempre una tecnologia di trasporto fondata su mezzi a trazione bovina, slitte e piste preparate *ad hoc*. Gli animali da soma sono utili solo per pezzi relativamente piccoli, mentre per i blocchi veri e propri il sistema più efficace resta il traino su carro, se il tracciato lo consente, oppure su slitta, se il terreno o il peso lo impongono. Quella che, con una metafora tratta dalla logistica contemporanea, si può definire la fase del ‘primo miglio’ — ossia il trasferimento del blocco dal fronte di cava al primo nodo di trasporto — è dunque il momento in cui si decide se il blocco è davvero trasportabile nelle forme e nelle dimensioni in cui è stato estratto³³⁵. Qui contano pendenze, stabilità del terreno, e necessità di rampe o piste provvisorie. In aree collinari o montane, anche brevi tratti possono determinare il limite massimo di peso trasportabile e quindi influire sulla dimensione dei blocchi estratti³³⁶.

Il trasferimento iniziale degli elementi cavati verso piazzali di deposito o piattaforme di carico avveniva mediante rulli lignei, rampe, piste da slitta e, nei tratti più ripidi, veri percorsi pavimentati con alloggiamenti laterali per pali lignei destinati a controllare con funi la velocità di discesa; la taglia del blocco condizionava direttamente la sezione del tracciato e il tipo di mezzo impiegato³³⁷. Questo chiarisce che la via di uscita dalla cava non è un semplice “sentiero”, ma un dispositivo tecnico dimensionato sul materiale.

In una prospettiva comparativa, è utile ricordare che molte soluzioni per spostare masse eccezionali non dipendono da invenzioni singole, ma da combinazioni ricorrenti di dispositivi

³³³ Richter 1885, p. 32; Germanò 2024, p. 78.

³³⁴ Richter 1885, p. 35.

³³⁵ Wright 2005, pp. 41–42.

³³⁶ Hansen et al. 2017, pp. 211–217.

³³⁷ Wurch-Kozelj 1988, pp. 56–57; Korres 1995.

semplici, appunto slitte, rampe, rulli, piani inclinati, la cui efficacia deriva dalla riduzione dell'attrito e dalla gestione controllata delle pendenze; questo lessico tecnico, attestato in contesti diversi, aiuta a evitare letture troppo dipendenti da un solo tipo di veicolo e invita a considerare, anche per i cantieri greci, l'uso combinato di sistemi di scorrimento e di sollevamento nei tratti più critici della catena cava–cantiere³³⁸.

2.3.4.2. Trasporto terrestre: veicoli, trazione e limiti topografici

Il trasporto terrestre con animali e carri richiede infrastrutture adeguate come carreggiate, tornanti e consolidamenti. La storiografia sul trasporto terrestre antico è stata a lungo condizionata dall'idea che l'inefficienza dell'attrezzatura da tiro avrebbe imposto limiti così stringenti ai carichi da incidere negativamente sulla struttura stessa dell'economia; questa posizione si è sviluppata su documentazione esemplificativa e non sistematica, sulla tendenza a trattare l'Antichità come un blocco tecnico omogeneo, e su un'attenzione quasi esclusiva al problema del cavallo più che alla varietà dei mezzi di trazione e dei contesti d'impiego. Proprio la critica di questi presupposti – in particolare l'anacronismo di certe valutazioni di redditività e la sottovalutazione del trasporto pesante nel mondo greco – ha aperto la strada a un quadro interpretativo diverso, nel quale la logistica dei cantieri non può più essere spiegata per difetto, ma va ricostruita come un sistema tecnico reale, adattivo e socialmente organizzato³³⁹.

Il vero limite del trasporto terrestre antico non è tanto la trazione in astratto quanto il carico sopportabile dagli assi, la larghezza della carreggiata e la governabilità del convoglio. La centralità dell'asse come “collo di bottiglia” non è un'astrazione: la documentazione figurativa e ricostruttiva mostra come il passaggio da soluzioni con asse rotante solidale alla ruota a soluzioni con asse fisso e ruota indipendente, riconoscibile, ad esempio, dalla testa d'asse circolare, implichi un salto qualitativo in termini di scorrevolezza, controllo e velocità, cioè una riduzione dell'attrito e una maggiore regolarità di marcia³⁴⁰. Ma proprio perché tali soluzioni non sono uniformemente adottate, e perché il tipo di ruota (ad esempio la “cross-bar wheel”) conserva vantaggi di facilità costruttiva e riparabilità a scapito della robustezza ad alte sollecitazioni, la scelta del veicolo diventa una variabile logistica vera e propria, capace di orientare la taglia dei blocchi, la frequenza dei carichi e il rischio di rotture lungo il percorso³⁴¹.

³³⁸ Heizer 1966, p. 829.

³³⁹ Raepsaet 1984, p. 102.

³⁴⁰ Lorimer 1903.

³⁴¹ Lorimer 1903, pp. 140, 147.

Per elementi di peso e lunghezza maggiori i Greci concepirono soluzioni ingegnose in cui il blocco stesso fungeva da asse, ma tali dispositivi restavano difficili da dirigere e richiedevano percorsi molto controllati; per i carichi eccezionali, invece, il ricorso alla slitta su pista preparata rimaneva la soluzione più affidabile. La topografia, quindi, non condiziona soltanto il costo del trasporto, ma in qualche modo anche la forma stessa dei manufatti trasportabili³⁴².

Un elemento da non sottovalutare è il rapporto fra pendenza e capacità di traino. Per passare da osservazioni qualitative a una stima operativa, è utile esplicitare che la forza di trazione richiesta dipende dalla combinazione di resistenza al rotolamento o strisciamento e componente del peso in pendenza. In termini tecnici ma sintetici, la trazione necessaria può essere espressa come somma di una quota proporzionale al peso trainato e di una quota legata all'inclinazione del terreno, con valori che variano drasticamente in funzione del suolo e della qualità del rotolamento. In questo quadro, l'ordine di grandezza delle energie animali disponibili (per esempio, la trazione sostenibile per alcune ore da una coppia di buoi) consente di ragionare in termini di numero di paia effettivamente necessarie e di margini di sicurezza in presenza di ostacoli, tratti cedevoli o micro-pendenze, trasformando la fattibilità del trasporto da impressione a parametro verificabile³⁴³. Se si pensa all'ambiente montano, per esempio, la praticabilità di una via per carichi pesanti impone vincoli severi³⁴⁴. Uno studio sul possibile tracciato di IV sec. a.C. tra la cava di Agios Elias e Delfi insiste sul fatto che la realizzazione della via di trasporto è addirittura una preconditione del cantiere: prima di posare le fondazioni, occorre rendere possibile l'arrivo dei grandi blocchi, con pendenze e dislivelli che agiscono come "regolatori" della taglia dei blocchi e dunque delle soluzioni costruttive.³⁴⁵

Che il percorso non fosse un semplice dato naturale, ma un segmento di infrastruttura predisposta, emerge con chiarezza anche dalle evidenze legate al trasporto pesante. Nel caso di Eleusi, l'iscrizione del 330 a.C. circa relativa al trasporto di tamburi dal Pentelico al *prostoon* di Filone³⁴⁶, registra esplicitamente attività di preparazione del tracciato, come l'apertura del passaggio e lo scavo di solchi, interventi mirati cioè a rendere fisicamente praticabile il transito del veicolo e dei carichi. In altre parole, la strada entra nel conto operativo del trasporto come

³⁴² Wright 2005, pp. 41–42.

³⁴³ Raepsaet 2019, pp. 92, 94.

³⁴⁴ Si vedano le osservazioni sulle pendenze nel capitolo sull'energetica architettonica.

³⁴⁵ Hansen et al. 2017, p. 216.

³⁴⁶ *IG*, II, 2², 1673.

lavoro e come costo, e ciò non fa che rafforzare l'idea che la logistica del trasporto lapideo nei grandi cantieri fosse inseparabile dalla gestione tecnica del territorio attraversato³⁴⁷.

Per la Magna Grecia, dove molte città sorgono in pianure costiere o su lievi alture, pur in presenza di pendenze meno estreme i vincoli possono essere diversi: terreni alluvionali instabili, aree umide, e necessità di attraversamenti, come corsi d'acqua, canali o zone paludose, che possono complicare la logistica. Nel caso di Poseidonia, ad esempio, l'ambiente non costituisce un semplice sfondo della costruzione, ma una variabile strutturale del processo edilizio. Le ricerche geoarcheologiche e geomorfologiche hanno infatti evidenziato che l'area urbana e santuariale si sviluppa su depositi di travertino formatisi entro una pianura costiera idrologicamente attiva, nella quale la sedimentazione, la circolazione delle acque e l'evoluzione del substrato carbonatico condizionano sia la disponibilità dei materiali sia la possibilità concreta di costruire in modo stabile³⁴⁸. Ciò significa che, a Poseidonia, la filiera della pietra non si esaurisce nel rapporto tra cava e tempio, ma comprende necessariamente anche il trattamento del suolo: drenaggi, livellamenti, consolidamenti e percorsi di accesso devono essere pensati come parte integrante del cantiere. In altri termini, i processi sedimentari e idrologici non incidono soltanto sulla storia naturale del sito, ma entrano nella storia tecnica della città, perché determinano costi, tempi, vulnerabilità e soluzioni costruttive della monumentalizzazione arcaica. L'area del tempio di Atena conserva tra l'altro indizi geomorfologici, stratigrafici e geofisici utili a ricostruire la trasformazione del suolo in rapporto al cantiere. In particolare, le anomalie individuate nel sottosuolo sono state messe in relazione sia con strutture antiche sia con possibili tagli dei depositi di travertino attorno al tempio, suggerendo che la costruzione abbia implicato anche interventi diretti sul substrato naturale³⁴⁹.

2.3.4.3. Trasporto via mare: il Mediterraneo come “superstrada” e le cave costiere

Quando la pietra è molto pesante e il percorso terrestre è lungo o complesso, il mare può diventare la soluzione più efficiente. Il costo marginale per tonnellata-km può ridursi drasticamente, purché esistano punti di imbarco e sbarco e sia gestibile il trasferimento finale fino al cantiere. La letteratura sulle cave costiere in vari contesti mediterranei sottolinea la convenienza logistica dell'imbarco diretto, soprattutto dove il banco affiora vicino alla riva³⁵⁰.

³⁴⁷ Raepsaet 1984, p. 103.

³⁴⁸ Amato et al. 2012, pp. 145–149.

³⁴⁹ Cozzolino et al. 2019.

³⁵⁰ Sul tema ricorrente negli studi sullo sfruttamento litoraneo e sulle motivazioni “economiche” della scelta estrattiva: Russell 2017.

In Magna Grecia, questa opzione è particolarmente valida per città costiere o prossime a foci fluviali e approdi.

Un confronto particolarmente istruttivo viene dall'Attica sud-orientale, dove emerge un quadro in cui cava, percorso e punto d'imbarco costituiscono un'unica infrastruttura lineare. Presso Maratona si conserva una cava costiera di marmo bianco la cui cronologia alta è dedotta dalla coltivazione a gradoni, dall'assenza di tracce di lavorazione moderne e soprattutto da una struttura scavata nella roccia interpretabile come rampa o piccolo scalo di alaggio, dove le imbarcazioni potevano essere tirate in secco, caricate e reimmesse in acqua; a Vari, invece, è stata scoperta una strada antica funzionale al trasferimento dei blocchi; per l'area di Brauron la presenza di fori di cuneo e segni di piccone ancora leggibili³⁵¹.

Nel caso di Metaponto, l'ipotesi più plausibile è quella di una logistica integrata fra percorsi terrestri interni alla *chora* e forme di mobilità costiera o para-lagunare lungo il litorale ionico. La documentazione disponibile non consente ancora di ricostruire in modo definitivo un sistema portuale specificamente destinato ai blocchi da costruzione, ma l'assetto della piana, la presenza di corridoi di percorrenza legati ai corsi d'acqua e la funzione territoriale dei santuari extraurbani rendono metodologicamente legittimo considerare soluzioni miste, nelle quali brevi tragitti terrestri convivevano con trasferimenti per acqua o con l'uso di approdi secondari. In questo senso la *chora* non va pensata come semplice retroterra agricolo, bensì come infrastruttura di collegamento fra risorsa, officina e cantiere³⁵².

2.3.4.4. Tempi e stagionalità

Il trasporto è anche particolarmente condizionato dal fattore della stagionalità, influenzato dai periodi di navigazione, favorevoli e non, dalle mutevoli condizioni dei terreni, che potevano essere impraticabili dopo piogge o piene dei fiumi, e dalla disponibilità della manodopera in rapporto ai cicli agricoli. Nelle colonie d'Occidente, dove la definizione della *chora* e le attività produttive sono parte integrante dell'insediamento, la concorrenza tra lavoro agricolo e sforzo monumentale può incidere sulla disponibilità di "braccia" e animali in determinati periodi dell'anno. Anche quando mancano fonti contabili dirette, è probabile che il cantiere templare si inserisse in un'economia stagionale, sfruttando finestre dell'anno favorevoli per i trasporti più impegnativi³⁵³.

³⁵¹ Poupaki et al. 2019, pp. 119–120.

³⁵² Carter 2005; Felici 2020, pp. 150–154.

³⁵³ Il tema è trattato esaurientemente nel capitolo dedicato alla stagionalità.

2.3.4.5. Rotture, scarti e ridondanza organizzativa

Ogni filiera di approvvigionamento doveva fare i conti con margini di perdita, con l'abbandono di pezzi non più utilizzabili e con la necessità di disporre di elementi già pronti o almeno preliminarmente lavorati. La risposta organizzativa poteva consistere nella formazione di scorte e di aree di deposito, con l'esistenza di centri di distribuzione nei quali si accumulavano anche grandi quantità di elementi standardizzati³⁵⁴.

Dal punto di vista delle tracce archeologiche, questa logica può tradursi nella presenza di blocchi squadrati o semifiniti rimasti in cava o in deposito. Nel caso dei marmi lunensi, cioè del grande distretto marmifero di Luni-Carrara nell'Italia nord-occidentale, di età romana, organizzato in stretta connessione con il porto di Luna e con una produzione su larga scala, è stata documentata sia la serializzazione dei prodotti sia l'esistenza di semilavorati e pezzi abbandonati nelle aree estrattive³⁵⁵. Anche gli accumuli di materiali di risulta e i riempimenti interni alle cave rientrano in questo quadro di gestione pratica degli scarti.

Nel caso della cava di Karavi, una vasta cava di marmo grigio di età ellenistico-romana sul monte Imetto, nell'Attica sud-orientale, raggiungibile attraverso un'antica strada di cava e caratterizzata da tracce di lavorazione riferibili a più fasi, è stato osservato che le cavità prodotte dall'estrazione furono successivamente colmati con detriti di cava, mentre la presenza del motivo di lavorazione a festoni indica una frequentazione protratta almeno fino alla tarda età romana³⁵⁶.

2.3.4.6. Arrivo in cantiere: piazzali, stoccaggio, sequenze di montaggio

All'arrivo in cantiere, la pietra entra in un nuovo ciclo interno al cantiere stesso, che doveva consistere di controllo dimensionale e stoccaggio per tipologia, lavorazioni – se necessarie - per poi essere finalmente messo in opera. È utile ricordare che la qualità della muratura degli alzati non dipende primariamente dall'aspetto della faccia visibile, ma dalla precisione dei letti e dei giunti, cioè dalle superfici che devono entrare realmente in contatto strutturale. Ne consegue che il controllo in arrivo non riguarda solo le dimensioni generali del blocco, ma anche la correttezza delle superfici funzionali e il grado di finitura richiesto per ciascuna parte: faccia, letto, giunto laterale, retro. Il piazzale di cantiere è quindi anche il luogo in cui si verifica la corrispondenza tra pre-lavorazione di cava e prestazione costruttiva finale³⁵⁷, ed è per questo la gestione dei

³⁵⁴ Wright 2005, pp. 37–38.

³⁵⁵ Dolci 1988, pp. 77, 82–84.

³⁵⁶ Poupaki 2019, pp. 121, 123–124.

³⁵⁷ Wright 2005, pp. 53–54.

piazzali e delle aree di deposito è cruciale, proprio perché un cantiere templare arcaico deve coordinare fondazioni, elevato, carpenterie e sollevamento, riducendo interferenze tra flussi di materiali. Un’emblematica testimonianza dell’effettiva presenza di luoghi di stoccaggio dei materiali proviene dall’Olympieion di Megara. Qui Pausania, riferisce della presenza di elementi di legno semilavorati (ξύλα ἡμίεργα) nella parte retrostante del tempio (ὀπισθε δὲ τοῦ ναοῦ)³⁵⁸, pertinenti, a detta del Periegeta, alla statua crisoelefantina di Zeus, opera di Teocosmo, ma interpretati, laddove si trattasse davvero del retro del tempio e non dell’opistodomo³⁵⁹, anche come semplici travi di legno per una qualche riparazione o sostituzione³⁶⁰.

A Delfi sono poi attestati *ateliers* legati al cantiere del tempio di Apollo e locali presso Kirrha, porto di arrivo di materiali come il *poros* di Corinto e il cipresso di Sicione, mentre a Epidauro un atelier fu costruito nei primi anni del cantiere del tempio di Asclepio, forse per conservare materiali preziosi o ospitare lavorazioni specializzate³⁶¹. Anche nei santuari magnogreci, dunque, il cantiere va pensato come un sistema temporaneo di spazi di lavoro, deposito, protezione dei materiali e circolazione interna, non come semplice punto di arrivo della filiera lapidea.

2.3.5. Economia, forza-lavoro e organizzazione del cantiere

2.3.5.1. Voci di costo e “costo totale” della pietra

Negli studi sull’economia edilizia del mondo greco è generalmente riconosciuto che il costo della pietra nell’antichità non corrispondeva al semplice valore del materiale estratto, ma era il risultato della sequenza composta da estrazione, lavorazione preliminare, trasporto e messa in opera³⁶². Questo presupposto deriva in gran parte dall’analisi dei cantieri documentati epigraficamente, che mostrano come la fornitura dei materiali da costruzione fosse organizzata in più fasi contrattuali distinte, ciascuna con costi propri³⁶³. Il valore economico del materiale lapideo dipendeva molto più dal trasporto che dall’estrazione, soprattutto nel caso di pietre comuni, come dimostra anche l’alto costo del trasporto terrestre di blocchi pesanti, che richiedeva numerosa manodopera e animali da tiro³⁶⁴, con un rapido aumento dei costi

³⁵⁸ Paus. I 40, 4.

³⁵⁹ Beschi e Musti 1982, p. 423.

³⁶⁰ Marginesu 2015b, p. 29. L’ipotesi è formulata sulla base del fatto che appare poco plausibile una corretta conservazione all’aperto di elementi in materiale deperibile per diversi secoli.

³⁶¹ CID II, 54, ll. 4-8; CID II, 113, l. 7. Prignitz 2014, pp. 84-85, 123-157; Mathé 2023, pp. 58-60.

³⁶² Burford 1969, pp. 21-32.

³⁶³ Burford 1969, pp. 37-58.

³⁶⁴ Wilson Jones 2000, pp. 30-36.

all'aumentare della distanza³⁶⁵. Per questo motivo, nella maggior parte dell'architettura greca arcaica i grandi elementi strutturali — blocchi murari, tamburi di colonna, crepidomi — sono realizzati con pietre locali o regionali, mentre materiali più pregiati potevano essere importati solo in quantità limitata o per elementi specifici dell'edificio³⁶⁶.

Il fatto che molti edifici monumentali greci arcaici fossero costruiti in calcari teneri o calcareniti, generalmente indicati con il termine moderno *poros*³⁶⁷, è anche comprensibile per le caratteristiche tecniche di questo tipo di pietra che ne facilitano l'estrazione, dal momento che possono essere tagliate con relativa facilità con picconi e scalpelli, permettendo una produzione rapida di blocchi regolari³⁶⁸. La relativa tenerezza del *poros* rappresentava quindi un vantaggio economico significativo: la roccia richiedeva meno energia per essere estratta e provocava un consumo minore degli utensili rispetto al marmo compatto³⁶⁹.

Anche la distanza, naturalmente, giocava un ruolo fondamentale nell'ottimizzazione delle risorse, specialmente economiche, e questo spiega perché le cave utilizzate nei grandi cantieri greci si trovassero generalmente a breve distanza dal sito di costruzione, spesso entro pochi chilometri³⁷⁰. Quando invece il trasporto avveniva per mare, i costi potevano ridursi drasticamente, perché una singola nave poteva trasportare quantità di pietra molto maggiori rispetto ai mezzi terrestri³⁷¹. A Corinto, per esempio, molti edifici monumentali utilizzavano calcari locali facilmente cavabili nelle vicinanze della città, il che riduceva drasticamente i costi di approvvigionamento³⁷².

La stessa logica economica è particolarmente evidente nelle colonie greche dell'Italia meridionale e della Sicilia. Molti dei centri urbani magnogreci nei territori sorsero, non a caso, in aree ricche di calcareniti facilmente lavorabili, che costituivano una risorsa ideale per l'edilizia monumentale³⁷³. A Selinunte, per esempio, i templi arcaici furono costruiti con calcarenite locale estratta in cave situate a pochi chilometri dalla città³⁷⁴ e il complesso delle cave di Cusa, del V

³⁶⁵ Russell 2013, pp. 95–103.

³⁶⁶ Martin 1965, pp. 207–212.

³⁶⁷ Il *poros* fu uno dei materiali più diffusi nell'architettura greca arcaica, soprattutto nei templi dorici del VI secolo a.C. (Hellmann 2002, pp. 59–63).

³⁶⁸ Bessac 1993.

³⁶⁹ Hellmann 2002, pp. 55–58.

³⁷⁰ Martin 1965, pp. 213–218. L'uso di questi materiali locali era spesso associato all'applicazione di rivestimenti in stucco o intonaco che miglioravano l'aspetto della superficie lapidea (Martin 1965, pp. 225–227).

³⁷¹ Russell 2013, pp. 103–110.

³⁷² Scranton 1941, pp. 41–45.

³⁷³ Mertens 2006, pp. 72–76.

³⁷⁴ Marconi 2007, pp. 23–28.

sec. a.C.³⁷⁵, che costituisce uno degli esempi meglio conservati, dimostra che i rocchi di colonna venivano spesso sbazzati direttamente nel sito di estrazione prima del trasporto verso il cantiere urbano³⁷⁶.

Il costo della pietra, in sostanza, non coincide con il solo costo di estrazione, ma include trasporto, manutenzione delle vie, animali, attrezzature, perdite, tempi morti. Le fonti mostrano che una parte cruciale del costo del trasporto è in realtà il costo dell'energia animale organizzata nel tempo, calcolabile come somma di "giorni-giogo" (*yoke-days*), cioè giornate di impiego di ciascun giogo o paio di buoi.

Nel caso di Eleusi, la stessa operazione di trasporto di un tamburo di colonna registra squadre che variano sensibilmente, con un intervallo di 19–37 gioghi per un singolo carico. Questa variabilità non è spiegabile solo con differenze di peso dei tamburi e quando si presentavano più gioghi, in risposta a chiamate o disponibilità locali, essi potevano essere tutti messi a paga, facendo crescere il costo senza che ciò implicasse necessariamente che tutti trainassero contemporaneamente per l'intero percorso³⁷⁷. Il costo del trasporto non misura quindi soltanto "quanto pesa il blocco", ma anche quanto ampia e ridondante dev'essere la rete di gioghi disponibile per garantire continuità, sostituzioni, gestione degli imprevisti e rispetto dei tempi.

Un altro dato particolarmente utile proviene dai resoconti del Didymaion a Mileto. Nel costo complessivo di una grande colonna, la spesa si distribuisce in modo pressoché tripartito tra estrazione, trasporto e lavorazione ed erezione in situ, con il trasporto terrestre che può incidere più di quello marittimo, come già visto *supra*. Il valore storiografico di questo dato non sta nella semplice cifra economica, ma anche nel fatto che esso mostra come la logistica non sia una voce accessoria bensì una componente strutturale dell'economia del cantiere³⁷⁸. Per i materiali lapidei, dunque, il costo "reale" non è tanto da considerarsi quello del materiale in cava, ovvero il valore del blocco appena estratto o appena sbazzato, quanto il costo totale che ne rende possibile la messa in opera, considerando la sua trasformazione da elemento naturale a blocco, il suo trasporto, e infine il suo inserimento all'interno dell'organismo architettonico con una specifica funzione³⁷⁹.

³⁷⁵ Peschlow-Bindokat 1990.

³⁷⁶ Russell 2013, pp. 215-216.

³⁷⁷ Burford 1960, p. 14.

³⁷⁸ Wright 2005, p. 42.

³⁷⁹ Malacrino 2010, pp. 71-78.

2.3.5.2. Fonti e limiti. Ricostruire senza contabilità epigrafica

In molte aree del mondo greco, soprattutto per determinati epoche e contesti, esistono iscrizioni e documenti utili a informare su costi e organizzazione³⁸⁰, mentre nella Magna Grecia arcaica, questo tipo di evidenza è spesso più discontinuo e, di conseguenza, la ricostruzione deve integrare analisi geologiche e petrografiche, lettura delle tracce di cava, studio delle infrastrutture territoriali, cronologie dei cantieri, confronti controllati con contesti meglio documentati. Il caso di Didyma, con l'analisi di paesaggi estrattivi e scarti di lavorazione, mostra quanto si possa ricostruire anche senza "contabilità", a partire da tracce materiali coerenti³⁸¹. Qui, la mancanza di una documentazione contabile analitica non impedisce affatto di ricostruire, almeno nelle sue linee fondamentali, l'organizzazione dell'approvvigionamento lapideo e la logica economica del cantiere. Al contrario, proprio la sproporzione tra i volumi di calcare richiesti per il tempio di Apollo — oltre 12.200 m³, pari a circa 33.000 tonnellate, solo per fondazioni e nuclei murari — e la modestia delle cave immediatamente riconoscibili ha spinto alcuni studiosi a leggere il territorio come un vero archivio produttivo, nel quale geologia, morfologia, tracce estrattive e distribuzione degli scarti consentono di ricostruire una filiera tecnica altrimenti invisibile³⁸². In questa prospettiva, le iscrizioni, pur brevemente, confermano che il calcare proveniva dal territorio milesio e che la sua estrazione rientrava nell'organizzazione generale del cantiere sacro. Ma è soprattutto l'indagine geoarcheologica a mostrare come una parte consistente del materiale non provenisse da grandi cave monumentali, bensì da uno sfruttamento estensivo e superficiale dei pianori calcarei, reso possibile dalla giacitura sub-orizzontale dei banchi e dalla fitta fratturazione ortogonale della roccia, che offriva blocchi naturali già prossimi alle dimensioni richieste³⁸³. Ne deriva un modello interpretativo di notevole utilità anche per la Magna Grecia arcaica: in assenza di registri di spesa, salari o contratti di cava, l'organizzazione della produzione può essere inferita attraverso l'analisi integrata dei paesaggi estrattivi, dei campi di fosse, dei cumuli di scaglie, dei blocchi sbozzati in situ, delle connessioni viarie e della relazione fra aree di cava e aree di consumo. A Didyma, infatti, la presenza di fosse poco profonde associate a cumuli e argini di scaglie calcaree dimostra non soltanto il luogo di estrazione, ma anche alcune fasi della *chaîne opératoire*: esposizione del banco, distacco dei blocchi mediante strumenti semplici, prima sbozzatura sul posto per alleggerire il carico e successivo trasporto ai cantieri monumentali³⁸⁴. Inoltre, il contrasto fra pianori calcarei poveri di tracce agricole e aree

³⁸⁰ Si veda il capitolo dedicato all'argomento.

³⁸¹ Borg e Borg 2003, pp. 430–432.

³⁸² Borg e Borg 2003, pp. 429–435.

³⁸³ Rehm 1958; Borg e Borg 2003, pp. 430–434.

³⁸⁴ Borg e Borg 1998; Borg e Borg 2003, pp. 431–435.

marnose o alluvionali ad alta densità di evidenze insediative e produttive mostra come la disponibilità della pietra vada letta insieme alla competizione tra usi del suolo, nel senso che i settori meno favorevoli all'agricoltura risultavano più adatti all'estrazione, mentre le zone fertili erano destinate prevalentemente alla coltivazione e all'insediamento³⁸⁵. Per i contesti magnogreci, ciò suggerisce cautela verso una nozione troppo semplice di “cava locale”, dal momento che anche sistemi estrattivi diffusi, poco profondi e scarsamente monumentali potevano sostenere cantieri di grande impegno, lasciando tracce deboli ma coerenti, leggibili solo attraverso un approccio congiunto archeologico, geo-petrografico e territoriale.

2.3.6. Condizioni di base e specificità della filiera lapidea nella Magna Grecia arcaica

2.3.6.1. *Poleis* coloniali e bacini di risorse: la *chora* come infrastruttura

Nelle fondazioni coloniali, la definizione della *chora* non è un fatto secondario: è la condizione della riproduzione economica e dell'autonomia politica. In questa cornice, cave e risorse lapidee sono parte del “capitale territoriale”. Il tempio, come costruzione pubblica e identitaria, materializza non solo un culto ma un controllo sul territorio. Per costruire in pietra, la città deve sapere dove la pietra si trova, come estrarla, e come portarla al santuario.

Nelle *apoikiai* come quelle dell'Italia meridionale, fondare la città non significa soltanto tracciare i confini dell'*asty*, ma soprattutto assicurarsi una *chora* effettivamente praticabile e controllabile. È il territorio agricolo e produttivo che circonda e sostiene la colonia e ne rende possibile la continuità economica nel tempo.³⁸⁶

In questa prospettiva, la *chora* non è un semplice sfondo “rurale” secondario rispetto alla città, ma una componente strutturale della *polis*³⁸⁷, perché da lì provengono cibo, materie prime e rendite necessarie alla vita civica e alle grandi iniziative pubbliche.³⁸⁸

Quando poi la colonia realizza un tempio monumentale in pietra, quell'edificio rende visibile e pubblicamente manifesta questa capacità di controllo, dal momento che la costruzione presuppone accesso stabile alle risorse e, più in generale, contribuisce a dare forma anche simbolica allo spazio civico e ai suoi margini intra- ed extraurbani come parte della definizione del territorio.

³⁸⁵ Snodgrass 1990; Lohmann 1997; Lohmann 1999; Borg e Borg 2003, pp. 432–435.

³⁸⁶ Carter 2005.

³⁸⁷ Nel lessico degli studi la *polis* è proprio una combinazione che unisce *asty* e *chora*.

³⁸⁸ Morgan 2003, p. 2.

Per Metaponto, la letteratura sulla *chora* evidenzia l'importanza delle indagini territoriali di lunga durata e della lettura delle strutture agrarie e insediative come espressione di organizzazione coloniale³⁸⁹. Anche se tali rapporti non sono sempre centrati sulle cave, forniscono un quadro indispensabile: reti, accessi, distribuzione delle attività, e potenziali corridoi di trasporto. In questa prospettiva, l'architettura dell'Occidente greco non può essere letta isolando il monumento dalla configurazione urbana e dal quadro territoriale. La *polis* coloniale va compresa come combinazione di città, luoghi di culto, spazi pubblici e terra coltivabile, cioè come un organismo nel quale la forma dell'insediamento e il controllo delle risorse sono strutturalmente connessi. Ne consegue che anche la disponibilità della pietra e la possibilità di trasportarla dal territorio al cantiere appartengono pienamente alla storia dell'architettura, non al suo semplice presupposto materiale³⁹⁰.

2.3.6.2. Materiali locali e monumentalità: opportunità e vincoli

La disponibilità di calcari e calcareniti locali in molte aree dell'Italia meridionale consente, in linea di principio, una monumentalità sostenibile dal punto di vista materiale, con un tempio che può essere concepito con grandi volumi senza dover importare materiale da troppo lontano. Tuttavia, questa facilità – relativa - produce vincoli specifici, poiché pietre più porose richiedono protezione e manutenzione, i cantieri sono tenuti a gestire grandi quantità di materiale relativamente fragile, e le fondazioni e le parti a contatto col suolo richiedono attenzione a umidità e instabilità dei terreni. Il caso delle Tavole Palatine è esemplare: l'acclarato cedimento del versante meridionale del crepidoma³⁹¹, infatti, comportando da subito la frantumazione del primo dei gradoni poggiante direttamente sul suolo, dovette rendere necessario un intervento di scuci- cuci con nuovo materiale, risparmiandone quanto possibile attraverso il riutilizzo di altri blocchi.

Utile anche per evitare letture troppo rigide del rapporto fra materiali locali e importazioni pregiate è un confronto con l'Attica. Per esempio, i siti estrattivi attivi sull'Imetto dall'età arcaica in poi furono numerosi e compatibili con una produzione già su larga scala, eppure ciò non impedì la contemporanea importazione di marmi insulari, come da Nasso e Paro, per impieghi di più alto prestigio scultoreo. Il marmo imezio, pur essendo in genere considerato meno pregiato di alcuni marmi insulari, veniva comunque usato non di rado in architettura e, in misura minore, anche in scultura. Questo caso mostra bene una strategia di approvvigionamento mista, dove una

³⁸⁹ Carter 2005, pp. 45–52.

³⁹⁰ Mertens 2006, pp. 13–15.

³⁹¹ Mertens 2010, p. 22.

polis poteva usare materiali locali per la gran parte dell'edificio, per contenere costi e tempi, e ricorrere invece a importazioni mirate su distanze maggiori solo per elementi particolari o di prestigio³⁹².

2.3.6.3. Ipotesi di lavoro per il mondo acheo in Occidente

Per le colonie achee di Metaponto, Poseidonia, Sibari e la sua sfera d'influenza, si potrebbe sintetizzare che la monumentalizzazione templare arcaica combina diversi fattori: disponibilità di pietra locale, necessità di infrastrutture territoriali coerenti con la gestione della filiera lapidea, trasferimento di sapere tecnico, e strategie identitarie e competitive tra *poleis* d'Occidente. Questa ipotesi andrebbe ulteriormente verificata su base micro-regionale con dati di cave e provenienze, come si tenterà di fare di seguito con le specificità di ciascuna *polis*.

2.3.7. Poseidonia: pietra locale, estrazione “in situ” e paesaggio geomorfologico

2.3.7.1. Poseidonia e la tradizione achea

Poseidonia costituisce un caso di studio interessante di cantiere occidentale proprio perché le fonti antiche collocano la città in un orizzonte acheo-sibarita³⁹³, e quindi in una rete coloniale dove tecnica edilizia, gestione del territorio e controllo delle risorse tendono a costituire un unico sistema integrato.

Mancando per l'età arcaica, per Poseidonia come per le altre colonie achee, qualunque documentazione contabile, la ricostruzione economica e organizzativa della costruzione in pietra e della filiera a essa connessa, passa soprattutto da tre famiglie di indizi, concatenate fra loro.

La prima è quella individuabile nella geologia e nella disponibilità dei materiali, legata cioè a che cosa c'è “a portata di città”. Nel caso di Poseidonia, la posizione dell'abitato e delle aree frequentate è strettamente legata ai banchi di travertino e alla loro articolazione in livelli distinti, che costituiscono superfici elevate rispetto alle depressioni retrodunali e alle zone più umide³⁹⁴. La ricostruzione geomorfologica e stratigrafica mostra inoltre come falesie, piattaforme di abrasione e cordoni dunari siano parte della storia fisica del sito e condizionino accessibilità, drenaggio, percorsi e capacità di cantierizzazione degli spazi³⁹⁵.

³⁹² Poupaki et al. 2019, pp. 133–134.

³⁹³ Strab. 5.4.13.

³⁹⁴ Amato et al. 2009, pp. 129–135.

³⁹⁵ Amato et al. 2011, pp. 6–7.

La seconda famiglia di indizi è costituita da tracce di estrazione e di lavorazione individuabile in fronti di cava, tagli artificiali, negativi di estrazione, blocchi incompiuti o scarti, e la relazione fra litotipi impiegati e possibili affioramenti utili³⁹⁶.

Infine, è importante la lettura del suolo e del contesto ambientale, ovvero quale paesaggio la filiera attraversa per essere operativa. A Paestum il paesaggio costiero olocenico è segnato da sistemi barriera-laguna e da depressioni retrodunali che, in certe fasi, potevano essere zone umide difficili da attraversare e da rendere stabili per vie di trasporto e aree di lavoro³⁹⁷. Le diverse ipotesi sulla presenza e sulle caratteristiche della laguna e della linea di costa antica incidono direttamente sulla ricostruzione dei percorsi di trasporto. A seconda che lo specchio d'acqua fosse navigabile o no, cambiano le vie possibili, di acqua o di terra, e quindi i costi pratici di mobilitazione di uomini e materiali³⁹⁸.

In questa prospettiva, Poseidonia non è solo un luogo dove “si costruisce un tempio”, ma un caso in cui costruire in pietra implica conoscere e presidiare un territorio, la *chora*, abbastanza bene da garantire continuità di approvvigionamento, percorsi praticabili e manodopera coordinata, cioè una logistica collettiva oltre che una scelta monumentale³⁹⁹. Nei grandi cantieri pestani, pienamente collocati entro la storia delle tradizioni achee d'Occidente, e, insieme, entro un processo di progressiva autonomia rispetto ai modelli della madrepatria, l'edificio templare non è soltanto un episodio stilistico, ma il risultato di una lunga maturazione locale, nella quale le forme architettoniche si legano alle condizioni concrete del sito, dei materiali disponibili e della prassi costruttiva⁴⁰⁰.

2.3.7.2. Il caso del tempio di Athena: indizi di estrazione per fondazioni e blocchi

Uno studio multidisciplinare sul Tempio di Athena a Paestum propone, tra le linee interpretative, l'ipotesi che aree prossime al tempio presentino evidenze di taglio e scavo legate all'approvvigionamento dei blocchi per fondazioni e costruzione, suggerendo una filiera a corto raggio e forme di “*quarrying in area*”⁴⁰¹. Questo tipo di scenario è cruciale per il contesto

³⁹⁶ Malacrino 2010, pp. 71–78.

³⁹⁷ Amato et al. 2011, pp. 6–7.

³⁹⁸ Guy 1990, pp. 257–270.

³⁹⁹ Amato et al. 2009, pp. 129–135.

⁴⁰⁰ Mertens 2006, pp. 216–217, 284–285.

⁴⁰¹ Cozzolino et al. 2019. Nel caso pestano, l'ipotesi di una filiera a corto raggio trova un primo sostegno nel fatto che l'indagine geomorfologica e geofisica intorno al tempio di Athena ha individuato anomalie e tagli interpretabili come aree di prelievo o di rimaneggiamento del banco in prossimità del monumento, suggerendo dunque non tanto un'importazione massiva da grande distanza quanto una sequenza di estrazione, adattamento del suolo e messa in opera strettamente connessa al sito stesso.

arcaico: se parte della pietra è ricavata in prossimità, il costo di trasporto diminuisce e l'attenzione si sposta sulla gestione del terreno, sulla preparazione delle fondazioni e sulla stabilità del sito.

Anche quando mancano planimetrie di cava pienamente leggibili, la compresenza di dati stratigrafici, rilievo del substrato e osservazioni sulla geologia locale consente di proporre, con prudenza, un modello periurbano di approvvigionamento, nel quale il tempio e l'area di estrazione appartengono allo stesso paesaggio tecnico⁴⁰².

2.3.7.3. Travertini e rocce carbonatiche nell'area: disponibilità e uso

Gli studi sedimentologici sui travertini dell'area di Poseidonia-Paestum richiamano la presenza e storia deposizionale di rocce carbonatiche sfruttabili, discutendo anche il loro impiego come materiale da costruzione e la relazione con l'ambiente⁴⁰³. Pur non sostituendo un'analisi diretta del processo dalla cava al tempio per ciascun edificio, questi contributi sono utili per individuare la relazione tra materiale e ambiente, perché quel materiale è lì, come si presenta, e quali condizioni (idrologia, sedimenti) influenzano la cantierizzazione.

2.3.7.4. Implicazioni per la logistica del cantiere arcaico a Paestum

Se la filiera è prevalentemente locale, la logistica non scompare ma cambia natura. Diventano centrali la movimentazione interna fra aree di estrazione e area sacra, la predisposizione di rampe e piazzali, la gestione dell'acqua e del suolo attraverso drenaggi e consolidamenti, nonché la capacità di stoccare in modo distinto i blocchi destinati alle fondazioni, quelli destinati all'elevato e gli scarti riutilizzabili come riempimento. Paestum costituisce perciò un laboratorio particolarmente istruttivo, poiché il rapporto fra costruzione monumentale e contesto ambientale obbliga a leggere il tempio come parte di un paesaggio tecnico nel quale geomorfologia, disponibilità litica e organizzazione del cantiere risultano inseparabili⁴⁰⁴.

2.3.8. Metaponto: territorio, infrastruttura e filiera lapidea in un contesto acheo

2.3.8.1. Metaponto e la *chora* come sistema

Metaponto è un caso privilegiato per la quantità di studi territoriali: la *chora* metapontina è stata indagata intensamente, mettendo in evidenza organizzazione dello spazio, insediamenti rurali,

⁴⁰² Cozzolino et al. 2019, pp. 61–64; Amato et al. 2012, pp. 152–154.

⁴⁰³ Amato et al. 2012, pp. 153–156.

⁴⁰⁴ Amato et al. 2012, pp. 146–150; Cozzolino et al. 2019, pp. 55–60.

strutture e dinamiche di lungo periodo⁴⁰⁵. Anche se questi lavori non sono naturalmente focalizzati sulle cave, offrono la base per una ricostruzione sulla logistica, con elementi utili a rispondere a domande circa, per esempio, le direttrici di passaggio dei corridoi di mobilità, quali aree fossero le più accessibili o quali zone avessero risorse litiche affioranti.

Costruzioni monumentali come quella del tempio extraurbano di Hera, presuppongono infatti una filiera in grado di fornire elementi seriali, capitelli e membrature della trabeazione entro un orizzonte costruttivo coerente e tecnicamente ben coordinato⁴⁰⁶. A questa filiera ne va affiancata una fittile, non meno importante per la costruzione e la manutenzione degli edifici sacri. Il caso metapontino mostra infatti, da un lato, un *kerameikos* urbano organizzato, collocato presso la Porta Nord e funzionale a produzioni ceramiche anche di alto livello; dall'altro, impianti posti in prossimità diretta dell'area sacra, come le due fornaci presso il *temenos* orientale⁴⁰⁷. Il primo livello rimanda a un sistema produttivo stabile della città, il secondo a possibili installazioni puntuali, forse legate a interventi edilizi o di restauro sugli edifici sacri⁴⁰⁸. Per le Tavole Palatine, ciò non consente direttamente di ipotizzare la localizzazione della produzione delle terrecotte del tempio presso l'area sacra urbana, ma suggerisce di considerare separatamente la filiera della pietra, la filiera della copertura e le eventuali produzioni temporanee di cantiere.

Occorre tuttavia distinguere la filiera edilizia dalla più ampia economia produttiva dello spazio sacro. La ceramica italiota a figure rosse, attestata nei santuari della costa ionica qualche secolo dopo, documenta una domanda culturale e rituale che non coincide con le esigenze materiali del cantiere⁴⁰⁹. Nel caso metapontino, la produzione locale di ceramica figurata, la presenza di officine urbane e la circolazione di vasi nei santuari della città e della *chora* mostrano che il santuario agisce anche come polo di consumo specializzato⁴¹⁰. Questo dato non deve essere confuso con la produzione di terrecotte architettoniche o con le attività edilizie, ma amplia il quadro dell'economia del sacro, indicando che accanto alla costruzione del tempio esiste una produzione di oggetti destinati alla pratica rituale, alla dedica e alla rappresentazione sociale dei frequentatori⁴¹¹.

⁴⁰⁵ Carter 2005, pp. 45–52.

⁴⁰⁶ Mertens 2006, pp. 217–219.

⁴⁰⁷ D'Andria 1975; Silvestrelli 2004; Cracolici 2003; Rizzo 2019, pp. 79–91.

⁴⁰⁸ Luberto 2023, pp. 185, 188.

⁴⁰⁹ Silvestrelli e Zuchtriegel 2023, pp. 239–256.

⁴¹⁰ Trendall 1967; Silvestrelli e Edlund-Berry 2016.

⁴¹¹ Fontannaz 2008; Gadaleta 2012.

2.3.8.2. Modello operativo per la filiera lapidea metapontina

In assenza di un dossier petrografico unitario per l'intero patrimonio templare metapontino⁴¹², la filiera lapidea va ricostruita per via indiziaria ma non arbitraria. I dati più recenti relativi alle Tavole Palatine attestano l'impiego di grandi blocchi squadrati di arenaria e la presenza di scaglie dello stesso materiale nei livelli di frequentazione e di spoliazione, elementi che confermano l'uso di pietre sedimentarie locali o sub-locali per le strutture seriali e per le esigenze di cantiere⁴¹³. Su questa base è ragionevole ipotizzare, per i grandi volumi di fondazione e per i crepidomi, un approvvigionamento a corto raggio da cave periurbane o da affioramenti posti nella *chora* prossima, con trasporto terrestre su tracciati relativamente pianeggianti. Per gli elementi speciali, invece, il sistema poteva prevedere una selezione più rigorosa del banco e una sbazzatura più accurata già in cava, in modo da ridurre peso, rotture e tempi di adattamento in opera. In mancanza di serie geochimiche pubblicate per tutti i templi, la provenienza resta in parte aperta, ma il quadro territoriale delineato dagli studi sulla *chora* metapontina e le evidenze stratigrafiche del santuario di Hera rendono non inverosimile un sistema di cave diffuse, non necessariamente monumentali, integrate da piazzali di deposito e da una sequenza di approvvigionamento modulata sulle diverse fasi del cantiere⁴¹⁴.

2.3.8.3. Trasporto e stagionalità nella piana ionica

Il contesto di pianura costiera introduce problemi diversi rispetto ai contesti montani, ovvero meno pendenze, ma suoli umidi, attraversamenti e potenziale instabilità. In un'area come quella di Metaponto, la gestione dei trasporti pesanti potrebbe essere stata favorita da tratti relativamente pianeggianti, ma condizionata da periodi dell'anno in cui i terreni risultavano più praticabili. La *chora*, in quanto spazio produttivo, fornisce anche animali e manodopera, e ciò lega il calendario del cantiere al calendario agricolo, come già evidenziato altrove.

2.3.8.4. Implicazioni storico-sociali: costruire in pietra come “programma civico”

In un contesto coloniale acheo, come già detto, il tempio è anche una dichiarazione di capacità: di mobilitare risorse territoriali, di organizzare lavoro collettivo, e di sostenere cantieri lunghi.

⁴¹² Lo studio di Lazzarini (2010) sulle Tavole Palatine costituisce quello più maturo in tal senso.

⁴¹³ Rescigno et al. 2024, pp. 191, 196–200.

⁴¹⁴ Carter 2005; Rescigno et al. 2024, pp. 191–200.

Metaponto, con il suo territorio intensamente strutturato, suggerisce un modello in cui l'architettura sacra è l'apice visibile di un sistema di infrastrutture e controllo del paesaggio⁴¹⁵.

Ne deriva che il costruire in pietra in senso monumentale non va inteso soltanto come disponibilità di materiale, ma come “programma civico” della *polis*. Il monumento sacro rende visibile l'insediamento, ne stabilizza il paesaggio simbolico e insieme documenta la capacità della comunità di tradurre il proprio controllo territoriale in architettura durevole. Per un centro come Metaponto, il nesso tra *chora* organizzata e cantiere templare appare dunque non accessorio ma costitutivo della stessa autorappresentazione coloniale⁴¹⁶.

2.3.9. Comparazione diacronica tra cambiamenti e costanti nei cantieri del mondo greco

2.3.9.1. Continuità: principi invarianti della filiera

Al di là delle differenze regionali, alcuni principi restano costanti: la cava agisce sempre come un primo cantiere, la sbazzatura risponde a un criterio economico prima ancora che formale, la logistica condiziona la dimensione dei pezzi e i gradi di standardizzazione, e la scelta fra terra e mare costituisce una decisione strategica, non un semplice dettaglio esecutivo.

2.3.9.2. Differenze: Occidente e colonie achee

Nella Magna Grecia arcaica, l'abbondanza di pietre sedimentarie locali tende a rendere più frequente una filiera “corta”, ma non necessariamente più semplice: spesso la complessità si sposta su gestione del suolo, infrastrutture locali, e capacità di coordinare volumi molto elevati. Inoltre, la monumentalità occidentale può accentuare il ruolo delle fondazioni e dei grandi crepidomi, con conseguente domanda di blocchi numerosi e relativamente standard⁴¹⁷.

2.3.9.3. Verso una metodologia operativa

Ipotizzando di articolare una metodologia operativa fondata su pochi passaggi coerenti ma reciprocamente controllabili si dovrebbe procedere con le seguenti operazioni: identificare i litotipi tempio per tempio, mappare le cave certe e quelle presumibili anche quando si presentano soltanto come microtracce di estrazione, misurare distanze e dislivelli lungo i percorsi plausibili, ricostruire la sequenza di lavorazione fra cava e cantiere attraverso scarti e segni di utensili, e infine confrontare i dati dell'Occidente greco con casi meglio documentati, come ad esempio la

⁴¹⁵ Carter 2005, pp. 45–52.

⁴¹⁶ Mertens 2006, pp. 13–15; pp. 217–219.

⁴¹⁷ Greco 2002.

strada di cava di Delfi e il paesaggio estrattivo diffuso di Didyma. Non si tratta di una sommatoria di tecniche, ma di una vera catena di verifica nella quale ogni passaggio riduce il margine di ipotesi dell'altro⁴¹⁸.

2.3.10. Trasporto via mare e logistica litoranea: dalla cava costiera al porto della *polis*

2.3.10.1. Perché il mare è più conveniente rispetto alla terra: massa, attrito e rischio

Per comprendere la scelta tra trasporto terrestre e marittimo occorre spostare l'attenzione dalla distanza lineare al costo operativo del movimento. A parità di chilometri, mentre la trazione su strada o su piste di cava richiede un'infrastruttura continua, manutenzione, forza animale e umana costante, ed espone i blocchi a urti e rotture, la navigazione, quando possibile, consente di spostare carichi più elevati con un rapporto favorevole tra energia impiegata e massa trasportata. Non è un caso che, quando l'orografia lo consente, si tenda a privilegiare cave prossime alla costa, percorsi misti dove dalla cava si giunge all'imbarco presso il porto con un successivo breve tratto terrestre finale, e a sfruttare approdi naturali e piattaforme di carico ricavate nella roccia.

Se dunque il mare riduce l'ideale costo per tonnellata-km, allora l'analisi della filiera non può limitarsi al confronto cava-tempio, ma deve includere le micro-infrastrutture di carico e scarico, ovvero rampe, piattaforme, bitte, tracciati di trascinamento, terrapieni e moli, spesso decisive quanto la distanza.

2.3.10.2. Cave litoranee come sistemi integrati: morfologia di estrazione e trasferimento al bordo d'acqua

La documentazione sulle latomie costiere mostra che la coltivazione è spesso a cielo aperto, con sfruttamento di banchi orizzontali e distacco dei conci tramite tagliata perimetrale e scalzamento alla base. In un caso di studio sulla Sicilia sud-orientale, è attestata una morfologia di coltivazione per gradoni che asseconda la deposizione naturale delle calcareniti; dopo la tagliata perimetrale, l'estrazione sfrutta la propensione alla sfaldatura dei letti e l'uso di leve o cunei, con tracce leggibili su piani di distacco e conci abbandonati⁴¹⁹. Anche se il contesto è quello insulare siciliano, le implicazioni sono generali per l'Occidente greco, ovvero rocce sedimentarie

⁴¹⁸ Borg e Borg 2003, pp. 430–432; Hansen et al. 2017, p. 216.

⁴¹⁹ Felici 2020, pp. 147–148.

stratificate favoriscono un'estrazione relativamente seriale, cioè compatibile con grandi cantieri che richiedono volumi e standard.

Questa "serialità" non significa assenza di specializzazione: al contrario, richiede la capacità di predisporre in cava le dimensioni utili e di controllare le difettosità del banco prima che esse diventino perdite nel trasporto.

2.3.10.3. Movimentazione interna e punti di presa: le "bitte" come indizio di una catena tecnica

Un indicatore archeologico particolarmente utile è la presenza di bitte intagliate nella roccia, interpretate come punti di ancoraggio per funi usate nella trazione dei blocchi verso il bordo di carico, oltre che come dispositivi per l'ormeggio delle imbarcazioni. Sulla base della posizione e dell'orientamento delle gole, si possono distinguere bitte "perimetrali" funzionali all'attracco e bitte "di piano" per la movimentazione dei conci, dove l'orientamento è spesso più pronunciato verso il mare proprio per indirizzare lo scorrimento dei blocchi verso l'imbarco⁴²⁰. Dove compaiono questi allestimenti, la cava non è solo un luogo di taglio, ma un luogo di logistica integrata, con attrezzature e procedure pensate per completare la sequenza fino al trasferimento sull'acqua.

Per la Magna Grecia, laddove si possa individuare in prossimità dei distretti litici - cave note o presumibili - superfici con tagli e "gole" orientate verso la costa o i canali o gli approdi, si può ipotizzare, con cautela e da verificare petrograficamente, un collegamento funzionale tra estrazione e trasporto nautico.

Il repertorio attico conferma che i punti di presa non assumono un'unica forma. Nelle cave dell'Imetto, al di sopra dei blocchi quasi distaccati compaiono fori scavati nel fronte, interpretati come alloggiamenti per l'assicurazione delle funi durante il movimento dei blocchi; nello stesso contesto si osservano anche colonne monolitiche semilavorate, cumuli di scaglie e fronti con tracce del *tykos*, che insieme restituiscono l'immagine di una catena tecnica continua dalla distaccatura al trascinamento⁴²¹. Questo è importante per il contesto d'indagine magnogreco, poichè anche quando mancano bitte costiere evidenti, piccoli fori o incassi in posizione funzionale possono segnalare una logistica interna di cava più organizzata di quanto suggerisca il solo paesaggio.

⁴²⁰ Felici 2020, pp. 150–151.

⁴²¹ Poupaki et al. 2019, pp. 132–133.

Un esempio in tal senso proviene dalla Puglia, dalla cava costiera principale di Porto Miggiano, dove è stato messo in evidenza come la fase di coltivazione più antica, concentrata nel settore centrale del giacimento, sia caratterizzata dall'estrazione di blocchi di grande pezzatura (altezze fino a 50-55 cm, lunghezze 1,20-1,65 m, spessori 45–55 cm), ritenuti pienamente compatibili – sia per dimensioni sia, in via preliminare, per aspetto macroscopico della calcarenite, di colore giallastro chiaro e con granulometria relativamente fine – con quelli impiegati nella terza fase delle mura ellenistiche di Castro, il centro antico più vicino e peraltro facilmente raggiungibile via mare. In questa prospettiva, l'interpretazione della cava come nodo di una filiera cava–imbarco–cantiere è sostenuta da una serie di indizi topografici e tecnici: almeno tre accessi diretti alla linea di costa, la presenza di uno scivolo che conduce a una piattaforma oggi semisommersa (50-80 cm d'acqua), apparentemente appositamente spianata e dai margini molto regolari, interpretata come banchina funzionale al carico dei blocchi su imbarcazioni, e la presenza, nell'area immediatamente soprastante, di incassi circolari e quadrangolari plausibilmente destinati all'alloggiamento di macchine lignee, come argani o cabestani, per il sollevamento e la movimentazione dei blocchi⁴²². A rafforzare l'ipotesi intervengono i dati geoarcheologici sulle variazioni del livello marino lungo la costa adriatica pugliese, ricordando che in alcuni tratti è attestata per età tardo-repubblicana una quota del mare fino a 2,5 m rispetto all'attuale e che ad Egnazia è stata proposta una differenza di circa 3 m nel I sec. a.C.⁴²³. Tale quadro, pur non trasferibile meccanicamente, suggerisce che in età ellenistica la piattaforma potesse risultare più agevolmente fruibile come area di carico⁴²⁴. In definitiva, l'insieme di metrologia dei conci, assetto costiero del fronte estrattivo e presenza di infrastrutture minime per l'imbarco consente di proporre, per il caso di studio adriatico, un modello di trasporto marittimo “sotto costa”, con tempi e rischi ridotti, verso il porto di Castro, verosimilmente mediante imbarcazioni da carico lapideo, secondo modalità coerenti con la letteratura sulle *naves lapidariae* e sul trasferimento di blocchi da cave costiere⁴²⁵.

2.3.10.4. Infrastrutture portuali: dal piano di carico al molo attrezzato

Il trasporto via mare non elimina tuttavia il problema dello scarico del materiale, traslato nel porto di destinazione. Le infrastrutture necessarie aumentano con la dimensione dei pezzi, come si intuisce logicamente se si pensa alle dimensioni di conci per murature confrontate con quelle di grandi elementi architettonici. Le testimonianze contabili greche menzionano i *χωματα*,

⁴²² Scardozzi et al. 2023, pp. 168–170.

⁴²³ Auriemma et al. 2004; Mastronuzzi et al. 2017.

⁴²⁴ Scardozzi et al. 2023, p. 170.

⁴²⁵ Gianfrotta 2008, pp. 86–87; Felici 2020, pp. 150–154.

interpretati in certi contesti non come semplici argini o gettate, ma come moli portuali attrezzati per lo sbarco di elementi pesanti⁴²⁶. Anche quando il dettaglio architettonico del molo non è conservato, la menzione stessa indica che il porto diventa parte del cantiere, quasi un'estensione infrastrutturale del tempio.

Questa osservazione è utile per l'Occidente arcaico, dove spesso la documentazione epigrafica è più scarsa: la logica operativa suggerisce che, laddove si importassero elementi o si gestissero grandi volumi via mare, dovessero esistere spazi e strutture di sbarco capaci di sostenere macchine di sollevamento e stoccaggi temporanei.

2.3.10.5. Macchine da carico e manutenzione

Le operazioni di imbarco e sbarco richiedono macchinari e manutenzione, nonché legname, corde, pece. Alcune iscrizioni contabili relative a installazioni di carico registrano spese per macchine (μαχανώματα), legname, corde e fasce d'imbrago, e persino interventi di riparazione⁴²⁷. La filiera lapidea implica quindi una "zona grigia" di costi e lavoro, tra cordami, carpenterie e riparazioni, che raramente lascia tracce dirette, ma senza la quale il trasporto di grandi elementi sarebbe impraticabile.

Per la Magna Grecia questo modello invita a cercare, più che grandi impianti portuali rigidamente specializzati, una costellazione di indizi convergenti, come aree di sbarco o approdi arcaici, tratti di costa compatibili con il carico e lo scarico di conci, strutture di contenimento o terrazzamento in prossimità del litorale e dei corsi d'acqua, e soprattutto connessioni funzionali fra questi punti e i percorsi che risalgono verso i santuari o i nuclei urbani. Per Metaponto e Poseidonia, dove il rapporto fra costa, aree umide e territorio agricolo è strutturale, il problema non è dimostrare a priori l'esistenza di un porto lapideo specializzato, ma verificare se l'insieme di approdi minori, corridoi d'acqua e piani di carico possa aver sostenuto una logistica mista, analoga nei principi a quella osservabile in altri contesti costieri del⁴²⁸.

2.3.10.6. Modello operativo misto per le colonie achee, tra brevi tratti di terra e di mare

Per molte *poleis* coloniali costiere il modello più plausibile è dunque quello misto. Il blocco viene estratto nell'area della *chora* o in prossimità dell'abitato, percorre un primo tratto terrestre fino a un punto d'imbarco, prosegue per acqua fino all'approdo urbano o sacro e affronta infine

⁴²⁶ Felici 2020, p. 153.

⁴²⁷ Felici 2020, p. 154.

⁴²⁸ Felici 2020, pp. 150–154; Carter 2005, pp. 98–102; Amato et al. 2012, pp. 148–152.

l'ultimo miglio verso il santuario mediante rampe, slitte e piazzali di cantiere. Un simile sistema riduce l'attrito del lungo trasporto terrestre, ma richiede al tempo stesso una notevole capacità di coordinamento fra due ambienti tecnici diversi, quello della strada e quello dell'acqua. Per questa ragione la scelta del trasporto misto non è soltanto una soluzione economica, bensì anche un indice del controllo politico esercitato sulla costa, sulle maestranze, sugli animali da traino e sulle carpenterie necessarie all'imbarco e allo sbarco⁴²⁹.

2.3.11. Standardizzazione, modularità e forma costruibile: dal singolo blocco al tempio dorico arcaico

2.3.11.1. La standardizzazione come soluzione logistica prima che estetica

Nel tempio dorico arcaico, soprattutto in contesti dove la pietra locale è abbondante, con calcari e calcareniti, la standardizzazione dei pezzi non è solo una questione relativa all'impiego di un determinato ordine architettonico, quanto anche una strategia per rendere la fabbrica templare trasportabile e montabile. Se il cantiere può contare su serie di blocchi con misure ripetute, i flussi di cava e di trasporto diventano più prevedibili, si riducono i tempi di adattamento in opera e si controllano meglio gli scarti.

Qui è utile il confronto con contesti in cui l'infrastruttura di trasporto pone limiti diretti alla taglia dei blocchi. Nel caso del tracciato di cava a Delfi, l'attenzione alle pendenze e alla praticabilità per veicoli pesanti suggerisce che il percorso stesso definisca una soglia realistica alla dimensione dei pezzi e condizioni quindi scelte tecniche a monte⁴³⁰.

2.3.11.2. Elementi e gerarchie: fondazioni, elevato, componenti speciali

La fabbrica templare produce una gerarchia di componenti che riflette direttamente la logistica dell'approvvigionamento. Le fondazioni e i nuclei murari richiedono grandi quantità di blocchi con maggiore tolleranza dimensionale; i fronti in vista, come stereobate e crepidoma, esigono invece un controllo più accurato della squadratura; colonne, tamburi, basi e capitelli sono pezzi pesanti ma relativamente serializzabili; la trabeazione, infine, comprende elementi più delicati e spesso esposti, per i quali la qualità della pietra e la precisione della lavorazione diventano decisive. In questa prospettiva la gerarchia dei pezzi è inseparabile dalla gerarchia delle cave, dei tempi di estrazione e dei rischi di trasporto.

⁴²⁹ Felici 2020, pp. 147–154.

⁴³⁰ Hansen et al. 2017, p. 216.

Questo schema non richiede numeri per essere convincente, ma coerenza logica. Se la pietra è cavata in maniera diffusa e sbazzata in loco, la cava lascia una firma archeologica fatta di scaglie e di evidenze di pre-lavorazione. Dove la cava è anche officina, cresce la probabilità di serialità dei pezzi e di un controllo dimensionale anticipato.

2.3.11.3. L'economicità della produzione "a misura"

Produrre elementi "a misura" in cava o in un'area di pre-lavorazione comporta vantaggi evidenti, perché riduce il volume da trasportare, limita le rotture dovute all'eccesso di massa, abbrevia i tempi di rifilatura in cantiere e rende più prevedibile il montaggio. Tuttavia questa scelta esige una competenza tecnica stabile, perché la pre-formazione di elementi complessi sposta il controllo qualitativo a monte del cantiere e obbliga cavatori e scalpellini a lavorare in stretta coordinazione con chi monta e rifinisce. Nelle colonie achee, tale esigenza può riflettere tanto l'arrivo di maestranze esperte quanto il rapido consolidamento di competenze locali attraverso cantieri lunghi e ad alta densità organizzativa.

Produrre elementi complessi in cava anziché in cantiere è più vincolante, perché implica una competenza tecnica stabile e un controllo qualità elevato in cava. Cavatori e scalpellini devono cioè necessariamente coordinarsi con chi monta e rifinisce gli elementi. Nelle colonie achee, questa necessità è compatibile con due scenari non esclusivi, ovvero l'importazione di maestranze esperte e il consolidamento rapido di competenze locali, grazie a cantieri di lunga durata e forte centralità civica.

2.3.11.4. Sequenza di cantiere e ritmo di approvvigionamento

Il fabbisogno di pietra di un tempio non è diacronicamente uniforme. Le fondazioni richiedono un grande volume in una fase relativamente concentrata, mentre l'elevato richiede una fornitura più calibrata, coordinata con la posa e con le lavorazioni di dettaglio. Il risultato pratico è che cave e trasporto devono poter cambiare regime, da una produzione massiva a una produzione selettiva.

Per Metaponto e Poseidonia questo punto è particolarmente rilevante, perché i grandi santuari coloniali mostrano fasi di avvio, ripresa e rinnovamento che presuppongono un mutamento del ritmo di approvvigionamento. Anche in assenza di testimonianze contabili, tali passaggi possono essere colti indirettamente attraverso blocchi incompiuti, variazioni nei segni di taglio, differenze nella qualità litologica dei lotti e mutamenti nelle soluzioni di posa. Una lettura diacronica della

pietra consente così di riconoscere non solo dove il materiale è stato estratto, ma anche quando e in quale regime produttivo esso è entrato nel cantiere⁴³¹.

2.3.11.5. L'architettura dorica arcaica in Occidente come risposta a un ambiente litico specifico

La monumentalità dei templi arcaici della Magna Grecia può essere letta come risposta convergente a tre condizioni: la disponibilità di pietre sedimentarie locali relativamente lavorabili, la possibilità di organizzare filiere a corto raggio attraverso cave periurbane o nella *chora* prossima, e la centralità del tempio come dispositivo identitario e politico della *polis* coloniale. Il quadro non è deterministico, poiché la sola presenza della pietra non basta a spiegare la forma architettonica. Esso, tuttavia, rende plausibile che mole dimensionale, ripetizione modulare e robustezza costruttiva si affermino con particolare intensità dove il costo logistico marginale dell'approvvigionamento è relativamente più basso⁴³².

Lo stesso quadro aiuta a leggere Poseidonia, dove emerge che l'architettura tardo-arcaica dell'Italia meridionale non è una derivazione passiva dalla Grecia, ma un campo di sperimentazione autonomo, capace di combinare continuità locali e nuovi impulsi⁴³³. Nel cosiddetto tempio di Nettuno, la differenziazione degli interassi, il maggiore peso conferito alla fronte, il coordinamento non puramente astratto tra colonne e trabeazione e la vitalità plastica dell'insieme mostrano un progetto che lavora sulla massa costruita e sulla resa percettiva delle membrature architettoniche, non soltanto su rapporti geometrici ideali. Per la logistica della pietra questo significa che serialità, modularità e robustezza non sono categorie separate dalla forma, ma condizioni attraverso cui la forma stessa diventa costruibile e riconoscibile nello specifico ambiente litico dell'Occidente acheo⁴³⁴.

2.3.11.6. I casi di studio di tradizione achea

Nei casi di studio di tradizione achea, l'analisi deve dunque interrogare in modo puntuale quali componenti risultino maggiormente seriali, quali indizi di pre-lavorazione siano effettivamente attestati e quale percorso logistico appaia più credibile. Per Metaponto, la documentazione delle Tavole Palatine suggerisce una particolare utilità di dati stratigrafici e osservazioni sui materiali in situ; per Poseidonia, risultano invece decisivi il rilievo geomorfologico, l'analisi delle

⁴³¹ Rescigno et al. 2024, pp. 193–200; Cozzolino et al. 2019.

⁴³² Greco 2002; Russell 2017.

⁴³³ Mertens 2006.

⁴³⁴ Mertens 2006, pp. 216–217, 284–293.

anomalie del substrato e il rapporto fra cave di prossimità e stabilità del suolo. In entrambi i casi, scavi, rilievi architettonici e analisi litologiche non sono appendici specialistiche, ma il luogo in cui la teoria della filiera si lascia verificare nel dettaglio⁴³⁵.

2.3.12. Ricostruire la filiera nella Magna Grecia arcaica. Un protocollo operativo tra evidenze, inferenze e verifiche

Nell'Occidente arcaico, la ricostruzione della filiera dalla cava al cantiere non può appoggiarsi su registri contabili o decreti dettagliati. Per questo la metodologia più solida può consistere in una sorta di triangolazione che combini le tracce di cava e del paesaggio estrattivo, i confronti petrografici e di provenienza, la topografia dei percorsi e la fattibilità concreta dei trasporti, l'archeologia del cantiere con i suoi depositi e i suoi scarti, e infine comparazioni controllate con contesti meglio documentati nella Madrepatria. La forza di questo metodo sta nel fatto che nessun indizio viene assunto isolatamente, ma è la convergenza dei dati a produrre una catena argomentativa persuasiva.

A questa triangolazione topografica va aggiunta una cautela archeometrica. È stato rilevato che l'attribuzione di provenienza per i marmi bianchi funziona davvero solo quando si combinano petrografia di sezione sottile, isotopi stabili del carbonio e dell'ossigeno e analisi di elementi minori e in traccia; nessun indicatore, preso da solo, garantisce risultati robusti⁴³⁶. Il monito è rafforzato dalla revisione del campo isotopico del marmo pentelico, che ha mostrato quanto database incompleti o mal calibrati possano produrre attribuzioni in contrasto con le attese storico-artistiche⁴³⁷. Per i calcari, la diffusione locale del materiale non elimina il problema della provenienza, ma impone di integrare isotopi, osservazione macroscopica, microscopia e tessitura o fossili, poiché la variabilità interna dei giacimenti può mascherare le differenze tra località⁴³⁸.

In Magna Grecia occorre non indagare solo la presenza di latomie monumentali, ma micro-indizi ripetuti e coerenti nel paesaggio, pur nella grande difficoltà di tale impresa. Il caso di Didyma è paradigmatico perché insegna che la cava può presentarsi come rete di superfici sfruttate e piccoli campi estrattivi, identificabili soprattutto grazie a cumuli di scaglie e segni di lavorazione⁴³⁹.

Occorre valutare la fattibilità del trasporto. Il tracciato di cava a Delfi dimostra che il percorso è spesso una preconditione del cantiere, dunque non basta che la pietra esista e venga lavorata, ma

⁴³⁵ Cozzolino et al. 2019; Rescigno et al. 2024, pp. 191–200.

⁴³⁶ Moens, De Paepe e Waelkens 1992, pp. 247–248.

⁴³⁷ Matthews et al. 1992, pp. 203–204.

⁴³⁸ Wenner e Herz 1992, pp. 199–200.

⁴³⁹ Borg e Borg 2003, pp. 430–432.

deve ovviamente poter arrivare a destinazione. Per Metaponto e Poseidonia la sfida non deriva tanto dalla presenza di forti pendenze quanto da quella di suoli alluvionali, aree umide, attraversamenti e marcata stagionalità. Un dato spesso trascurato nelle ricostruzioni generali è che, quando il sistema è ben organizzato, le prestazioni ottenibili non sono affatto marginali: nel caso di Eleusi, l'analisi del trasporto di tamburi, citato *supra*, evidenzia che trainare circa 9 tonnellate per circa 40 km in 2 giorni e mezzo o 3 giorni implica una media di circa 15 km al giorno, ossia un ordine di grandezza attorno ai 2 km/h, prestazione che presuppone sia un assetto tecnico adeguato sia, soprattutto, una rotazione dei gioghi e un uso flessibile delle risorse disponibili lungo il percorso⁴⁴⁰. Ne consegue che la verifica della fattibilità deve basarsi su ricostruzioni topografiche dei corridoi di minor costo, sulla distribuzione degli affioramenti litici e sulla relazione fra percorsi terrestri, corsi d'acqua e zone litoranee. Anche qui il problema logistico si rivela come un problema territoriale⁴⁴¹.

Laddove ne sussistano i presupposti storici e archeologici, si possono cercare tracce del trasporto nautico, ovvero piattaforme, bitte, scivoli, piani di carico⁴⁴².

Le indagini recenti sulle cave costiere dimostrano che è possibile trasformare le tracce estrattive in dati quantitativi utili alla ricostruzione della filiera: nel caso di Porto Miggiano, la combinazione di laser scanner terrestre e fotogrammetria da drone ha consentito non solo di distinguere settori e fasi di coltivazione, ma anche di stimare i volumi complessivi asportati, per un ordine di grandezza di circa 12.000 m³, ponendo così le basi per collegare produzione estrattiva, scarto prevedibile e potenziale fabbisogno di un grande cantiere. Questo approccio è metodologicamente esportabile in Magna Grecia, perché permette di affiancare alla lettura qualitativa della cava una misura verificabile della scala di sfruttamento e, indirettamente, della pressione logistica esercitata sul territorio e sui trasporti⁴⁴³.

Ogni tempio o caso-studio, infine, dovrebbe essere costruito come una vera e propria catena di prove: identificazione del litotipo presente nell'edificio, confronto con i litotipi compatibili nella *chora*, riconoscimento delle evidenze di cava come fronti, scaglie, tagli o bitte, ricostruzione del percorso plausibile via terra, via mare o in forma mista, individuazione degli indicatori di pre-lavorazione e standardizzazione, e valutazione finale delle implicazioni in termini di tempi, costi

⁴⁴⁰ Raepsaet 1984, p. 133.

⁴⁴¹ Hansen et al. 2017, p. 216; Carter 2005, pp. 100–104; Amato et al. 2012, pp. 145–149.

⁴⁴² Felici 2020, pp. 150–152.

⁴⁴³ Scardozzi et al. 2023, pp. 176–178, 181.

e organizzazione. In questo modo il discorso non procede per analogie generiche, ma per verifiche successive e cumulative.

2.3.13. Metaponto, Tavole Palatine: materiali, micro-logistica e tracce di cantiere nella stratigrafia

2.3.13.1. Un santuario “segnaletico” nel territorio: posizione, percorsi e visibilità come fattori logistici

Il santuario extraurbano di Hera alle Tavole Palatine offre un punto di partenza particolarmente adatto per discutere la filiera cava–cantiere in un contesto acheo, perché la sua collocazione è descritta, anche nella storiografia moderna, come marcatore territoriale lungo una direttrice di mobilità⁴⁴⁴. Il complesso templare, su una modesta altura presso il Bradano e lungo la direttrice Metaponto–Taranto, ha agito da riferimento nel paesaggio e nella percorrenza del territorio, e ciò mostra che la scelta del sito interagisce con corridoi di trasporto (terra e forse acqua), e rende ipotizzabile un’organizzazione dell’approvvigionamento che sfrutti tratti di mobilità già strutturati o facilmente strutturabili. Che il santuario sia percepito anche in età moderna come punto-fisso territoriale lungo una direttrice di transito è coerente con la sua collocazione immediatamente riconoscibile rispetto alla viabilità costiera e al fiume Bradano: la posizione presso la Strada Statale Jonica e sulla destra del Fiume Bradano, evidenzia come la rovina del tempio abbia continuato a funzionare come riferimento topografico e percettivo nel paesaggio, cioè come un elemento che rende leggibile una direttrice di mobilità a scala locale e micro-regionale⁴⁴⁵.

2.3.13.2. L’arenaria come pietra da costruzione e come scarto di lavorazione

Nel resoconto delle campagne 2022–2023 emerge con chiarezza la presenza di pietra arenacea, nel senso archeologico-operativo del termine, tanto nei blocchi quanto nei livelli di scarto. Il muro attribuito al primo *temenos*, già individuato da Adamesteanu, è descritto come composto da grossi blocchi squadrati di arenaria, ai quali si accompagnano livelli con scaglie dello stesso materiale interpretate come esito di spoliazioni o rilavorazioni tarde⁴⁴⁶. Il dato è importante perché mostra insieme la pietra come materiale strutturale – blocchi, zoccoli, apparecchi – e la

⁴⁴⁴ Castoldi 2007, p. 249, n. 1.

⁴⁴⁵ Lazzarini 2010, p. 5.

⁴⁴⁶ Rescigno et al. 2024, pp. 191, 196–197.

pietra come residuo tecnico, capace di documentare interventi di cantiere e spoliazioni anche quando le fasi costruttive originarie sono scarsamente leggibili.

Nel quadro metodologico, questo tipo di scaglie va trattato con estrema attenzione, perchè possono indicare pre-lavorazione e cantiere, ma possono anche essere prodotte da una spoliazione tardiva. La stratigrafia e la datazione dei livelli diventano quindi decisive per evitare attribuzioni improprie alla fase arcaica.

2.3.13.3. Il muro di *temenos* come indicatore di filiera a corto raggio

Gli scavi recenti hanno portato in luce lo zoccolo del muro per circa 17 m, con uno spessore medio di 0,7 m, costituito da un unico filare di blocchi squadrati; sullo zoccolo si conservano indizi di un elevato in materiale deperibile e, nel complesso, l'assenza di un vero cavo di fondazione⁴⁴⁷. Questo quadro suggerisce l'impiego di blocchi grandi ma non monumentali, quindi di una pietra reperibile e lavorabile senza l'infrastruttura complessa richiesta da monoliti o pezzi eccezionali; suggerisce inoltre lavorazioni compatibili con un cantiere misto, nel quale pietra, crudo e legno cooperano nelle fasi iniziali della monumentalizzazione; rende infine verosimile un approvvigionamento locale o di prossimità, adatto a strutture lineari e seriali per le quali il trasporto terrestre breve è economicamente il più vantaggioso.

2.3.13.4. Incassi, cardini e carpenterie: un sistema tecnico più ampio oltre alla pietra

Un elemento prezioso del resoconto è la descrizione di incassi sul piano di attesa dello zoccolo, due quadrangolari e uno circolare, interpretato come possibile cardine di porta⁴⁴⁸. Anche senza forzare l'interpretazione, questi dettagli mostrano la compresenza di pietra e legno, la necessità di componenti non lapidei – carpenterie, serramenti, manutenzioni – e la possibilità di ricostruire, a partire da micro-evidenze, funzioni quali accessi e dispositivi di controllo dello spazio sacro. La filiera del cantiere risulta così più ampia della sola filiera lapidea, pur trovando nella pietra uno dei suoi principali archivi materiali.

2.3.13.5. Quando lo scarto parla del cantiere o della sua conclusione

Nel settore nord, sono presenti concentrazioni di scaglie e ciottoli, inclusa una massicciata con pietre più grosse sul fondo e pochi frammenti ceramici⁴⁴⁹. Anche con tutta la prudenza

⁴⁴⁷ Rescigno et al. 2024, pp. 196–200.

⁴⁴⁸ Rescigno et al. 2024, pp. 196–197.

⁴⁴⁹ Rescigno et al. 2024, pp. 199–200.

interpretativa necessaria, un deposito di questo tipo può essere letto sia come infrastruttura di cantiere – piano di lavoro, drenaggio, camminamento o stabilizzazione – sia come esito di ripareggiamenti più tardi legati all’obliterazione e al rialzamento dei piani. La filiera cava–cantiere va anche qui letta non solo nel momento dell’arrivo della pietra, ma anche nelle sue successive trasformazioni, smontaggi e reimpieghi.

2.3.13.6. Il tempio tardo-arcaico e la sequenza di monumentalizzazione: implicazioni per l’approvvigionamento

Come esito di un progetto tardo-arcaico, ultimo capitolo della tradizione dorica achea, il tempio ha visto successivi rinnovamenti delle decorazioni del tetto tra fine VI e primi decenni del V secolo a.C.⁴⁵⁰. Anche senza addentrarsi nella storia formale dell’edificio, questo dato è utile per la filiera, poiché una monumentalizzazione in più momenti comporta cicli diversi di domanda lapidea, possibili variazioni nella provenienza o nella qualità dei lotti e la necessità di mantenere attive, o almeno riattivabili, cave e percorsi di approvvigionamento.

La sequenza di monumentalizzazione consente dunque di trasformare il problema dell’approvvigionamento in un problema di storia del cantiere: petrografia, segni di utensili, differenze dimensionali e qualità dei lotti possono infatti aiutare a distinguere le varie fasi costruttive, i momenti di restauro e gli eventuali riusi di materiale. La pietra, in altri termini, conserva la cronologia operativa dell’edificio non meno delle sue forme.

2.3.13.7. Implicazioni del caso di Metaponto sulla filiera achea in Occidente

Il caso delle Tavole Palatine mostra con particolare chiarezza tre dati di fondo. In primo luogo, territorio e mobilità costituiscono il quadro delle possibilità logistiche, poiché la collocazione del santuario lungo una direttrice di percorrenza ne fa un nodo leggibile nel paesaggio⁴⁵¹. In secondo luogo, la pietra va letta insieme come materiale da costruzione e come “scarto stratigrafico”, giacché blocchi, scaglie e massicciate documentano non solo la fabbrica originaria ma anche le trasformazioni successive del sito⁴⁵². In terzo luogo, le architetture di recinzione e le fasi iniziali di monumentalizzazione rimandano a cantieri ibridi, nei quali la compresenza di

⁴⁵⁰ Rescigno et al. 2024, p. 193.

⁴⁵¹ Rescigno et al. 2024, pp. 191–192.

⁴⁵² Rescigno et al. 2024, pp. 191, 199–200.

pietra, terra e legno riduce la pressione sul trasporto dei grandi elementi, senza per questo eliminare la necessità di un forte coordinamento organizzativo⁴⁵³.

2.3.13.8. Un modello parametrico per stimare tempi, forze e costi del trasporto lapideo. Il caso delle Tavole Palatine.

Per mettere a frutto in modo operativo i dati tecnici disponibili, è possibile costruire un modello parametrico capace di stimare, a parità di litotipo e di taglia dei blocchi, il numero di gioghi necessari, i tempi di percorrenza, i costi minimi in “giorni-giogo”, distinguendo due scenari alternativi per un ipotetico trasferimento di blocchi dall’area tarantina al santuario di Hera alle Tavole Palatine⁴⁵⁴: un percorso interamente terrestre lungo la piana ionica e un percorso misto con tratta marittima e “ultimo miglio” su terra. La logica di fondo consiste nel tradurre la fattibilità del trasporto in un equilibrio tra resistenza al movimento (attrito, rotolamento e pendenza), energia animale disponibile e organizzazione del convoglio. In questa prospettiva, la stima non mira a produrre un numero certo in assoluto, ma a generare un intervallo di plausibilità calibrabile con dati locali di pendenze reali, suoli, stagionalità, infrastrutture.

Una prima formalizzazione può assumere che la trazione richiesta sia la somma di una quota proporzionale al peso trainato e di una quota legata alla pendenza del tracciato, consentendo di passare dai parametri fisici (massa del blocco più massa del mezzo di trasporto) al numero di paia di buoi necessari, con margini di sicurezza quando il suolo peggiora o compaiono ostacoli; la discussione delle energie animali e delle grandezze in gioco permette appunto di ragionare in modo esplicito sulla trazione sostenibile e sui suoi limiti in funzione del contesto⁴⁵⁵.

In termini applicativi, se si assume un blocco (o carico complessivo con slitta o carro) di 4.000 kg, la trazione richiesta può variare di un ordine di grandezza a seconda delle condizioni: su un terreno di buona qualità e pianeggiante basta una frazione ridotta del peso, mentre su un terreno “avverso” o cedevole la quota di peso trasformata in resistenza cresce drasticamente. Se al problema del suolo si sommano micro-pendenze anche modeste, che nella pratica contano perché obbligano a raddoppiare o triplicare lo sforzo in punti specifici, il numero di paia necessarie cresce rapidamente e rende indispensabile la disponibilità di equipaggi aggiuntivi e la loro rotazione⁴⁵⁶.

⁴⁵³ Rescigno et al. 2024, pp. 196–200.

⁴⁵⁴ Così come ipotizzato dallo studio di Lazzarini 2010.

⁴⁵⁵ Raepsaet 2019, pp. 92, 94.

⁴⁵⁶ Raepsaet 2019, p. 94.

La coerenza di questa impostazione è ancora una volta verificabile per confronto con un caso documentato: a Eleusi, trainare circa 9 tonnellate per circa 40 km in 2,5–3 giorni (circa 2 km/h, circa 15 km/giorno) implica un'organizzazione in cui il numero totale di gioghi disponibili è superiore a quelli contemporaneamente in tiro, perché occorre sostituire gli animali, gestire i punti critici del percorso e adattarsi alle variabili ambientali⁴⁵⁷. Proiettando questo ordine di grandezza su una distanza costiera confrontabile tra area tarantina e territorio metapontino, uno scenario interamente terrestre può essere descritto come sequenza di giornate di lavoro relativamente brevi ma regolari, con una produttività giornaliera plausibile solo se il percorso è preparato e mantenuto, e se la logistica è in grado di gestire scorte, cambi e manutenzioni. In questo senso il punto non è “se” si possa trasportare, ma “quante risorse” occorra immobilizzare per farlo in modo ripetuto e affidabile.

Dal punto di vista economico-organizzativo, il parametro più utile diventa allora il “giorno-giogo”. La documentazione sul trasporto pesante in Grecia mostra che l'ordine di grandezza degli equipaggi può arrivare a diverse decine di paia complessive mobilitate e contabilizzate, e che tale numerosità va letta come disponibilità e coordinamento nel tempo più che come tiro simultaneo e continuo⁴⁵⁸. Nell'ipotesi Taranto-Metaponto, ciò significa che il costo complessivo del trasporto terrestre cresce non linearmente con la distanza, perché ogni incremento di fatica e rischio, come suolo umido, attraversamenti, tratti instabili, richiede ridondanza, cioè gioghi aggiuntivi, personale di supporto, manutenzione del mezzo e del tracciato, e tempi di sosta. In parallelo, uno scenario misto, con breve tratto di terra, mare e poi di nuovo terra, riduce drasticamente la porzione “ad attrito alto” del percorso, ma sposta il problema sulle micro-infrastrutture di carico e scarico e sull'ultimo miglio fino al santuario. Qui torna centrale la ricerca di aree attrezzabili come banchine, scivoli e piani di carico, perché senza quel segmento tecnico la convenienza del mare resta teorica.

La trasferibilità metodologica di indagini su cave costiere dotate di piattaforme e accessi diretti al mare ha mostrato come tali dispositivi possano essere riconosciuti e, soprattutto, misurati in termini di volumi e fasi, offrendo un modo per collegare scala estrattiva e scala logistica⁴⁵⁹. Nel caso specifico delle Tavole Palatine, infine, l'inquadramento topografico del sito come nodo leggibile lungo la direttrice Metaponto–Taranto e presso il Bradano consente di formulare due corridoi alternativi da testare, per esempio, in GIS: un corridoio costiero terrestre e un corridoio costiero marittimo con breve trasporto di adduzione, assumendo come vincoli rispettivamente

⁴⁵⁷ Raepsaet 1984, p. 133.

⁴⁵⁸ Burford 1960, p. 14.

⁴⁵⁹ Scardozzi et al. 2023, pp. 176–178, 181.

suolo praticabile e presenza di punti di approdo. La ricostruzione può essere impostata come scenario calcolato su superficie di costo, secondo un approccio già sperimentato per la connettività territoriale antica mediante scenari computazionali basati su evidenze archeologiche e descrizioni di viaggio⁴⁶⁰. Il valore di questo modello, anche se necessariamente ipotetico finché non venga verificata petrograficamente l'eventuale provenienza tarantina del materiale, è che produce una griglia controllabile. In sostanza, se un blocco di una certa massa richiede, su certi suoli e per certe distanze, un certo numero di “giorni-giogo”, allora la scelta tra terra e mare non è più una preferenza generica, ma una decisione storicamente significativa in termini di capacità organizzativa, disponibilità di risorse e controllo delle infrastrutture.

2.3.14. Poseidonia arcaica: disponibilità litica, condizioni ambientali e cantierizzazione

2.3.14.1. Un'arcaicità monumentale e le sue condizioni materiali

Nel passaggio dall'Egeo all'Occidente, l'architettura templare arcaica si confronta con contesti in cui calcari e calcareniti locali possono essere abbondanti nel territorio. In questo quadro, Poseidonia rappresenta un laboratorio di ricerca privilegiato. Qui, la monumentalità dei templi non va letta soltanto come trasferimento di modelli, ma come esito di un equilibrio tra ambizione civica e fattibilità materiale, che include la reperibilità della pietra, la stabilità del suolo e la gestione delle acque.

2.3.14.2. La variabile ambientale come variabile logistica: suoli, acque, sedimenti

Un tratto cruciale, spesso sottovalutato nelle sintesi architettoniche, è che l'approvvigionamento lapideo non finisce con l'arrivo del blocco: la posa in opera dipende dalla stabilità del piano di cantiere, dai drenaggi, dalle trasformazioni del suolo. Gli studi geologici e sedimentologici sull'area di Poseidonia-Paestum sottolineano la presenza e la storia deposizionale di rocce carbonatiche, come i travertini, e il contesto geomorfologico locale, utile per collegare materiale e ambiente⁴⁶¹. Dal punto di vista della filiera, la conseguenza è che in contesti dove acqua e sedimenti condizionano il sito, una parte invisibile del costo e del tempo di costruzione è legata alla preparazione del terreno (livellamenti, drenaggi, massicciate), cioè a infrastrutture che possono consumare pietra “di servizio” oltre a quella architettonica.

⁴⁶⁰ McHugh 2019, p. 208.

⁴⁶¹ Amato et al. 2012, pp. 150–153.

2.3.14.3. Cave locali e “filiera corta”: vantaggi e vulnerabilità

Se si ipotizza, come spesso avviene per i contesti occidentali, una filiera prevalentemente locale, il vantaggio principale è la riduzione del rischio e del costo del trasporto a lungo raggio. Ma la filiera corta crea anche vulnerabilità specifiche, poichè aumenta la dipendenza dalla qualità del banco locale e quindi da problemi di porosità o alterabilità, rende più necessarie protezioni e trattamenti superficiali, come stucchi e manutenzioni, e concentra in tempi relativamente brevi la movimentazione di grandi quantità di pietra, con una forte richiesta di manodopera e di animali da traino.

Questa lettura può essere ulteriormente rafforzata da future analisi litologiche dedicate ai materiali dei templi pestani. Già allo stato attuale, tuttavia, gli studi geomorfologici e geologici disponibili consentono di affermare che la disponibilità di rocce carbonatiche locali e la complessità idrologica del sito sono stati due variabili strutturali della cantierizzazione arcaica⁴⁶².

2.3.14.4. Trasporto via mare e approdi: quando l’infrastruttura esterna è parte del tempio

Come già visto, per una città costiera o prossima alla costa, il mare può integrare la filiera, ma solo se esistono spazi di carico e scarico adeguati. Le evidenze e i modelli discussi per le latomie costiere mostrano che una cava litoranea efficace è già predisposta per il trasferimento dei blocchi e per l’ormeggio⁴⁶³. Anche qui, individuare potenziali punti di carico e micro-infrastrutture, dove conservate, significa completare la catena cava–cantiere con un anello spesso assente nelle ricostruzioni.

2.3.14.5. Una sintesi operativa per Poseidonia

Per Poseidonia la sintesi deve far dialogare tre livelli che non possono essere separati: la geologia e la disponibilità dei materiali, con le loro proprietà meccaniche e i loro limiti di alterabilità; l’ambiente fisico, fatto di drenaggi, massicciate, suoli e dinamiche sedimentarie; e infine la logistica vera e propria, ossia le modalità con cui strade, approdi, aree di deposito e scarti di lavorazione si distribuiscono nello spazio del santuario e del suo intorno. Solo l’intreccio di questi tre livelli consente di restituire la specificità del cantiere pestano.

⁴⁶² Amato et al. 2012, pp. 145–149; Cozzolino et al. 2019, pp. 60–63.

⁴⁶³ Felici 2020, pp. 150–152.

2.3.15. Dal metodo al confronto per il mondo occidentale

La connessione finale tra i casi achei e i modelli comparativi mostra che la filiera lapidea va intesa come un campo di forze nel quale territorio, tecnica e amministrazione sono implicate reciprocamente. Metaponto, e in particolare il santuario delle Tavole Palatine, documenta attraverso la stratigrafia la compresenza di blocchi, scaglie, ripareggiamenti e fasi diverse di gestione dello spazio sacro⁴⁶⁴; Poseidonia mette invece in evidenza il peso delle condizioni ambientali e della disponibilità carbonatica locale nella definizione di una lettura propriamente geo-logistica del cantiere⁴⁶⁵. I confronti esterni, in particolar modo quelli della Madrepatria, non servono a colmare arbitrariamente le lacune, ma a costruire una griglia interpretativa controllata, entro la quale i dati della Magna Grecia possano essere letti senza forzature⁴⁶⁶.

2.4. I tempi del cantiere

2.4.1. La durata dei cantieri templari nel mondo greco

La durata di un cantiere è naturalmente determinata da una serie di vari fattori, non sempre prevedibili, spesso diacronici, consustanziali alla natura stessa di un'attività in divenire come quella edilizia. Nel caso specifico degli edifici templari, si possono osservare grandi differenze

⁴⁶⁴ Rescigno et al. 2024, pp. 191, 196–200.

⁴⁶⁵ Amato et al. 2012, pp. 152–156; Cozzolino et al. 2019, pp. 64–67.

⁴⁶⁶ Borg e Borg 2003, pp. 430–432; Hansen et al. 2017, p. 216; Felici 2020, pp. 150–154.

nella conclusione dei cantieri, dai tempi record del Partenone, completato in 15 anni, a quelli plurisecolari di Dydimi. Come già accennato, i fattori intervenuti nella rapidità o meno di esecuzione sono molteplici e non necessariamente noti, mentre il dato dimensionale finale di ciascun edificio – oggettivo e quantificabile – può fornire un parametro importante nella stima dei tempi di cantiere in relazione all’impegno energetico profuso.

La durata di un cantiere antico è infatti il risultato di una combinazione di fattori tecnici, economici, politici e rituali, come disponibilità dei materiali, distanza delle cave, organizzazione delle maestranze, continuità dei finanziamenti, stagionalità dei trasporti e degli approvvigionamenti e, non di rado, sospensioni dovute a guerre o a cambiamenti del programma edilizio. Nel mondo greco il tempo del cantiere può essere ricostruito sia attraverso testimonianze dirette – epigrafiche, letterarie o documentarie – sia per via indiretta, a partire dalla cronologia delle singole fasi edilizie e delle trasformazioni progettuali. In questo senso il cantiere non coincide mai semplicemente con una linea continua che va dall'inizio alla fine dei lavori, ma con una sequenza di avanzamenti, pause, riprese e ridefinizioni⁴⁶⁷.

Per l’edilizia greca classica e tardoarcaica le iscrizioni ateniesi mostrano con particolare chiarezza che l’idea di completamento era centrale nella percezione antica del costruire: il lessico di *ergon* e di *telos* distingue l’opera compiuta, quella parzialmente lavorata e quella interrotta⁴⁶⁸; allo stesso tempo, alcuni documenti definiscono veri e propri termini di consegna misurati in giorni, mesi o anni. Ciò significa che, almeno nei contesti meglio documentati, la dimensione temporale del cantiere era un dato amministrativamente osservabile e storicamente significativo⁴⁶⁹.

Nel caso specifico dei templi, la variabilità è notevole, e si passa, come già accennato, da cantieri relativamente rapidi a imprese plurisecolari e incompiute. Per la Magna Grecia arcaica il problema si complica, perché la documentazione epigrafica è molto più povera che in Attica, e di conseguenza, la durata deve spesso essere ricostruita attraverso cronologie stratigrafiche, sequenze delle terrecotte architettoniche, mutamenti di progetto e confronto tipologico tra edifici formalmente omogenei⁴⁷⁰.

Se si osserva la serie dei grandi templi greci fra età arcaica ed età imperiale, emerge anzitutto una fascia di cantieri ordinari che, pur con oscillazioni sensibili, sembra concentrarsi entro un arco di circa 10-40 anni. In questa fascia rientrano, con diversa scala, il tempio di Athena a

⁴⁶⁷ Marginesu 2014, pp. 129-135.

⁴⁶⁸ Papini 2019.

⁴⁶⁹ Marginesu 2014, pp. 133-135.

⁴⁷⁰ Lippolis, Livadiotti, Rocco 2007, pp. 498-499; Mertens 2006.

Poseidonia, il tempio di Hera al Sele, il tempio C di Selinunte, il Partenone e il tempio di Zeus a Olimpia. A questi si contrappongono da un lato i piccoli cantieri di rapida esecuzione, come il tempio di Atena Nike, dall'altro i grandi monumenti la cui storia costruttiva coincide con una successione di fasi e rifondazioni politiche, come il tempio di Apollo a Didima e il tempio di Zeus Olimpio ad Atene⁴⁷¹.

I cantieri nelle colonie dell'Occidente dorico mostrano una forte concentrazione fra la seconda metà del VI e la prima metà del V secolo a.C., con una serie di edifici che sembrano collocarsi, in condizioni normali, entro tempi di circa 10-20 anni o, nei casi più complessi, entro 30-40 anni. Tuttavia questi valori devono essere letti alla luce delle modifiche progettuali in corso d'opera (Tab. 5). Per esempio, nella cosiddetta Basilica di Poseidonia sono documentate variazioni interne della cella, i templi A e B di Metaponto mostrano riprese e ridefinizioni, mentre il tempio G di Selinunte costituisce invece il caso esemplare di un cantiere monumentale interrotto e mai compiuto⁴⁷² (Fig. 1).

Tabella 5. Durata dei principali cantieri templari greci e magnogreci

Tempio	Data inizio	Data fine	Durata (anni)	Dimensioni (m)	Volume (m ³)	Bibliografia specifica
Heraion di Samo	570 a.C.	522 a.C.	48	55.16 × 112.20	n.d.	Buschor 1930; Dinsmoor 1950, pp. 45-46, 48, 124-125, 134-136, 330; Kyrieleis 1981, pp. 63-81; Gruben 2001, pp. 350-365; Rocco 2003, pp. 69-74, 88-93.
Tempio di Artemide (Efeso)	560 a.C.	III sec. a.C.	>200	55.10 × 115.14	n.d.	Dinsmoor 1950, pp. XI-XII, 40, 127-132, 224-226; Berve e Gruben 1962, pp. 272-278; Bammer e Muss 1996, pp. 44-58; Rocco 2003, pp. 74-83, 139.
Poseidonia, Tempio di Hera I (cd. Basilica)	poco dopo il 550 a.C.	520-510 a.C.	ca. 30-40	24.50 × 54.30	3,565	Griffo 1937; Krauss 1941; Mertens 2000; Mertens 2006, pp. 137, 140-148; Martin 1987, p. 536.
Tempio C di Selinunte	550 a.C. ca.	530 a.C. ca.	ca. 20	23.93 × 63.76	n.d.	Gabrics 1935, coll. 167 ss.; Gullini 1985, pp. 442, 462-467; Mertens 2006, pp. 119-125.
Tempio G di Selinunte	530/520 a.C.	409 a.C. (incompiuto)	>111	44.97 × 109.12	n.d.	Dinsmoor 1950, pp. 99 ss.; Gullini 1985, pp. 444-445; Mertens 2006, pp. 231-235; Agnello e Cannella 2022, pp. 2-3.
Poseidonia, Tempio di Athena	510 a.C.	500 a.C. ca.	ca. 10	14.54 × 32.88	2,769	Sestieri 1976; Sestieri Bertarelli 1980-84; Zevi 1990; Cipriani and Avagliano 1993; Mertens 2006, pp. 97,

⁴⁷¹ Dinsmoor 1950, pp. 159-169, 338; Mallwitz 1972, pp. 255-266; Hurwit 2004, pp. 72-76, 106-154.

⁴⁷² Mertens 2006, pp. 137-148, 231-235, 283-295; Lippolis, Livadiotti, Rocco 2007, pp. 778-801.

						148, 164, 166, 226-227; Martin 1987, p. 536.
Tempio di Zeus (Olimpia)	472/468 a.C.	456/457 a.C.	16	27.66 × 64.12	n.d.	Adler 1892; Mallwitz e Schiering 1964; Mallwitz 1972, pp. 255-266.
Poseidonia, Tempio di Hera II	ca. 460 a.C.	ca. 450 a.C.	ca. 10	24.30 × 59.90	10,962	Krauss 1941; Mertens 1990; Greco e Longo 2001; Mertens 2006, pp. 283-295, 339; Martin 1987, p. 536.
Tempio di Efesto (Atene)	449 a.C.	415 a.C. ca.	34	13.71 × 31.78	n.d.	Dinsmoor 1941; Dinsmoor 1950, pp. 179-182, 337; Plommer 1950, pp. 67-78; Thompson e Wycherley 1972; Wyatt e Edmondson 1984.
Partenone (Atene)	447 a.C.	432 a.C.	15	30.88 × 69.50	n.d.	Dinsmoor 1950, pp. 159-169, 338; Travlos 1971, pp. 444-454; Korres 1994a; Korres 1994b; Hurwit 2004, pp. 72-76, 106-154.
Tempio della Concordia (Agrigento)	440 a.C. ca.	430-420 a.C. ca.	ca. 10-20	16.91 × 39.44	n.d.	Marconi 1929a, pp. 80-86; De Waele 1980, pp. 222-227; Mertens 1984a, pp. 108-117; Mertens 2006, pp. 391-396.
Tempio di Atena Nike (Atene)	427 a.C.	424 a.C. ca.	3	5.40 × 8.17	n.d.	Travlos 1971, pp. 148-157; Wesenberg 1981, pp. 28-54; Mark 1993; Shultz 2001, pp. 1-47; Hurwit 2004, pp. 181-191.
Eretteo (Atene)	421 a.C.	406/405 a.C.	15	11.63 × 22.76	n.d.	Stevens 1946a; Dinsmoor 1950, pp. 187-191, 340; Travlos 1971, pp. 213-227; Hellmann 1999, pp. 63-66; Pakkanen 2006.
Tempio di Apollo (Didima)	ca. 300 a.C.	età romana avanzata / incompiuto	>600	51.70 × 109.00	n.d.	Wiegand e Knackfuss 1941; Haselberger 1985, pp. 126-132; Borg e Borg 2003, pp. 271, 274-275.
Tempio di Zeus Olimpio (Atene)	ca. 515 a.C.	131/132 d.C.	ca. 646	41.14 × 107.86	n.d.	Travlos 1971, pp. 402-411; Tölle and Kastenbein 1994b; Sakka 2024, p. 165.
Metaponto, Tempio A (fase II)	570-560 a.C.	550-540 a.C. ca.	ca. 10-20	20.55 × 49.82	n.d.	Mertens 1975, pp. 341-344; Mertens Horn 1992; Mertens 1993a; Winter 1993, p. 285; Mertens 2001, pp. 53-54; Mertens 2006, pp. 92-93, 138, 157.
Metaponto, Tempio B (fase II)	550-540 a.C. ca.	530 a.C. ca.	ca. 10-20	19.85 × 38.30	n.d.	Winter 1993, pp. 282-283; Mertens 2006, pp. 150-151, 157-158, 303.
Metaponto, Tempio D	470 a.C. / terzo quarto V sec.	terzo quarto V sec.	n.d.	15.70 × 39.26	n.d.	Rocco 2003, pp. 106-108; Mertens 2006, pp. 296-302.
Metaponto, Tempio extraurbano di Hera (Tavole Palatine)	ultimo ventennio VI sec. a.C.	ultimo ventennio VI sec. a.C.	n.d.	16.13 × 33.24	n.d.	Winter 1993, p. 283; Mertens 1974, pp. 212-216; Mertens 2006, pp. 217-218, 254, 303.

Poseidonia, Tempio di Hera alla foce del Sele (fase II)	510 a.C.	500 a.C. ca.	ca. 10	18.65 × 38.97	2,200	Sestieri 1950; Zancani Montuoro e Zanotti Bianco 1951; Greco 2001; Mertens 2006, pp. 220-222; Martin 1987, p. 536.
Crotone, Tempio di Hera Lacinia (fase II)	secondo quarto V sec. a.C.	secondo quarto V sec. a.C.	n.d.	22.18 × 55.61	n.d.	Mertens 1984a; Mertens 1984b, pp. 78-82; Mertens 2006, pp. 276-278
Taranto, cd. Tempio di San Domenico	età arcaica / fine VI-inizi V sec. a.C.	secondo quarto V sec. a.C. (incompiuto)	n.d.	12.00 × 30.00 (platea)	n.d.	Lippolis 1995a, pp. 65-67; Mertens 2002b, pp. 334-336; Mertens 2006, pp. 279, 371.
Taranto, cd. Tempio di Poseidone	primo quarto VI sec. a.C.	primo quarto VI sec. a.C.	n.d.	n.d.	n.d.	Lippolis 1982, pp. 86-91; Lippolis 1995a, pp. 67-69; Mertens 2002b, pp. 331-334; Mertens 2006, pp. 129-130.

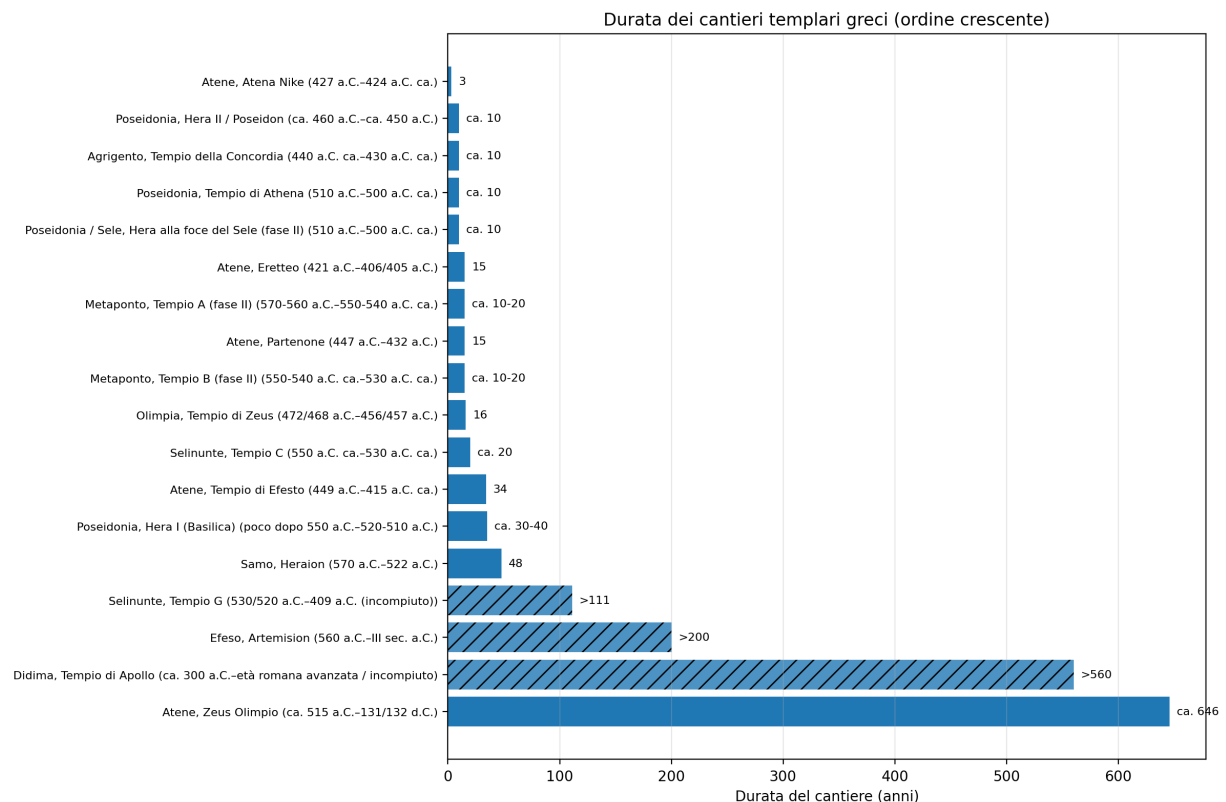


Fig. 1. Durata di alcuni significativi cantieri templari greci (in ordine crescente). Le barre tratteggiate indicano valori minimi relativi a edifici incompiuti o di durata solo inferibile per soglia.

Il grafico mostra con chiarezza una distribuzione fortemente asimmetrica: la maggior parte dei templi si colloca sotto i 50 anni, mentre i grandi cantieri “anomali” – Didima, Artemision di Efeso e Olympieion – appartengono a una storia costruttiva di lunga durata, scandita da interruzioni, rifondazioni o riprese connotate da avvenimenti politici. In termini strettamente comparativi, i templi magnogreci arcaici si concentrano soprattutto fra 10 e 40 anni, una fascia

che appare compatibile con programmi edilizi intensi ma ancora governabili all'interno di una stessa generazione all'interno della *polis*⁴⁷³.

2.4.2. Una proposta di metodo per interpretare la durata dei cantieri: l'Efficienza Costruttiva Teorica (ECT)

Dal momento che non sempre l'elevato è sopravvissuto alla prova del tempo, e di conseguenza ogni quantificazione sarebbe comunque generica e viziata dalle lacune informative di ciascun caso, un metodo di calcolo che sia allo stesso tempo rapido e capace di garantire un buon margine di affidabilità potrebbe consistere nell'interpolazione dei dati relativi alla durata nota del cantiere con quelli dell'area dello stilobate. Quest'ultima, infatti, oltre a essere spesso sopravvissuta o comunque ricavabile dalle fondazioni, fornisce con una moderata approssimazione la "quantità" dell'edificio templare, tanto più se il confronto avviene tra casi di studio le cui proporzioni sottendono alle regole di uno stesso stile architettonico – nel caso in questione, il dorico - e in un intervallo cronologico non troppo esteso. Per rendere comparabili edifici anche molto diversi per scala, ma omogenei per tipologia, si può introdurre, quindi, un indicatore sintetico che rapporti la durata del cantiere all'estensione planimetrica del tempio, l'Efficienza Costruttiva Teorica (ECT), che può dunque essere espressa da una formula semplice, $ECT = T / S$, dove T indica la durata del cantiere in anni e S la superficie dello stilobate in m². Il risultato non equivale chiaramente alla "produttività" reale complessiva di un cantiere e dei suoi attori. Esso misura piuttosto, meno pretenziosamente, il rapporto tra tempo investito e scala dell'edificio, consentendo di distinguere i casi in cui la durata appare coerente con la grandezza del tempio da quelli in cui intervengono fattori perturbanti, quali interruzioni, cambi di programma, sovrapposizioni di fasi, mutamenti di orientamento o completamenti differiti⁴⁷⁴.

Per i cantieri della Magna Grecia arcaica l'indice appare particolarmente utile, perché la povertà relativa della documentazione epigrafica impedisce spesso di ricostruire salari, appalti e scansioni annuali dei lavori. In tali contesti l'ECT non sostituisce l'analisi stratigrafica o la storia architettonica del monumento, ma ne costituisce una sintesi comparativa rapida e controllabile. Essa acquista significato soprattutto quando viene letta insieme a dati qualitativi, ovvero qualità della pietra, distanza delle cave, presenza di porti o strade, volume dei materiali e tracce di mutamento progettuale⁴⁷⁵ (Tab. 6).

Tabella 6. ECT dei templi per i quali la durata è numericamente utilizzabile

Tempio	Inizio	Durata	Superficie (m ²)	ECT (anni/m ²)	Tipo di valore	Nota

⁴⁷³ Marginesu 2014, pp. 129-135; Mertens 2006, pp. 119-148, 220-235.

⁴⁷⁴ Martin 1987, pp. 534-536; Lippolis, Livadiotti, e Rocco 2007, pp. 498-499.

⁴⁷⁵ Martin 1987, pp. 534-536; Mertens 2006; Lippolis, Livadiotti, e Rocco 2007, pp. 778-801.

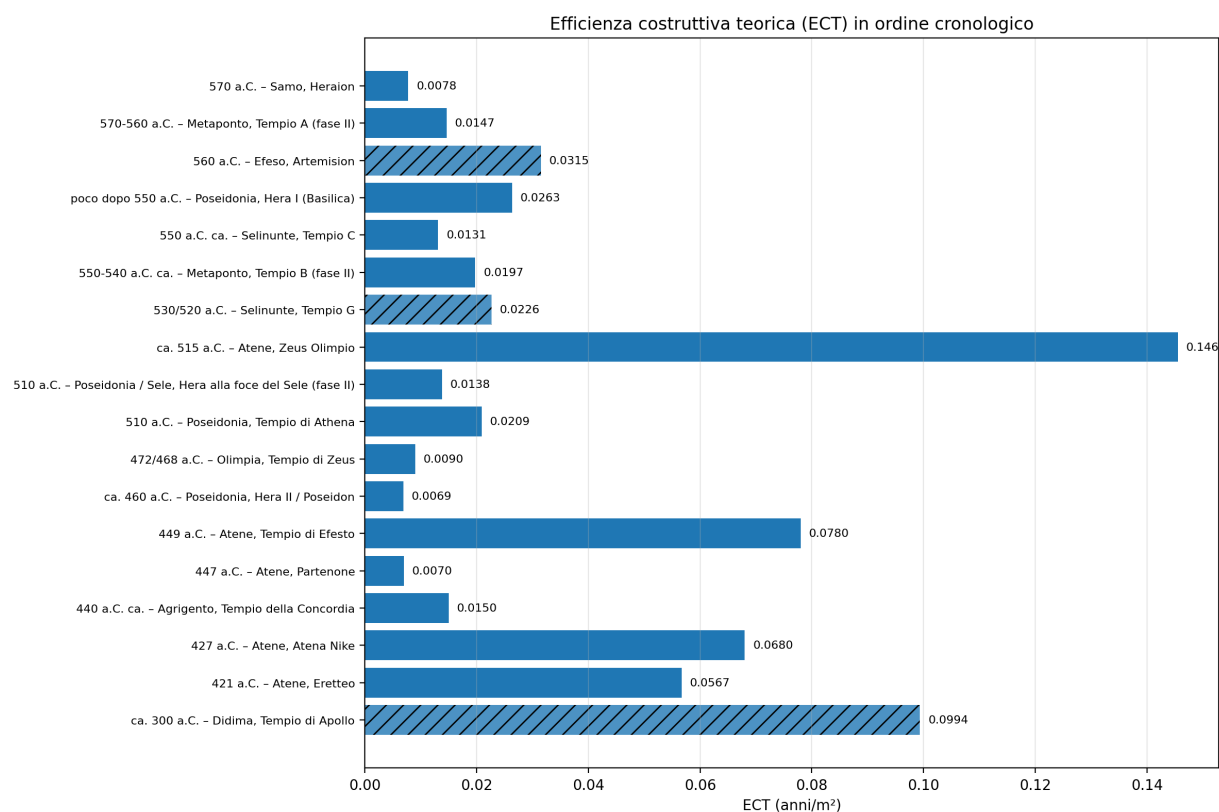


Fig. 2 Andamento dell'ECT in ordine cronologico. Le barre tratteggiate corrispondono a valori minimi (cantieri incompiuti o plurisecolari).

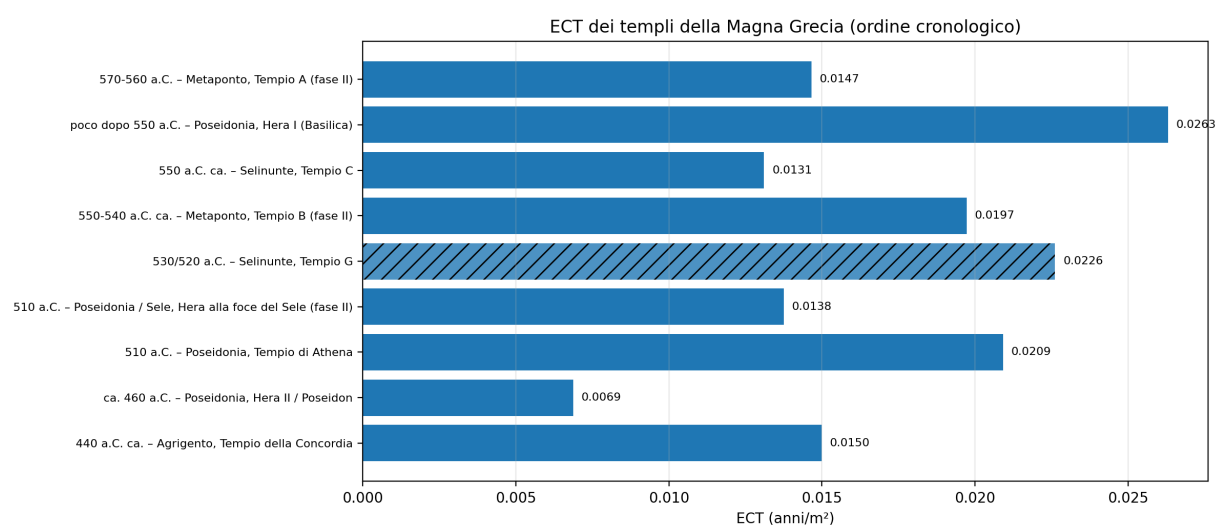


Fig. 3 ECT dei templi della Magna Grecia in ordine cronologico. Il tempio G di Selinunte è rappresentato come soglia minima.

L'ideale andamento cronologico dell'ECT mostra che i valori più bassi appartengono ai grandi cantieri che, pur monumentali, sembrano essere stati portati avanti con notevole concentrazione di risorse: il Partenone (ca. 0,0070 anni/m²), Hera II a Poseidonia (ca. 0,0069), il tempio di Zeus a Olimpia (ca. 0,0090) e l'Heraion di Samo (ca. 0,0078). Al contrario, valori elevati come quelli del tempio di Efesto, dell'Eretteo, di Atena Nike e soprattutto dell'Olympieion e di Didyma non indicano automaticamente una minore "efficienza" del lavoro, segnalano piuttosto cantieri

condizionati da piccola scala ma alta rifinitura, lunghe interruzioni, ridefinizioni di progetto o cronologie eccezionalmente dilatate⁴⁷⁶.

Per la Magna Grecia il dato più interessante è la relativa concentrazione dei valori fra circa 0,013 e 0,026 anni/m² nei cantieri arcaici che sono stati regolarmente completati: tempio C di Selinunte, templi A e B di Metaponto, Hera I di Poseidonia, Hera alla foce del Sele, tempio di Athena a Poseidonia e, con un valore leggermente più basso, il tempio della Concordia. Questo addensamento suggerisce che, al di là delle specificità locali, esistesse nell'Occidente greco una soglia relativamente coerente di investimento temporale rispetto alla scala planimetrica dei principali edifici dorici. La forte riduzione del valore nel caso di Hera II a Poseidonia può essere letta come l'effetto di una fabbrica più matura e pienamente controllata sul piano tecnico e proporzionale⁴⁷⁷. Il dato elevato del tempio G di Selinunte, invece, costituisce solo una soglia minima, destinata ad aumentare se si volesse computare l'intera parabola del monumento incompiuto.

L'utilità storiografica che si vuole offrire con l'indicatore di ECT consiste, dunque, non nel sostituire la storia del cantiere con una formula, ma nel fornire un elemento di interpretazione metrico comparativo quanto più affidabile. In particolare per la Magna Grecia arcaica, dove le cronologie di costruzione sono spesso indirette e la documentazione epigrafica è esile⁴⁷⁸, l'indice può aiutare a riconoscere soglie di investimento, anomalie e differenze di organizzazione del lavoro all'interno di un medesimo orizzonte culturale. Letta insieme alle trasformazioni di progetto, alla qualità della pietra e alla topografia dei santuari, l'ECT permette di interpretare meglio la densità storica dei cantieri antichi senza ridurli a una nozione astratta di produttività.

⁴⁷⁶ Hurwit 2004, pp. 181-191; Marginesu 2014, pp. 129-135; Sakka 2024, p. 165; Borg and Borg 2003, pp. 271, 274-275.

⁴⁷⁷ Mertens 2006, pp. 119-148, 220-235, 283-295, 391-396.

⁴⁷⁸ Lippolis, Livadiotti, Rocco 2007, pp. 778-801; Martin 1987, pp. 534-536.

2.4.3. Il ruolo delle stagioni e del clima nei cantieri antichi

« σοὶ δ' ἔργα φίλ' ἔστω μέτρια κοσμεῖν,
ὥς κέ τοι ὠραίου βίотου πλήθωσι καλῶς »
“Abbi cura di organizzare con misura il tuo lavoro
affinchè nella stagione giusta i granai siano pieni ”
(Op. et D., 306-307)

Il mondo greco antico, dispiegato lungo una vasta area geografica caratterizzata principalmente dal clima mediterraneo, vedeva un legame profondo tra ambiente naturale e organizzazione sociale, in particolar modo nel campo dell'edilizia monumentale. L'alternarsi delle stagioni determinava la pianificazione dei cantieri monumentali e delle attività costruttive in generale, che si svolgevano di preferenza nei mesi primaverili e autunnali, evitando l'estate torrida e l'inverno piovoso⁴⁷⁹, ma questa distinzione non era necessariamente così netta. Le oscillazioni climatiche nell'area egea e più in generale mediterranea comportavano un'organizzazione edilizia attenta alla ciclicità delle condizioni climatiche e alla sua relazione con le durata di alcuni processi tecnici, come la posa della calce o la stagionatura dei materiali lapidei. Le condizioni meteorologiche invernali, per esempio, determinavano durante la stagione fredda l'interruzione della navigazione marittima, fenomeno noto come *mare clausum*, che poteva impedire l'approvvigionamento dei materiali da costruzione via mare e bloccare molte attività nei cantieri⁴⁸⁰. Ognuna delle tecniche costruttive “ancillari” venivano calibrate anch'esse sulle condizioni meteorologiche, come la preparazione della calce, la lavorazione del legno e l'intonacatura, che richiedevano temperatura e umidità stabili⁴⁸¹. Le città greche, come Olinto, testimoniano una progettazione architettonica integrata con il sole e le correnti stagionali, con orientamenti solari precisi volti a garantire comfort termico naturale durante l'anno⁴⁸². L'architettura greca non era dunque solo tecnica, ma anche frutto di una conoscenza ecologica sofisticata che traduceva l'osservazione delle stagioni in pratiche costruttive funzionali e durevoli. I grandi cantieri pubblici, specialmente quelli templari, erano programmati seguendo o alternandosi con il calendario agricolo e religioso, per non sottrarre forza lavoro in periodi cruciali della vita rurale⁴⁸³. Anche le scelte dei materiali erano condizionate dal microclima: zone più umide privilegiavano argilla e pietra dura, mentre in zone secche si adottavano tecniche più leggere e isolanti. La visione del tempo ciclico nella mondo greco si applicava così programmazione delle attività edilizie, che seguivano il ritmo della natura come una scansione

⁴⁷⁹ Panessa 1981.

⁴⁸⁰ Tammuz 2005.

⁴⁸¹ Cagnana 2000; Cecconi 2024.

⁴⁸² Lepore 2005.

⁴⁸³ Brogiolo, Cagnana 2012.

sacra del lavoro⁴⁸⁴. Questa visione fondeva tra loro sapere pratico, osservazione del clima e rapporto *ante litteram* tra uomo e ambiente nella costruzione del paesaggio urbano antico.

L'analisi delle fonti dimostra che la stagionalità non era una semplice limitazione imposta dal clima, ma una forma di regolazione produttiva, tanto stabile da essere interiorizzata nei modelli organizzativi dei cantieri, nelle tariffe di lavoro e persino nelle consuetudini religiose. Viceversa, fattori quali feste religiose o condizioni meteorologiche avverse potevano incidere sui tempi del cantiere fino alla sospensione temporanea dei lavori⁴⁸⁵, generalmente per una durata prevedibile o comunque limitata, a differenza di quanto poteva avvenire nell'eventualità, frequente, di un conflitto bellico⁴⁸⁶. Il clima agiva come una "infrastruttura invisibile" dell'edilizia antica, determinando non solo la durata dei lavori, ma anche la sequenza logica delle fasi, il reclutamento dei lavoratori e il costo complessivo dell'opera.

Già gli autori antichi riconoscevano che l'efficacia dei materiali e la sicurezza delle strutture dipendevano dal momento dell'anno. Vitruvio raccomandava che "i mattoni non devono essere fatti d'inverno né d'estate, ma in autunno o primavera"⁴⁸⁷ o che "il legname va tagliato dall'inizio dell'autunno fino a quel momento prima che soffi il Favonio"⁴⁸⁸, ammonendo che l'umidità avrebbe dissolto ciò che d'estate diventava solido. Queste osservazioni empiriche riflettevano un sapere condiviso, basato sulla lunga esperienza dei cantieri, in cui ogni stagione aveva un ruolo preciso nel ciclo edilizio. In età romana, come ipotizzano gli studi di Janet DeLaine⁴⁸⁹, l'anno edilizio effettivo doveva essere di circa 220 giorni, un periodo compreso tra aprile e novembre, quando il clima permetteva di lavorare all'aperto e la luce diurna garantiva giornate di 9-10 ore. Questo stesso principio trova però una sua origine più antica nel mondo greco, in particolare quello miceneo, dove la stretta connessione tra il ciclo delle stagioni, il calendario agricolo e quello edilizio regolava la disponibilità di manodopera e l'organizzazione delle fasi operative.

2.4.3.1. Il mondo egeo e il ciclo climatico della costruzione micenea.

Il rapporto tra clima, stagioni e organizzazione del lavoro edilizio rappresenta un aspetto finora non adeguatamente esplorato ma fondamentale per comprendere la logica economica e produttiva dei palazzi micenei e riportarla nel più ampio contesto della cantieristica antica. La documentazione amministrativa in lineare B fornisce solo indizi indiretti sulla relazione tra clima, stagioni e attività edilizie nell'età micenea, ma la combinazione delle testimonianze

⁴⁸⁴ Malavolta 2005.

⁴⁸⁵ Fotou 2016, p. 77.

⁴⁸⁶ Sulle cause di interruzione dei cantieri antichi si veda il paragrafo dedicato.

⁴⁸⁷ *Vitr. De arch.* II 3, 1-2.

⁴⁸⁸ *Vitr. De arch.* II 9, 1.

⁴⁸⁹ De Laine 1997.

epigrafiche e archeologiche consente di delineare un quadro coerente, con un sistema di razionamento e di impiego della manodopera rigidamente scandito nel tempo. L'analisi delle fonti epigrafiche, in particolare le tavolette rinvenute a Pilo e a Tebe, permette di riconoscere una gestione mensile e presumibilmente stagionale dei cantieri edilizi, in stretta connessione con i cicli agricoli e climatici del Mediterraneo. Attraverso il confronto tra dati testuali e archeologici, è possibile delineare un quadro nel quale i lavori di costruzione, le forniture di materiali e la distribuzione della forza lavoro rispondono, nel mondo miceneo, a una pianificazione edilizia dettata ai ritmi naturali dell'anno⁴⁹⁰.

Un documento fondamentale in questo senso è la tavoletta PY Fn 7 dal palazzo di Pilo, che registra la distribuzione di razioni di cereali (*HORD*) e fichi (*SUZA*) a varie categorie di artigiani e operai, tra cui muratori (*to-ko-do-mo*), segatori (*pi-ri-e-te-re*) e carpentieri (*pa-te-ko-to*)⁴⁹¹. Il termine *o-pi-me-ne*, presente in tale tavoletta, è stato interpretato come *opi mē(n)nei*, cioè “per mese” (*ἐπιμήνιος*), indicando una razione mensile assegnata ai lavoratori⁴⁹². L'esatta corrispondenza, nelle due sezioni della tavoletta, tra le distribuzioni registrate su base, rispettivamente, giornaliera e di trenta giorni⁴⁹³ dimostrerebbe che, tendenzialmente, la gestione stessa della manodopera fosse scandita su base mensile, suggerendo che la remunerazione alimentare e, di conseguenza, l'organizzazione del lavoro fossero regolati su un calendario regolare e probabilmente stagionale⁴⁹⁴.

Sebbene le tavolette non menzionino quindi in modo esplicito le stagioni propriamente dette, il sistema mensile di razioni e la natura delle attività edilizie implicano in qualche modo un adattamento ai cicli stagionali. Dal momento che costruzioni in muratura e legno dovevano richiedere condizioni meteorologiche asciutte e stabili le fasi più intense dei lavori edilizi si concentravano con buona probabilità nei mesi primaverili ed estivi, mentre l'autunno e l'inverno erano presumibilmente dedicati alla preparazione dei materiali o ad altre mansioni amministrative e artigianali⁴⁹⁵. L'organizzazione “per mese” attestata a Pilo non va dunque interpretata solo come misura contabile, ma anche come riflesso di un ritmo stagionale del lavoro, scandito anche dai tempi dell'agricoltura.

⁴⁹⁰ Darcque 2005, p. 234.

⁴⁹¹ Montecchi 2013, pp. 123-130.

⁴⁹² Pia De Fidio (1989, p. 15) seguendo l'orientamento esegetico di altri studiosi osserva che il testo “induce a ritenere che almeno alcune razioni fossero calcolate su base mensile, con un corrispettivo di trenta giorni” (De Fidio 1989, pp. 25-26). L'autrice suggerisce tuttavia cautela nell'assumere che la cadenza mensile fosse la regola, ammettendo la possibilità che altri fattori influenzassero entità e cadenza delle razioni, come i rapporti di dipendenza dei beneficiari con il palazzo o altre circostanze variabili.

⁴⁹³ Montecchi 2013, pp. 124-126.

⁴⁹⁴ De Fidio 1989, p.

⁴⁹⁵ De Fidio 2001, pp. 15-24.

Questa connessione emerge anche nel più ampio quadro dell'economia palaziale, dove i registri agricoli (le tavolette An, E, Fn di Pilo e Cnosso) mostrano un'intima relazione tra attività produttive e stagioni. Le prestazioni d'opera (*o-pa*), interpretate come obblighi di lavoro collettivo al servizio del palazzo assimilabili a *corvée*⁴⁹⁶, sono spesso legate alla raccolta dei cereali o alla manutenzione dei terreni e degli edifici, attività anch'esse soggette ai ritmi stagionali del mondo miceneo. Le analogie tra i sistemi di registrazione delle *o-pa* e delle razioni mensili dei cantieri edilizi suggeriscono una integrazione amministrativa fra lavori agricoli e costruzioni, forse con impiego della stessa manodopera nei diversi periodi dell'anno⁴⁹⁷.

Dal punto di vista pratico, il clima mediterraneo avrebbe condizionato la calendarizzazione delle grandi opere architettoniche. Le fasi di scavo delle fondazioni, di messa in opera dei blocchi e di preparazione dei materiali da costruzione — quali gesso, calce e legno — richiedevano un clima asciutto, libero da piogge e da gelate⁴⁹⁸. È verosimile, dunque, che la concentrazione stagionale delle attività edilizie, condizionata dal clima mediterraneo, fosse integrata nei meccanismi di controllo e redistribuzione della manodopera palaziale⁴⁹⁹.

Anche la documentazione tebana conferma un'organizzazione simile: nelle tavolette TH Gp 112, 114, 147 e 175, i carpentieri (*te-ka-ta-si*) ricevono razioni di grano e vino, registrate sempre con riferimento a unità mensili di misura (*o-pi-me-ne*)⁵⁰⁰. Tale costanza amministrativa, riscontrata in diversi centri palatini, indica un calendario comune del lavoro e un coordinamento sistematico tra le varie sedi del regno, probabilmente connesso al ciclo agricolo e climatico annuale.

L'organizzazione del lavoro edilizio nel mondo miceneo appare scandita da un tempo duplice: da un lato, quello amministrativo e documentario, espresso nei registri in lineare B che enumerano maestranze e materiali secondo la logica contabile dei palazzi; dall'altro, quello ambientale e stagionale, ricavabile attraverso le tracce materiali dei cantieri e le loro dipendenze dal ciclo climatico del Mediterraneo.

Alcune testimonianze epigrafiche provenienti da Creta, Peloponneso e Beozia, costituiscono la base più antica per ricostruire la gestione del lavoro nel pieno periodo palaziale, tra TE IIIA e IIIB (ca. XV-XIII a.C.), quando i palazzi di Cnosso, Micene, Tirinto e Pilo amministravano gruppi di artigiani e costruttori specializzati. In particolare, le tavolette della serie *An* di Pilo, rispettivamente 18 e 35, documentano maestranze edilizie e contesti di cantiere: un muratore

⁴⁹⁶ Killen 1999; Montecchi 2013, pp. 204-206.

⁴⁹⁷ Killen 2008.

⁴⁹⁸ Darcque 2005, pp. 19, 92, 228.

⁴⁹⁹ Killen 2008.

⁵⁰⁰ Montecchi 2011, pp. 172-175.

assente a *to-ko-do-mo a-pe-o* nella prima⁵⁰¹, muratori a Pilo, Leuktron e squadre inviate a *me-te-to* e *sa-ma-ra* nella seconda⁵⁰². Il tema della mobilità della manodopera non è peregrino in questo contesto dedicato alla stagionalità: la pratica di registrare l'assenza di alcune figure poteva essere funzionale anche al reclutamento di forza lavoro "supplente", da prelevare da aree periferiche⁵⁰³ con quello che ne conseguiva in termini di risorse umane, agricole o pastorali, che sarebbero state sottratte ai campi o agli allevamenti. Queste fonti, benché non menzionino esplicitamente mesi o stagioni, riflettono un'amministrazione che operava in sincronia - o comunque doveva necessariamente confrontarsi - con i cicli produttivi e con la disponibilità periodica della manodopera, dipendente dal calendario agricolo. In sintesi, la presenza di formule temporali come *o-pi-me-ne* suggerisce non solo una gestione mensile delle maestranze ma anche l'esistenza di una implicita calendarizzazione.

A questa dimensione gestionale e palaziale, ancora prevalentemente "statica" e burocratica, ne succede una nuova, in una fase compresa tra la fine del TE IIIB e l'inizio del IIIC (ca. 1250–1150 a.C.), in cui l'analisi archeologica dei cantieri di Micene, Tirinto e Midea rivela ancora una volta un'organizzazione del lavoro fondata su principi climatici e stagionali.

Le evidenze archeologiche provenienti dall'Argolide e dal mondo egeo rivelano che già nel Tardo Elladico, tra XIV e XIII secolo a.C., la costruzione seguiva una pianificazione strettamente stagionale⁵⁰⁴. La Grecia di questo periodo era caratterizzata da una civiltà profondamente agricola, e l'attività edilizia si inseriva in un ciclo annuale scandito dal lavoro dei campi, dal clima mediterraneo e dalla disponibilità stagionale delle risorse. Il tempo della costruzione era un tempo biologico e climatico, non un semplice calendario tecnico: le finestre stagionali di lavoro erano determinate dalle condizioni di temperatura, umidità e meteorologiche, senza contare possibili variabili quali eventi cataclismatici, a partire dai terremoti.

Le ricostruzioni paleoclimatiche dell'Argolide mostrano che tra il XIV e il XII secolo a.C. il clima fu caratterizzato da estati aride e calde e inverni piovosi e miti, con occasionali periodi di stress idrico o piogge irregolari⁵⁰⁵. Queste fluttuazioni influenzarono direttamente la tempistica

⁵⁰¹ Montecchi 2013, p. 148.

⁵⁰² RegISTRAZIONI prive di toponimo potrebbero riferirsi a manodopera attiva nel centro stesso Montecchi 2013, pp. 149-150.

⁵⁰³ Killen 2006, p. 77.

⁵⁰⁴ Gli studi di Ann Brysbaert costituiscono oggi un punto di riferimento per la ricostruzione di questi calendari edilizi e in generale per tutta l'archeologia dei cantieri micenei. L'archeologa introduce il concetto di "forces of the lands" (2020, pp. 45–47), la forza del paesaggio e delle risorse naturali come fattori che determinano la logistica edilizia, così come la pietra, il legno e l'acqua, risorse locali e stagionali, condizionavano il ritmo del lavoro tanto quanto il numero di operai.

⁵⁰⁵ Timonen e Brysbaert 2021.

dei lavori edilizi, costringendo i cantieri micenei a una pianificazione flessibile. La costruzione era dunque, più che un processo continuo, un sistema ritmico, dove ogni stagione dettava le proprie condizioni operative: la cava e il trasporto di materiale lapideo avvenivano nei mesi asciutti, le decorazioni e gli intonaci in quelli umidi, la manutenzione durante l’inverno.

Nel ricostruire il ciclo edilizio annuale dell’Argolide micenea, in particolare per Micene, Tirinto e Midea, Ann Brysbaert⁵⁰⁶ ha ricostruito il ciclo edilizio annuale evidenziando quattro momenti operativi distinti, ciascuno con una logica tecnica e stagionale.

Stagione	Mesi	Attività principali	Condizioni climatiche
Primavera	Mar–Mag	Intonaci e pitture murali	Temperatura mite, umidità costante
Estate	Giu–Set	Cava, trasporto, montaggio blocchi	Strade asciutte, buoi disponibili
Autunno	Set–Nov	Sbozzatura (<i>dressing</i>), mattoni crudi, legno	Umidità controllata
Inverno	Dic–Feb	Carpenterie interne, finiture	Riduzione lavori esterni

La primavera e l’inizio dell’autunno favorivano l’asciugatura graduale di intonaci e pitture, processo che poteva protrarsi per mesi. Tale essiccamento, avviato lentamente in primavera e accelerato con l’arrivo del calore estivo, consentiva condizioni ottimali anche per la pittura all’aperto, come attestato da fonti classiche successive⁵⁰⁷.

La tecnica “a secco”, basata su leganti a base di uovo o gomme vegetali, poteva teoricamente essere praticata in ogni stagione, poiché richiedeva solo una superficie asciutta. Le analisi condotte a Pilo indicano l’uovo come principale legante, proveniente da oche selvatiche, anatre e forse polli domestici⁵⁰⁸, ma sulla presenza di questi ultimi in Grecia nell’età del Bronzo sono state espresse una serie di criticità⁵⁰⁹: la disponibilità di tuorli d’uovo dev’essere dipesa fortemente, di conseguenza, piuttosto da oche e anatre selvatiche, le quali depongono al massimo rispettivamente 8 e 13 uova all’anno, e soprattutto solo verso la fine della primavera. Questa marcata stagionalità nella reperibilità delle uova rafforza l’ipotesi - già avanzata in studi precedenti - che nell’Egeo del Tardo Bronzo le tecniche pittoriche a fresco e a secco fossero probabilmente utilizzate in combinazione. La “finestra primaverile” risultava cruciale anche per

⁵⁰⁶ Brysbaert 2025, pp. 38–41. Il testo del contributo è ampiamente riformulato in italiano nei paragrafi seguenti.

⁵⁰⁷ *Frontin., De aq.*, 123 vedi *infra*.

⁵⁰⁸ Brecolaki et al. 2012.

⁵⁰⁹ “attualmente esiste una letteratura eccessivamente ampia sulla presenza del pollo nell’età del Bronzo in Grecia rispetto alle prove effettive, che restano molto incerte” (traduzione dell’autore da comunicazione personale di Dimitra Mylona ad Ann Brysbaert, riportata da quest’ultima nel corso di una conferenza tenutasi ad Atene nel mese di ottobre 2025, al quale chi scrive ha partecipato).

la produzione di malte di calce, poiché le precipitazioni residue permettevano la spegnitura lenta della calce e la conservazione del materiale fino ai mesi caldi⁵¹⁰.

L'estate rappresentava naturalmente il cuore dell'attività edilizia: le strade erano asciutte, i buoi liberi dai lavori agricoli e la luce diurna lunga abbastanza da favorire una lunga efficienza lavorativa. La compattezza del terreno, scevro dalla possibilità di creazione di fango, favoriva il trasporto dei blocchi lapidei cavati e trasportati con slitte e carri. Con l'autunno, le attività si concentravano su finitura delle murature, preparazione dei mattoni crudi e lavorazione del legno.

Le temperature più basse e l'umidità controllata dovevano l'essiccazione, permettendo una qualità migliore dei materiali. In questo periodo, si preparava anche il legname da costruzione, dal momento che il taglio in autunno e la stagionatura invernale evitavano le deformazioni e l'attacco di insetti⁵¹¹.

L'inverno rappresentava poi una fase di rallentamento, ma non di interruzione: se le piogge e il fango, infatti, potevano rendere difficili i trasporti, si continuava tuttavia a lavorare negli ambienti coperti, su porte monumentali, pavimentazioni e finiture lignee. È stato notato che lavoro edilizio invernale aveva anche una funzione di coesione sociale, mantenendo attiva la manodopera e garantendo continuità ai cicli economici locali⁵¹².

Questo modello, corroborato dai dati del progetto SETinSTONE, suggerisce che la stagione edilizia micenea durasse sette-otto mesi l'anno, un dato effettivamente compatibile con le condizioni meteorologiche dell'Egeo e con i ritmi agricoli.

La costruzione doveva confrontarsi con la "competizione" stagionale della manodopera, come già accennato in precedenza. Durante i mesi estivi (giugno-agosto) la mietitura e la trebbiatura assorbivano gran parte della forza lavoro, mentre la vendemmia (settembre) e la raccolta delle olive (ottobre-novembre) coincidevano con la chiusura del ciclo edilizio. Per questo, i cantieri micenei sfruttavano probabilmente una manodopera mista, composta da contadini impiegati stagionalmente e artigiani specializzati, organizzati in squadre temporanee.

Nel mondo miceneo, dunque, il lavoro seguiva un ritmo scandito dalle stagioni e dalle necessità della terra, ma le grandi imprese edilizie – mura ciclopiche, palazzi, tombe monumentali – introducevano improvvisi picchi di attività che alteravano questo equilibrio. Con l'agricoltura che restava l'asse portante dell'economia, le costruzioni dovevano adattarsi ai tempi della semina

⁵¹⁰ Timonen e Brysbaert 2021.

⁵¹¹ Brysbaert 2020, p. 48.

⁵¹² Brysbaert 2020, p. 48.

e del raccolto: naturalmente nessun edificio monumentale poteva vedere la luce se i campi restavano incolti. Quando, però, i cantieri si concentravano in brevi periodi, l'impatto sulla forza lavoro diventava ingente. Centinaia di persone potevano essere distolte dalla produzione agricola mentre la società doveva compensare quell'assenza garantendo loro nutrimento, organizzazione e coordinamento. Vanno lette forse anche in tal senso le testimonianze, ricavate dalle tavolette in lineare B, di persone che prestavano parzialmente servizio nei palazzi micenei con più di un lavoro, fino addirittura a tre contemporaneamente⁵¹³.

Le fasi di massima intensità – i cosiddetti “*labour pressure points*”⁵¹⁴ – si verificavano quando la costruzione non era diluita nel tempo ma compressa in pochi decenni o persino in pochi anni. In tali circostanze, la popolazione adulta coinvolta nei lavori poteva salire dal 7% fino al 25%, un peso che l'economia agraria poteva reggere solo se i cicli agricoli e quelli edilizi erano attentamente sincronizzati⁵¹⁵. Se i lavoratori erano anche contadini, essi potevano dedicarsi alla costruzione nei periodi “morti” dell'agricoltura, altrimenti, si rendevano indispensabili manodopera esterna e riserve alimentari.

Questi picchi di produttività non erano solo materiali. Ogni fase comportava un intenso scambio di saperi e competenze: chi tagliava la pietra, chi preparava il fango per i mattoni, chi si occupava dei trasporti o della decorazione. La collaborazione forzata generava reti di solidarietà e un senso di identità comune. In questa interdipendenza si poteva costruire una sorta di resilienza collettiva, una risorsa in grado di sostenere lo sforzo continuato di anni di lavoro.

Quando i tempi non venivano rispettati – se, ad esempio, l'élite imponeva ritmi di costruzione incompatibili con la stagionalità agricola – l'intero equilibrio produttivo poteva incrinarsi, creando tensioni e carenze di risorse. Tuttavia, la capacità di organizzare i cantieri in modo flessibile, seguendo i cicli naturali, dimostra che le comunità micenee sapevano distribuire la fatica nel tempo, evitando che i picchi di lavoro si trasformassero in crisi.

Come osserva Brysbaert, comprimendo l'intero secolo di attività edilizia del XIII a.C. in soli 25 anni, la domanda di manodopera sarebbe cresciuta esponenzialmente, obbligando fino a un quarto della popolazione adulta a partecipare ai cantieri⁵¹⁶ – un dato che rende tangibile la portata di momenti di tensione economica e sociale. In questo scenario, il lavoro non appare come un flusso costante, ma come una serie di onde, picchi e pause, in cui l'abilità nel gestire il tempo e le risorse determinava la sopravvivenza stessa del sistema.

⁵¹³ Nakassis 2013.

⁵¹⁴ Brysbaert 2025.

⁵¹⁵ Ibidem.

⁵¹⁶ Brysbaert 2025.

2.4.3.2. Il ciclo delle stagioni nelle fonti arcaiche. Esiodo e il calendario agricolo.

Le fonti antiche non sono univoche nella definizione delle stagioni e del loro rapporto con le attività umane. Per esempio, nel trattato ippocratico *Περὶ Διαιτης*, scritto intorno al V sec. a.C., si sottolinea che i confini stagionali sono mobili e dipendono dalle condizioni atmosferiche⁵¹⁷. Tucidide, che scriveva ugualmente nel V secolo, impiega le stagioni in senso pragmatico e meteorologico: sia nella descrizione della peste ateniese⁵¹⁸ sia in generale nel racconto della guerra, il tempo non appare scandito da mesi o da un calendario religioso, ma da periodi naturali e funzionali, ridotti all'estate (θέρος) e all'inverno (χειμῶνος), che vengono fatte iniziare, rispettivamente, a marzo e a novembre, assorbendo cioè le stagioni intermedie⁵¹⁹. Queste due stagioni costituiscono le unità narrative fondamentali nella Guerra del Peloponneso: l'estate corrisponde all'epoca delle campagne militari, dei viaggi e delle operazioni attive; l'inverno rappresenta la pausa operativa, la stagione della quiete, delle ambascerie e delle deliberazioni politiche. L'uso delle stagioni in senso narrativo riflette una concezione empirica del tempo, basata sull'esperienza concreta dell'uomo e non su criteri astronomici o rituali. Il tempo è strumento di organizzazione degli eventi storici e non un dato cosmico o religioso.

Per arrivare a comprendere ancora più verosimilmente il rapporto delle stagioni con il lavoro dell'uomo occorre però esaminare in particolare l'opera di Esiodo “*Ἔργα καὶ Ἡμέραι*”, una delle testimonianze più antiche della concezione stagionale del lavoro nel mondo greco arcaico, scritto in Beozia tra la fine dell'VIII e l'inizio del VII secolo a.C., e che costituisce la fonte più vicina – e in qualche modo paragonabile - all'orizzonte cronologico oggetto di questa dissertazione.

Sebbene Esiodo non descriva esplicitamente i cantieri o l'edilizia monumentale, la sua opera offre una visione in cui ogni attività umana, agricola, artigianale, marittima, e quindi anche costruttiva, deve seguire il ritmo del cielo e delle stagioni. L'autore parla di ἔργον, cioè di lavoro manuale, in cui sono impliciti l'arte di costruire, il preparare materiali, il riparare edifici e l'assemblare strumenti. Le *Opere e i Giorni* si configurano come un calendario operativo, scandito da stelle, clima e necessità tecnica.

L'autore ricorda come l'uomo debba “lavorare al tempo opportuno”, e precisamente secondo il corso delle costellazioni: la primavera inizia con la levata di Arturo, l'estate alla levata mattutina delle Pleiadi, l'autunno al loro tramonto. Questa visione astronomico-agricola, che lega il lavoro umano ai segni celesti, ha un riflesso diretto nelle pratiche edilizie: le levate e i tramonti delle

⁵¹⁷ “I confini della primavera e dell'autunno sono incerti” «ἔαρος καὶ φθινοπώρου ὅροι ἀσαφεῖς εἰσὶ» (Ippocrate, *Περὶ Διαιτης* I, 11–12).

⁵¹⁸ “[...] la malattia si manifestava soprattutto d'estate” «ἐν θέρει μάλιστα ἡ νόσος ἐπεγίγνετο» (Tucidide, *Ἱστορίαι* II, 49).

⁵¹⁹ Gomme 1956, pp. 699-715.

costellazioni non indicavano solo i momenti per seminare o mietere, ma anche quelli favorevoli per scavare, costruire, asciugare e intonacare.

Stagione	Condizioni climatiche	Attività principali secondo Esiodo	Equivalente “cantieristico”
Inverno (fine ottobre – febbraio)	Freddo, piogge, venti di Borea	Taglio e stagionatura del legno, costruzione utensili	Preparazione materiale, lavori al coperto
Primavera (febbraio – maggio)	Tempo instabile ma mite	Aratura, semina, trasporti locali	Allestimento del cantiere, preparazione fondazioni
Estate (maggio – agosto)	Secco e caldo stabile	Mietitura, navigazione, commercio	Lavori edili principali (posa pietre, calce, tetti)
Autunno (settembre – ottobre)	Piogge in arrivo	Raccolti, vinificazione	Chiusura lavori, coperture, protezione materiali

Nel poema esiodeo le attività costruttive non sono presentate come una disciplina autonoma, ma come parte integrata nel ritmo stagionale che governa ogni forma di lavoro umano. L’edilizia, come la semina, la mietitura o la navigazione, è concepita secondo un tempo opportuno, non arbitrario ma ciclicamente determinato. In questa logica, l’atto del costruire non coincide tanto con la costruzione della casa nel senso moderno, quanto con un sistema di precauzioni e preparazioni che anticipano l’arrivo della stagione fredda. L’*οἶκος*, nel contesto esiodeo, assume un valore composito: è rifugio, spazio etico, luogo del calore e della stabilità, in cui l’abitazione è implicitamente costruita, già pronta, già funzionale, poiché l’inverno non è il tempo della costruzione ma della protezione. È tuttavia proprio l’inverno il momento in cui si pianifica, si lavora il legno, si forgiavano gli attrezzi. Al verso ἄξονας ἐκ πίτῃος τέκτωνι δ’ ἐντύνεσθαι ἄμαξαν⁵²⁰ (“assi dal pino: e il falegname prepari il carro”), la figura del τέκτων è inserita nella sequenza stagionale con funzione operativa, non mitica: egli costruisce strumenti utili per la stagione in arrivo. Anche il legno ha un suo *kairos*, un momento favorevole per essere lavorato e lasciato stagionare, e il falegname deve agire per tempo e secondo il clima adatto a questo materiale. Anche la scelta dei termini architettonici non è casuale: ἄμαξα, ἄξων, τύπος, τέκτων, sono usati con precisione per indicare saperi condivisi e pragmatici⁵²¹. L’architettura è qui invisibile ma presente, sotto forma di calendario tecnico. Il pensiero di Esiodo non separa l’agire tecnico dal tempo naturale: costruire è prevedere, e l’edificio – in questo caso la casa ma si può applicare anche a fabbriche di maggiore impegno – è già una risposta a un ordine ciclico che non lascia spazio all’improvvisazione.

⁵²⁰ Op. et D., 448.

⁵²¹ Rougier-Blanc 2009.

Mese	Aratura / Lavorazione terreno	Semina	Raccolta include mietitura, legatura, essiccazione e trasporto.	Lavorazione del raccolto include trebbiatura, ventilazione, trasporto dei covoni, setacciatura, macinatura e stoccaggio.		Gestione del terreno include maggese/rotazione culturale, coltivazioni miste, diserbo, estensione/miglioramento dei terreni.	Allevamento / Raccolta	 (C) costruzione edifici  (P) produzione ceramica  (T) tombe a camera  (S) strade
Gennaio	Aratura per la semina	Lenticchie, piselli, veccia amara			Fatica quotidiana nei campi	Diserbo, pulizia dei campi, estensione/miglioramento del maggese / rotazione o policoltura	Parto di pecore e capre, mungitura e lavorazione del latte	 (T)?
Febbraio								 (T)?
Marzo		Legumi, fagioli				Diserbo	Tosatura delle pecore, parto, mungitura e	 (T)?
Aprile						Aratura incrociata	lavorazione del latte, trasferimento delle pecore in montagna	 (P)-  (T)
Maggio			Legumi, cereali				Raccolta di foglie, germogli, frutti, semi, noci	 (C) -  (P) -  (T) -  (S)?
Giugno			Cereali, poi legumi	Trebbiatura di cereali e legumi		Diserbo durante la raccolta, concimazione dopo la raccolta, aratura dei campi a maggese, irrigazione di giovani alberi e viti		 (P) -  (T)
Luglio							Raccolta di foglie, germogli, frutti, semi, noci, raccolta dei fichi	 (P) -  (T)
Agosto			Legumi / fagioli				Abbattimento selettivo di pecore anziane, capre, bestiame, raccolta dei fichi	 (C) -  (P)-  (T) -  (S)
Settembre	Aratura per la semina	Frumento, orzo, avena, segale					Concimazione prima della semina, pulizia dei campi, taglio del legname e stagionatura, potatura, concimazione e piantagione (frutteti / olivi)	Filatura, tessitura, caccia, pesca, raccolta dei fichi / olive
Ottobre						Mungitura di nuovi agnelli, parto di pecore e capre		 (C) -  (T) -  (S)
Novembre						Raccolta delle olive		 (C) -  (T) -  (S)
Dicembre								

Fig. 4 Calendario agricolo (basato su Brysbaert 2020; Esiodo, 420; Forbes 1989; Halstead 2014; Fitzjohn 2013; Blitzer 1990; Koster 1977; Dahl e Hjort 1976)

2.4.3.3. Confronto paleoclimatico tra la Beozia esiodea e la Magna Grecia dei cantieri achei. Una nota metodologica.

La stagionalità dei cantieri antichi e il ruolo delle condizioni climatiche nella regolazione dei tempi di costruzione costituiscono un problema metodologico che impone un attento controllo delle analogie utilizzate. In questo senso, il ricorso a confronti paleoclimatici appare legittimo, a condizione che sussista una sufficientemente dimostrabile comparabilità dei contesti ambientali. Come osserva Vasso Fotou⁵²², nel criticare l'ipotesi di una stagione edilizia limitata a novanta giorni per la Creta neopalaziale, proposta da Maud Devolder⁵²³, i casi di Copán in America Centrale o di Togo e Benin in Africa occidentale presi in considerazione da quest'ultima⁵²⁴ non fornirebbero argomenti validi, poiché le condizioni climatologiche tropicali esercitano in quei contesti un'influenza determinante sulla durata della stagione costruttiva, influenza che non trova riscontro nel clima cretese⁵²⁵. Analogamente, il richiamo a dati puntuali di età classica - come il trasporto di materiali pesanti in luglio e agosto attestato a Eleusi nel IV secolo a.C. - per lo specifico contesto cretese risulterebbe poco pertinente, poiché le attività di estrazione, produzione e approvvigionamento dei materiali (ad esempio blocchi squadrati, mattoni crudi o calce) seguivano verosimilmente una scansione temporale distinta rispetto alle fasi di costruzione in senso stretto⁵²⁶. Sulla base di tali considerazioni, Fotou propone un modello più realistico, fondato sul confronto con contesti climaticamente affini: in particolare, la discussione di Janet DeLaine relativa all'edilizia severiana a Roma⁵²⁷ appare più adeguata al caso cretese rispetto alle analogie tratte da ambienti tropicali⁵²⁸. In modo analogo, Hassan Fathy ha osservato come nell'Alto Egitto il periodo di costruzione potesse estendersi per circa dieci mesi l'anno, con l'esclusione dei mesi di luglio e agosto a causa delle temperature estreme, che potevano raggiungere i 45° C all'ombra e gli 80° C al sole⁵²⁹.

Il riferimento ai dati relativi all'Alto Egitto non va inteso come un'analogia culturale o tecnico-costruttiva, ma come un *argumentum a fortiori* di natura climatica: in un contesto caratterizzato da condizioni ambientali estreme, tali da rendere impraticabili le attività edilizie nei mesi più caldi, la stagione costruttiva risulta comunque estesa per gran parte dell'anno. Ne consegue che una drastica riduzione dei tempi di cantiere appare ancor meno plausibile in contesti mediterranei

⁵²² Fotou 2016, p. 77.

⁵²³ Devolder 2013.

⁵²⁴ Devolder 2013, nota 13, p. 50.

⁵²⁵ Fotou 2016, p. 77.

⁵²⁶ Fotou 2016, p. 77.

⁵²⁷ DeLaine 1997, pp. 105-106. Lo studio, come già citato nel testo, ipotizza un anno lavorativo medio di circa nove mesi, per un totale di 220 giorni, e una giornata lavorativa di dodici ore comprensive delle pause.

⁵²⁸ Fotou 2016, p. 77.

⁵²⁹ Fathy 1989 [1969], p. 153.

temperati, nei quali i vincoli climatici risultano meno incisivi: la stagionalità dei cantieri va quindi letta principalmente in termini di organizzazione e scansione temporale delle attività, piuttosto che come un limite quantitativo alla durata del lavoro edilizio.

Alla luce di tali osservazioni, un confronto paleoclimatico con la Beozia arcaica descritta da Esiodo per l'interpretazione dei cantieri dell'età arcaica in Magna Grecia appare non solo possibile ma anche metodologicamente fondato: in entrambi i casi si tratta di contesti mediterranei caratterizzati da una stagionalità marcata ma non tale da impedire lo svolgimento delle attività edilizie per gran parte dell'anno. In questa prospettiva, il ricorso alla Beozia esiodea non mira a stabilire un'analogia culturale diretta, ma a offrire un termine di confronto utile per inquadrare la stagionalità del lavoro in un contesto mediterraneo temperato, nel quale il clima contribuisce a scandire i ritmi produttivi senza determinarne rigidamente la durata. Eventuali interruzioni dovute a festività religiose o a condizioni meteorologiche avverse dovevano pertanto avere una durata generalmente prevedibile e limitata, senza tradursi in una drastica riduzione della stagione costruttiva.

Il mondo agricolo di Esiodo, descritto nelle Opere e giorni, affonda le sue radici nel paesaggio rurale della Beozia dell'VIII–VII secolo a.C. Si tratta di una regione dell'Ellade centrale caratterizzata da forte variabilità climatica e da un'agricoltura di sussistenza⁵³⁰. Il poeta stesso, originario del villaggio di Ascra, descrive il proprio ambiente come «*brutto d'inverno, duro d'estate, mai buono*»⁵³¹, un giudizio che la moderna paleoclimatologia conferma in termini oggettivi.

Il bacino della Copaide, dove sorgeva Ascra, è stato oggetto di studi geologici e paleobotanici che hanno permesso di ricostruire le condizioni climatiche dell'età arcaica. Le analisi dei sedimenti lacustri, accumulati sul fondo di antichi laghi, hanno rivelato un'alternanza di strati calcarei e organici: segno di cicli di impaludamento e disseccamento. Questa sequenza, interpretata sulla base di dati pollinici e sedimentologici, indica un clima a forte stagionalità, con periodi umidi seguiti da fasi di aridità⁵³². L'analisi isotopica moderna delle acque del bacino ha confermato precipitazioni tra i 450 e i 600 millimetri di pioggia all'anno, in modo irregolare, con inverni freddi (temperature medie intorno ai 6 °C) ed estati calde e secche (28–30 °C)⁵³³.

Le condizioni della Beozia arcaica risultano dunque pienamente coerenti con la descrizione di Esiodo: un clima che alternava gelate e inondazioni invernali a siccità estive, penalizzando la

⁵³⁰ Tzedakis 1999, Griffiths et al. 2002.

⁵³¹ *Op. et D.*, 640–645.

⁵³² Tzedakis 1999.

⁵³³ Griffiths et al. 2002.

resa dei cereali e rendendo incerta la coltivazione della vite e dell'olivo, più sensibili alle escursioni termiche. Anche i dati provenienti dal Peloponneso, confermano per il tardo Olocene (tra il 1000 e il 500 a.C.) una sequenza di eventi di piena e precipitazioni irregolari⁵³⁴: segno di una variabilità climatica marcata in tutta la Grecia centrale e meridionale.

Il confronto con le colonie greche della Magna Grecia tra l'VIII e il VI secolo a.C. mostra un quadro climatico pienamente mediterraneo, ma non uniforme in tutti i suoi settori. Nell'Italia meridionale costiera le temperature medie annue si collocano generalmente fra 14 e 18 °C, mentre le precipitazioni, concentrate soprattutto in autunno e in inverno, restano per lo più inferiori a 600 mm annui⁵³⁵. Nel settore ionico lucano, inoltre, la piovosità media annua può scendere sotto i 500 mm, a fronte di temperature medie superiori ai 16 °C⁵³⁶. Più che un ambiente genericamente mite, emerge dunque un regime caratterizzato da una forte stagionalità delle piogge e da una marcata variabilità locale.

Quando si passa dalla climatologia recente alla ricostruzione del clima antico, è però necessario distinguere con precisione fra i diversi archivi paleoambientali. I *proxy* marini del Golfo di Taranto, ovvero gli indicatori naturali indiretti conservati nei sedimenti del mare, risultano invece particolarmente utili soprattutto per ricostruire la variabilità paleoclimatica di lungo periodo negli ultimi 2500 anni, cioè grosso modo dal V secolo a.C. in avanti, e, in serie multiproxy più estese, anche degli ultimi 3500 anni⁵³⁷. Tali record consentono di seguire soprattutto le variazioni della temperatura superficiale del mare, della stagionalità e, più in generale, del bilancio idrologico regionale. Nel caso delle analisi isotopiche su *Globigerinoides ruber* (*white*), il segnale riflette in modo particolare le condizioni estive superficiali del Golfo di Taranto ed è influenzato dall'interazione tra la Corrente Occidentale Adriatica, diretta verso sud, e la *Ionian Surface Water*, una massa d'acqua che proviene dal Mar Ionio e entra nel bacino adriatico attraverso lo Stretto di Otranto. Nel Golfo di Taranto i dati mostrano un regime termico elevato e stabile, con acque superficiali calde e regolare apporto fluviale⁵³⁸, segno di inverni piovosi e estati asciutte ma prevedibili, condizioni “ideali” per olivo, vite e frumento⁵³⁹.

Di conseguenza, per la ricostruzione del quadro climatico delle colonie magnogreche fra VIII e VI secolo a.C., i *proxy* marini non sono sufficienti, da soli, a definire direttamente il clima terrestre dei siti costieri e del loro entroterra. Essi devono essere integrati con archivi terrestri, in

⁵³⁴ Studio condotto sulle stalagmiti della grotta di Kapsia (Finné et al. 2014).

⁵³⁵ Fascetti et al. 2015, p. 291; cfr. Biondi e Baldoni 1994.

⁵³⁶ Corbau et al. 2022, p. 3.

⁵³⁷ Grauel et al. 2013, pp. 1440–1441.

⁵³⁸ Grauel et al. 2013 e Goudeau et al. 2014.

⁵³⁹ Sul concetto di condizioni ideali per determinati tipi di coltivazione si esprime doverosa cautela, poiché l'affermazione va comunque sostenuta con dati archeobotanici e geoarcheologici specifici.

particolare con i record pollinici del Lago Grande di Monticchio⁵⁴⁰ e con insiemi di dati multiproxy di più ampia scala, come quelli raccolti dal progetto PAGES 2k, che comprendono sedimenti lacustri e marini, speleotemi, documenti e altri archivi sensibili alle variazioni termiche⁵⁴¹. Solo attraverso questa integrazione è possibile delineare con maggiore solidità un quadro paleoclimatico regionale.

Alla luce di tali evidenze, la fascia compresa tra Poseidonia, Metaponto e Taranto può essere descritta, per l'età arcaica, come un'area a clima mediterraneo con estati asciutte e inverni relativamente più umidi, ma con significative differenze locali dovute alla quota, all'assetto geomorfologico, all'esposizione dei versanti e alla distanza dal mare. I dati marini del Golfo di Taranto indicano infatti un regime termico relativamente elevato e una stagionalità marcata, compatibile con un contesto regionale caratterizzato da maggiore disponibilità idrica nella stagione fresca e da estati più secche. In termini agronomici, questo quadro appare favorevole alle colture mediterranee arboree e cerealicole, con tutte le ripercussioni teoriche sui regimi alimentari⁵⁴².

Un caso particolarmente istruttivo per le aree dei casi di studio presentati è quello di Metaponto e del santuario rurale di Pantanello, nella piana del Basento, dove l'indagine palinologica e geoarcheologica ha documentato un clima a tipica stagionalità mediterranea, con temperature medie annue superiori a 16 °C e precipitazioni annue inferiori a 500 mm; nello stesso tempo, i record sedimentari indicano variazioni della piovosità capaci di innescare ricorrenti fasi di piena lungo il Basento, soprattutto tra colonizzazione greca ed età romana⁵⁴³. Il caso di Pantanello mostra inoltre che questa interdipendenza fra clima, stagioni e organizzazione del lavoro va letta insieme alla struttura del paesaggio agrario. Fra l'età greca e quella romana sono attestati, infatti, campi cerealicoli, vigneti, oliveti, colture di fichi e legumi, insieme a pratiche pastorali ben riconoscibili, sicché la disponibilità della manodopera doveva distribuirsi stagionalmente tra coltivazione, allevamento, gestione delle acque e attività edilizi⁵⁴⁴. Le sequenze polliniche e sedimentarie mostrano che allevamento e coltivazione non si limitarono a occupare il territorio, ma modificarono direttamente l'erosione dei suoli, il colluviamento di versante e la sedimentazione nel fondovalle⁵⁴⁵. Il rapporto tra clima e costruzione va dunque pensato anche in termini indiretti, ovvero non solo come scelta della buona stagione per edificare, ma come effetto

⁵⁴⁰ Allen et al. 2002.

⁵⁴¹ PAGES 2k Consortium 2017.

⁵⁴² Sulle ipotesi alimentari dei casi di studio, si veda il relativo capitolo.

⁵⁴³ Florenzano et al. 2022; Biondi e Baldoni 1994; Boenzi et al. 2008; Piccarreta et al. 2011.

⁵⁴⁴ Florenzano et al. 2022; Costantini e Costantini Biasini 2018.

⁵⁴⁵ Florenzano et al. 2022.

cumulativo dell'organizzazione agro-pastorale sulla stabilità dei suoli e sulla percorribilità dei percorsi di approvvigionamento.

In area campana, invece, nel sito di Lago Patria, è stato documentato un aumento dei pollini di Olea, Vitis e Cerealia a partire dal primo millennio a.C., insieme a un incremento dei microcarboni, che indicano incendi controllati per la gestione del paesaggio agrario⁵⁴⁶. Risultati analoghi si osservano nel lago di Alimini Piccolo, in Puglia, dove è emersa la presenza di un ambiente mediterraneo umido e coltivato in modo continuo durante l'età arcaica⁵⁴⁷.

Il quadro si completa con le analisi sedimentologiche condotte nel Mar Piccolo di Taranto⁵⁴⁸, un bacino semi-chiuso che conserva nei suoi depositi le tracce di migliaia di anni di attività umana, che mostrano una transizione olocenica da valle fluviale a laguna costiera e, nei livelli più recenti, un netto aumento di materiale organico e terrigeno, segno di espansione agricola e urbanizzazione. Questi dati si accordano con l'archeologia agraria: nella pianura ionica del VI secolo a.C. compaiono sistemi di canalizzazione, frantoi e magazzini per l'olio e il vino, a testimoniare un'economia orientata al surplus e al commercio.

In conclusione, gli indicatori climatici naturali conservati nei sedimenti e nei minerali della Grecia centrale, ovvero della Beozia esiodea, descrivono un clima mediterraneo continentale instabile, dove la sopravvivenza agricola dipendeva da prudenza e fatica. Gli indicatori indiretti campano-ionici, al contrario, rappresentano un clima più favorevole alla produttività, con stagioni regolari e suoli alluvionali o vulcanici ricchi di minerali.

La Beozia in cui era cresciuto Esiodo viveva dunque in un equilibrio precario, in cui il lavoro era vissuto come necessità morale e unica difesa contro la carestia. La Magna Grecia del VI secolo a.C., invece, prosperava in un ambiente climaticamente stabile, che permise lo sviluppo di un'agricoltura tecnica, specializzata e commercializzata.

In questo senso, la distanza tra Esiodo e i coloni d'Occidente non è solo geografica o cronologica, ma profondamente ecologica: la poetica della fatica nasce in un paesaggio di scarsità, mentre la tecnica del surplus si radica in un paesaggio di stabilità.

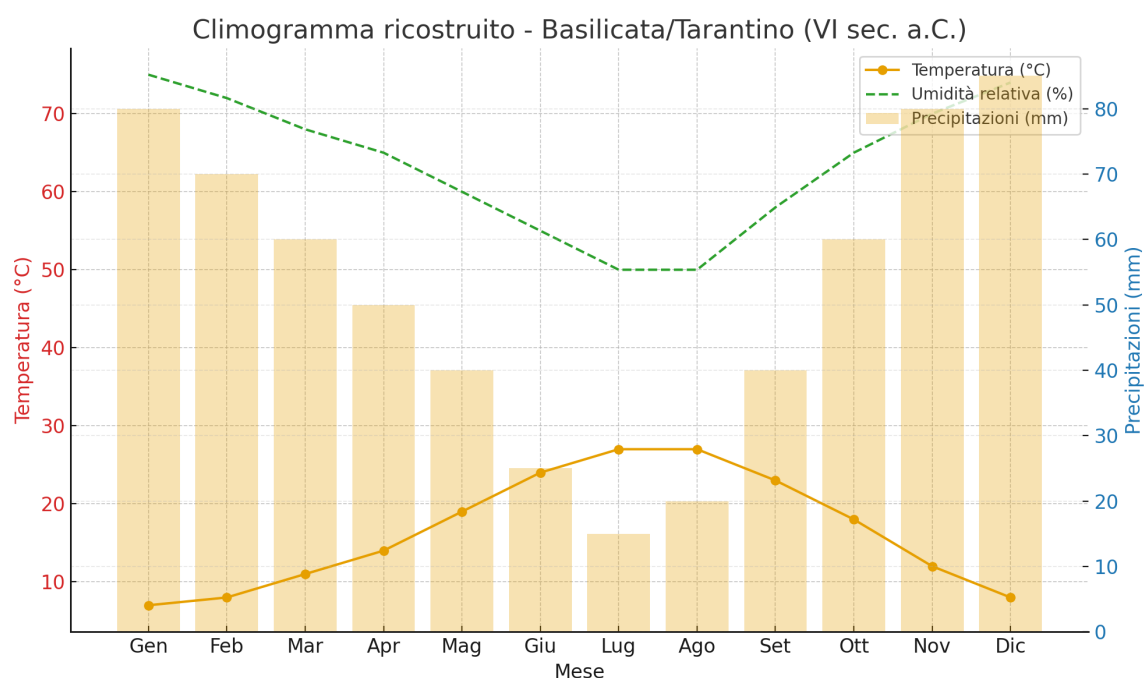
Se però si restringe il confronto al caso metapontino, conviene precisare che il quadro della costa ionica non fu semplicemente quello di una stabilità indistinta. Per Metaponto, ad esempio, è sì documentata una stagionalità mediterranea favorevole alle colture, ma anche oscillazioni pluviometriche e dinamiche fluviali tali da incidere sulla formazione dei suoli, sulle zone umide

⁵⁴⁶ Di Rita et al. 2018.

⁵⁴⁷ Primavera et al. 2011.

⁵⁴⁸ Valenzano et al. 2018, Niccolini et al. 2023 e Niccolini et al. 2025.

e sulla viabilità del basso Basento⁵⁴⁹. Per i cantieri della Magna Grecia achea, il nodo decisivo sembra dunque essere più la gestione stagionale dell'acqua e dei sedimenti - in un paesaggio alluvionale intensamente sfruttato - che l'assenza di vincoli climatici in senso stretto.



2.4.3.4. L'età classica. Due casi di studio dai rendiconti edilizi di Atene ed Eleusi.

Volgendo nuovamente lo sguardo verso la Madrepatria, dove gli studi sui cantieri possono contare su una dovizia documentaria ben maggiore delle cronologie finora trattate, tra i casi di studio più significativi per comprendere la gestione dei cantieri nell'età classica, l'esperienza ateniese rappresenta un punto di riferimento fondamentale. Le fonti epigrafiche offrono una testimonianza diretta delle modalità con cui la città organizzava la produzione edilizia pubblica, regolando tempi, risorse e manodopera.

Le iscrizioni contabili relative all'Eretteo (IG I³ 476, 408/07 a.C.) e al santuario di Eleusi (I. Eleusis 177, 329/28 a.C.) costituiscono un corpus documentario di eccezionale valore: attraverso la loro analisi è possibile osservare la macchina amministrativa e tecnica della *polis*, cogliendo la razionalità con cui l'attività edilizia era distribuita lungo l'anno⁵⁵⁰.

Questi documenti, incisi su lastre marmoree ed esposti pubblicamente per ragioni che oggi definiremmo di trasparenza⁵⁵¹, registravano in modo sistematico le spese sostenute, i nomi degli artigiani, la natura dei lavori e la loro collocazione nel calendario amministrativo. Le categorie contabili erano quindi correlate alle fasi operative (fondazioni, elevato, coperture, finiture), ai

⁵⁴⁹ Florenzano et al. 2022; Boenzi et al. 2008; Piccarreta et al. 2011.

⁵⁵⁰ Si ripropone di seguito una sintesi da Carusi 2021a.

⁵⁵¹ Epstein 2013, pp. 134-137.

flussi logistici (estrazione, trasporto, deposito) e alla composizione delle maestranze⁵⁵². Ne emerge un sistema di gestione economica e tecnica altamente strutturato: i magistrati pubblici, in particolare gli *epistatai*, sovrintendevano all'andamento dei lavori, verificavano la qualità delle opere e autorizzavano i pagamenti⁵⁵³. Le spese erano registrate in modo mensile secondo il calendario pritanico⁵⁵⁴, utilizzato per la contabilità pubblica, e i contratti erano diversi e organizzati per fasi, con una registrazione distinta: ne risulta una flessibilità che consentiva di spostare rapidamente uomini e risorse fra fronti diversi. La regolarità dei pagamenti, attestata mese per mese, dimostra che il cantiere non conosceva pause prolungate: anche nei mesi piovosi si manteneva un ritmo di attività, magari ridotto, ma continuo. Il controllo contabile e la verifica periodica dei materiali in magazzino indicano una pianificazione vicina a quella di un moderno sistema di gestione tecnico-amministrativa, in cui tempi, costi e risorse erano monitorati con precisione. Questo ritmo regolare suggerisce l'esistenza di una programmazione costante del lavoro, indipendente dalle possibili limitazioni climatiche o dalle pause agricole.

Nonostante sia facile immaginare che le attività si svolgessero nei mesi con condizioni climatiche più favorevoli, dai resoconti emerge un uso sapiente del tempo che includeva infatti anche l'autunno e l'inverno, senza che le attività – comprese quelle collaterali – venissero interrotte: basti pensare alla possibilità che gli elementi decorativi potessero essere prodotti al coperto in qualsiasi periodo dell'anno e poi messi in opera quando ritenuto più opportuno, così come alcuni lavori (decorazione pittorica dell'epistilio, lisciatura delle colonne, segatura degli elementi lignei) potessero essere condotti al riparo dalle intemperie grazie a coperture temporanee o protette dalle parti dell'edificio già finite. La continuità dei lavori anche nei mesi invernali, inoltre, indica che l'apparato burocratico ateniese disponeva di strumenti amministrativi e di controllo tali da mantenere attivo il cantiere per l'intero anno solare. Restavano necessariamente da attuarsi a cielo aperto la messa in opera delle travi e delle lastre di copertura del cassettonato, il sollevamento degli elementi architettonici e il fissaggio degli elementi dei fregi.

2.4.3.5. Il cantiere dell'Eretteo

Il cantiere dell'Eretteo, attivo negli anni 408/407 a.C., rappresenta una delle testimonianze più chiare del funzionamento stagionale dei lavori pubblici in Attica. I conti epigrafici (IG I³ 476), redatti secondo il calendario pritanico, mostrano che la maggior parte delle spese documentate si concentra fra la VI e la IX pritania, cioè dal mese di Gamelion a quello di Thargelion

⁵⁵² Carusi 2020, p. 81.

⁵⁵³ Il finanziamento dei cantieri dei santuari attraverso fondi sacri rivela la compenetrazione tra ambito religioso, economico e politico.

⁵⁵⁴ Si rimanda a Carusi 2021a, pp. 73-76, e relative note, per la discussione sull'allineamento dei calendari.

(approssimativamente gennaio–maggio)⁵⁵⁵. In questi mesi vengono pagati pittori, doratori, carpentieri e stuccatori, ovvero maestranze impiegate in lavorazioni di rifinitura eseguite in ambienti coperti, quando le condizioni meteorologiche impedivano lavori all’aperto. Con le fasi più pesanti della costruzione già concluse, la stagione fredda offriva la possibilità di dedicarsi alla decorazione e al montaggio di elementi lignei e metallici, come dimostra la menzione di forniture di legno (*xýla*), pigmenti e metalli, tutti connessi a lavorazioni di dettaglio e di finitura tipiche della stagione invernale.

I cantieri pubblici ateniesi dunque non sospendevano l’attività durante l’inverno, ma si riorganizzavano secondo la natura dei lavori e la loro collocazione nello spazio edilizio⁵⁵⁶. La stagionalità non segnava quindi una pausa, bensì una differenziazione funzionale: alle stagioni asciutte spettavano le operazioni strutturali all’aperto; ai mesi più umidi le lavorazioni in interno. L’analisi complessiva dei rendiconti dell’Eretteo⁵⁵⁷ permette di ricostruire un calendario di lavoro distribuito su più anni, non privo di modulazioni stagionali ma senza un’interruzione sistematica dell’attività.

Il frammento IG I³ 477, datato al 405/4 a.C., registra spese per una cerimonia della Chalkeia⁵⁵⁸, e conferma la continuità operativa del cantiere anche negli ultimi anni della guerra del Peloponneso. Nel complesso, la documentazione epigrafica attesta un uso razionale del calendario pritanico, con un ciclo annuale che alternava lavori strutturali nei mesi asciutti e decorazioni nei mesi umidi, esattamente come avverrà a Eleusi nel primo terzo del secolo successivo.

2.4.3.6. Il cantiere di Eleusi

Per quanto resti confermata la preferenza dei mesi estivi per le attività di cantiere, specialmente per il ciclo produttivo della pietra, nei resoconti di Eleusi le attività che necessitavano di essere condotte all’aperto, come ad esempio lavori di carpenteria, costruzione con mattoni, intonacature, risultavano essere comunque portate avanti da novembre a febbraio. Un rallentamento – ma non un’interruzione – si registra durante la V Pritania, corrispondente all’incirca al periodo immediatamente successivo al solstizio d’inverno, ovvero il più umido e buio dell’anno. Una contrazione dei lavori è riscontrabile pure nella X Pritania, un dato forse da

⁵⁵⁵ Lambert 2016, pp. 1–10.

⁵⁵⁶ Carusi 2021a, pp. 76–77.

⁵⁵⁷ IG I³ 474–477.

⁵⁵⁸ Forse un sacrificio per la conclusione del cantiere da parte di chi aveva preso parte ai lavori, secondo Lambert 2010, p. 10.

correlarsi al concludersi dell'anno finanziario e alla conseguente necessità di attendere un rimpinguo delle risorse economiche prima di riavviare le attività a pieno ritmo⁵⁵⁹.

Il caso di studio eleusino non riguarda un singolo cantiere vero e proprio, ma un sistema coordinato, con spese simultanee che riguardavano il Telesterion, le mura e le torri, gli altari, i propilei e le *stoai*. Ognuno di questi edifici mostra una propria curva stagionale, con preferenza per i lavori strutturali all'aperto nei mesi asciutti e rifiniture e decorazioni in ambienti chiusi nella stagione umida, ma l'insieme garantisce, come già affermato, una continuità produttiva annuale.

Nel Telesterion la sequenza è regolare: si operava in primavera-estate per l'elevato in pietra e le operazioni di sollevamento pesante; in autunno per travature e coperture; in inverno per pitture, dorature e finiture in interno. Dai resoconti emergono dettagli tecnici - pur lacunosi - del trasporto di ciascuno dei tamburi destinato al grande edificio, come la data del prelievo del materiale e il nome del relativo preposto in cava, il numero di coppie di buoi coinvolte e la loro paga⁵⁶⁰, oltre ai giorni impiegati per il trasporto (di solito tre o poco meno)⁵⁶¹. Si evince inoltre che tra un prelievo in cava e il successivo intercorreva un intervallo, inferiore a due giorni⁵⁶², probabilmente per economizzare sulle risorse animali coinvolte. Proprio la relazione con queste ultime costituirebbe uno dei motivi per la preferenza dei mesi estivi per il trasporto. Se da un lato, infatti, il clima più secco e la scarsa possibilità di precipitazioni poteva garantire agli οδοποιοί ⁵⁶³ di poter lavorare con un rischio minimo di gestione del fango lungo la strada, dall'altro la disponibilità di animali da soma variava durante i diversi mesi dell'anno, con un incremento nel periodo estivo che andava da fine luglio a metà settembre, ovvero quello compreso tra il raccolto del grano e la vendemmia.

Sempre dai resoconti eleusini si apprende l'esistenza di figure dedicate al trasporto ma che probabilmente prestavano sì i propri servizi a pagamento, non in maniera univoca e dedicata solo a quello dei cantieri, ma venendo probabilmente assoldati di volta in volta secondo necessità, talvolta associandosi in collaborazioni commerciali di più trasportatori. I buoi da tiro potevano essere presi in prestito - dietro pagamento - dai contadini dell'Attica, che dovevano essere ben felici di poter arrotondare le proprie entrate proprio nei mesi estivi, quando le bestie non erano impiegati nelle attività agricole. L'utilizzo dei buoi, adatti alle necessità di cantiere più gravose

⁵⁵⁹ Carusi 2021a, p. 80.

⁵⁶⁰ Si ricava un prezzo di 4 dracme al giorno per coppia di buoi.

⁵⁶¹ Carusi 2021a, p. 81.

⁵⁶² Carusi 2021a, p. 81.

⁵⁶³ Figure sottoposte agli astinomi e assimilabili agli odierni cantonieri, che disponevano di un contingente di schiavi pubblici. I. Eleusis 159, l. 28; IGP' 436, l. 28; 445, l. 306; 446, l. 333; 447, l. 337 (menzione degli οδοποιοί nei resoconti del Partenone); IG I' 462, l. 49 (menzione degli οδοποιοί nei resoconti dei Propilei).

in termini di peso del materiale, non esclude - anzi implica - che altri animali da soma più facilmente reperibili potessero essere impiegati con meno difficoltà e anche nei mesi invernali⁵⁶⁴.

Per le mura e le torri si privilegiava la stagione più asciutta, con la posa dei paramenti, il rialzo delle cortine e il completamento dei coronamenti fra primavera e fine estate, mentre in autunno si procedeva alle verifiche e rincocciature con malte di calce. Le strutture minori come altari, propilei e *stoai* mostrano poi una maggiore flessibilità stagionale: in primavera riparazioni lapidee e rinnovo delle incisioni dei rendiconti; in autunno e inverno, decorazioni e tinteggiature in ambienti coperti, con impalcature leggere e riutilizzabili. Queste ultime non sono descritte nei rendiconti, ma se ne può ricavare la presenza e l'impatto dagli acquisti selettivi di legname in momenti-chiave, indizio di un riuso programmato, con la pratica di smontaggio e rimontaggio verticale, e di trasferimento tra cantieri, che riduceva la necessità di acquisto e ottimizzava la dotazione pubblica⁵⁶⁵.

Confrontato con il cantiere di Eleusi (329/8 a.C.), l'Eretteo mostra alcune differenze sostanziali. In primo luogo, si tratta di un edificio unico in fase conclusiva, mentre Eleusi rappresenta un complesso policantieristico dove si operava simultaneamente sul Telesterion, sulle mura, sugli altari e sulle *stoai*. In secondo luogo, il ritmo stagionale è più concentrato: l'Eretteo registra solo le pritanie invernali e primaverili, mentre a Eleusi i conti coprono l'intero anno, distinguendo tra lavori estivi (fondazioni, trasporti lapidei, opere strutturali) e lavori invernali (decorazioni, rifiniture interne).

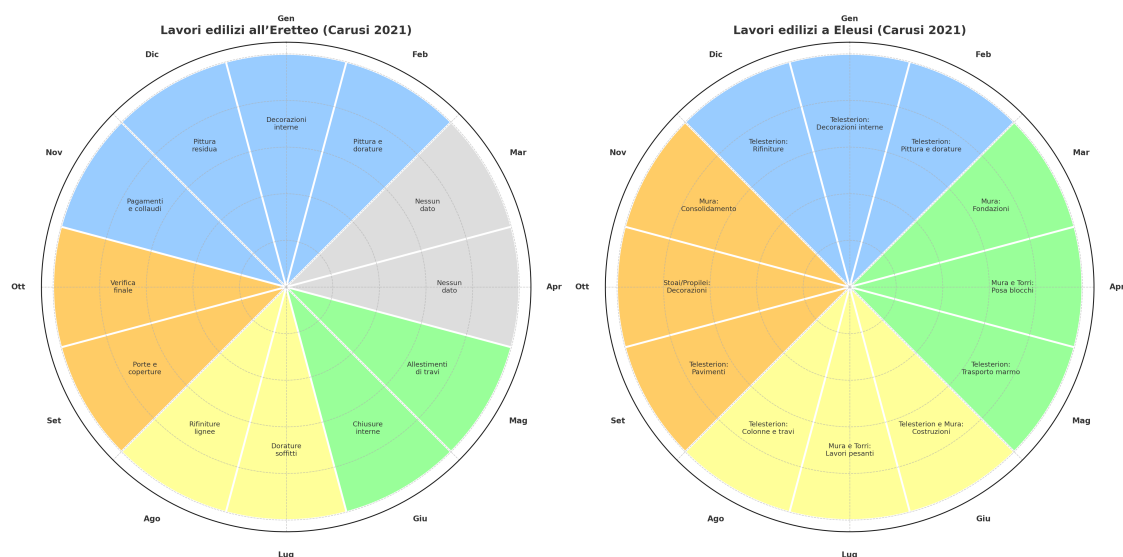
In entrambi i casi, tuttavia, emerge un identico principio: l'edilizia pubblica attica era continua e programmata secondo logiche climatiche e tecniche, non soggetta a interruzioni. L'anno amministrativo era usato come strumento di pianificazione edilizia, e la variazione stagionale non era un limite ma fungeva da risorsa per modulare la produzione.

⁵⁶⁴ Carusi 2021a, p. 82.

⁵⁶⁵ Coulton 1977, pp. 95–99; Lawrence 1996, p. 214.

Tabella. Lavori stagionali nei resoconti edilizi classici (basato su Carusi 2021a: 75-80)

Calendario delle Pritanie	Eretteo 408/7 a.C.	Lavori eseguiti	Eleusi 329/8 a.C.	Lavori eseguiti
Prit. I	Inizio luglio – inizio agosto		Metà luglio – fine agosto	...cava, trasporto dei blocchi, rimozione dei detriti di pietra... produzione di mattoni: trasporto, posa, rifinitura e intonacatura...
Prit. II	Inizio agosto – metà settembre		Fine agosto – fine settembre	...preparazione del conglomerato per l'edificio, produzione e trasporto dei mattoni, realizzazione e uso di intonaco di fango, legname per tetti e porte...
Prit. III	Metà settembre – fine ottobre		Fine settembre – inizio novembre	...costruzione del <i>diateichisma</i> (muro di fortificazione)...
Prit. IV	Fine ottobre – fine novembre		Inizio novembre – inizio dicembre	...intonacatura e copertura degli edifici, posa delle porte, muratura e riparazioni...
Prit. V	Fine novembre – inizio gennaio		Inizio dicembre – metà gennaio	...realizzazione del portale in pietra: approvvigionamento, trasporto e sagomatura dei blocchi di pietra...
Prit. VI	Inizio gennaio – inizio febbraio	...posa delle travi del soffitto, pittura a encausto, doratura del soffitto... ..legname per il soffitto...	Metà gennaio – metà febbraio	...riparazione di porte e tetti in legno... ..altari intonacati e dipinti... ..capitelli in pietra decorati con pittura...
Prit. VII	Inizio febbraio – metà marzo	...scanalatura delle colonne, applicazione modanature, smontaggio dei ponteggi, pittura a encausto...	Metà febbraio – fine marzo	
Prit. VIII	Metà marzo – fine aprile	...scanalatura delle colonne, levigatura degli ortostati, realizzazione da parte dei falegnami delle lastre di chiusura dei cassettoni, pittura a encausto completata...	Fine marzo – fine aprile	
Prit. IX	Fine aprile – fine maggio	...scanalatura delle colonne, intagliatori di rosette in legno, modellatori in cera, piombo per il fissaggio delle sculture, foglia d'oro sulle rosette...	Fine aprile – inizio giugno	
Prit. X	Fine maggio – fine giugno		Inizio giugno – inizio/metà luglio	...lavori alle porte, restauro dell'aia sacra, intonacatura e pittura a encausto...



Fonte	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
Gregoriano (in uso)	20-21 marzo – 21-22 giugno	21-22 giugno – 22-23 settembre	22-23 settembre – 20-21 dicembre	20-21 dicembre – 20-21 marzo
Esiodo	metà febbraio – metà maggio	metà maggio – metà agosto	metà agosto – fine ottobre	fine ottobre – metà febbraio
Trattato ippocratico 'Sulla dieta'	23 marzo – 16 maggio	16 maggio – 15 settembre	15 settembre – 30 ottobre (molto breve)	30 ottobre – 23 marzo
Tucidide	estate (include primavera e autunno): inizio marzo – inizio novembre	-----	-----	inizio novembre – inizio marzo

Fig. 5. Le stagioni secondo diversi autori trattati

2.4.3.7. L'utilità di considerare la stagionalità nello studio dei cantieri

L'analisi del ruolo della stagionalità nei cantieri antichi, fin qui concentrato *per excerpta* per delineare un quadro di riferimento utile a stabilire una metodologia d'indagine per l'età arcaica⁵⁶⁶, richiede di ampliare il quadro interpretativo dell'archeologia, integrando al suo interno la dimensione del tempo ciclico. Negli ultimi anni, la riflessione sul rapporto tra ambiente, clima e organizzazione sociale ha sottolineato come la variabilità stagionale abbia inciso in modo significativo sui ritmi della vita e del lavoro nelle società premoderne⁵⁶⁷. Tuttavia, la stagionalità rimane ancora un aspetto marginale nello studio dei processi costruttivi antichi, nonostante costituisca una chiave di lettura essenziale per comprendere la struttura temporale delle attività edilizie, come appare evidente dai casi di studio analizzati finora. Considerare i cantieri come fenomeni stagionali permette di riconoscere che la costruzione non fosse un

⁵⁶⁶ La lista di esempi dall'ampia e documentata casistica di età romana e successiva - basti solo pensare ai precetti di Vitruvio circa il ruolo del clima nell'apprestamento dei cantieri - sarebbe troppo lunga da enucleare in questa sede, ma il tema, per ovvie ragioni, non è questione di "se" vi sia un'influenza del tempo e del clima nell'organizzazione dei cantieri, quanto piuttosto di "come" e "quanto" questi fattori siano interconnessi con ciascuna cultura e con i suoi usi, sistemi economici, concezione dell'edilizia monumentale, rapporto tra individuo e società e forme di potere.

⁵⁶⁷ cfr. Lefebvre 1992; Bailey 2005.

processo continuo, ma un insieme di fasi scandite dalle condizioni ambientali, dalla disponibilità di risorse e dalle consuetudini culturali legate al ciclo annuale. In molti contesti mediterranei, non solo naturalmente quelli greci, magnogreci o romani, la scelta dei periodi di lavoro dipendeva dal clima e dalle attività agricole, che liberavano o impegnavano la manodopera in momenti specifici dell'anno. I dati archeologici - dalle tracce edilizie ai materiali di cantiere, fino ai resti organici - offrono così un'opportunità per individuare i ritmi stagionali del costruire e per leggere la materialità dell'opera come testimonianza del tempo. La prospettiva stagionale consente inoltre di valorizzare contesti eccezionali che, a causa di eventi catastrofici improvvisi, hanno "congelato" nel tempo intere sequenze operative. Esempi come l'eruzione del Vesuvio, che recentemente ha animato gli studiosi circa la data esatta della catastrofe, mostrano come la cosiddetta *high-definition archaeology* possa restituire non solo la datazione di un evento, ma anche la stagione e le attività interrotte in quel preciso momento⁵⁶⁸. In questi casi, la dimensione stagionale si rivela una variabile fondamentale per comprendere la temporalità dei processi produttivi e le modalità di adattamento delle comunità antiche ai cicli naturali.

L'inserimento della stagionalità nel discorso archeologico si colloca all'interno di un più ampio rinnovamento teorico, segnato dal cosiddetto *temporal turn* nelle scienze sociali⁵⁶⁹. L'archeologia, da sempre sensibile alla spazialità, è oggi chiamata a misurarsi anche con il tempo vissuto, ovvero con la dimensione esperienziale del lavoro, della costruzione e dell'abitare. In questa prospettiva, la stagionalità diviene un indicatore di resilienza, termine oggi abusato ma emblematico: essa mostra come le società del passato abbiano saputo articolare le proprie pratiche in risposta ai ritmi climatici, trasformando le costrizioni ambientali in principi di organizzazione economica e simbolica. Integrare la variabile stagionale nello studio dei cantieri antichi non significa ridurre il comportamento umano a un determinismo climatico, ma restituire complessità alle dinamiche temporali dell'agire tecnico e sociale. La stagionalità rappresenta un livello intermedio fra il tempo naturale e quello culturale, in cui le opere edilizie si configurano come prodotti di un equilibrio instabile tra necessità ecologica, conoscenze pratiche e ritualità. Attraverso questa lente, l'archeologia non si limita più a datare gli eventi o descrivere gli spazi, ma diventa disciplina del tempo: capace di leggere nei materiali e nelle strutture le tracce del ritmo vitale che scandiva la costruzione del mondo antico⁵⁷⁰.

⁵⁶⁸ cfr. Schiffer 1976; Lucas 2012.

⁵⁶⁹ Lucas 2008; Raja e Sindbæk 2020.

⁵⁷⁰ cfr. Lichtenberger e Raja 2021.

2.4.4. Le interruzioni, le sospensioni e le varianti: la temporalità discontinua del cantiere antico

Nel cantiere templare antico il tempo della costruzione non sempre coincide con una progressione lineare dall'impostazione delle fondazioni al completamento dell'alzato e della decorazione. Si procede più spesso per avanzamenti successivi, arresti, rallentamenti, riprese e ridefinizioni, secondo una temporalità strutturalmente discontinua che va ricostruita caso per caso. La categoria moderna del "non finito", se impiegata in modo troppo generico, rischia infatti di sovrapporre situazioni molto diverse: edifici interrotti, edifici sospesi, edifici completati solo nelle parti funzionalmente indispensabili, edifici modificati in corso d'opera, edifici lasciati volutamente o accidentalmente in differenti stadi di lavorazione superficiale⁵⁷¹. In questo quadro, l'incompiutezza non equivale automaticamente né all'abbandono né all'insuccesso tecnico, ma può costituire l'esito visibile di una lunga negoziazione tra progetto, risorse, eventi storici e priorità politiche⁵⁷².

Le fonti epigrafiche mostrano che il cantiere antico conosceva con precisione le possibilità del ritardo, della sospensione e del riappalto. Le *syngraphai* e i documenti contabili registrano termini di consegna, proroghe, sanzioni per ritardo, penalità per cattiva esecuzione e procedure di nuovo affidamento nel caso di mancato compimento dell'opera entro il termine pattuito⁵⁷³. Nei rendiconti di Epidauro, per esempio, compaiono sanzioni tanto per il ritardo (ὑπεραμερία) quanto per la cattiva esecuzione o inadempimento (ἐπιτιμία), a conferma del fatto che il tempo del cantiere era già pienamente normato e giuridicamente sovrinteso⁵⁷⁴. Nel dossier di Lebadea, inoltre, il protrarsi dei lavori oltre il termine stabilito o il mancato compimento dopo il pagamento di una o due rate comportava nuovi calcoli e nuove assegnazioni in rapporto al contratto originario; se poi il ritardo dipendeva non dall'appaltatore ma dai *naopoioi*, che tardavano a fornire i blocchi necessari, all'impresario veniva riconosciuta una proroga esattamente corrispondente al tempo perduto⁵⁷⁵.

2.4.4.1. La guerra come causa primaria di interruzione

Fra tutte le cause di sospensione, la guerra è quella che emerge con maggiore frequenza e con maggiore chiarezza documentaria. Essa interrompe il cantiere perché distrugge, consuma risorse,

⁵⁷¹ Papini 2019, pp. 12–13; Marginesu 2014, pp. 129–131.

⁵⁷² Marginesu 2014, pp. 131–139.

⁵⁷³ Carusi 2006, p. 26; Marginesu 2014, pp. 133–134.

⁵⁷⁴ Prignitz 2014, pp. 265.

⁵⁷⁵ Bundgaard 1946, pp. 36–39; Papini 2019, p. 94.

sottrae uomini, altera le priorità della comunità e impone, sul piano amministrativo, il trasferimento dei fondi dall'edilizia alla difesa. La guerra non costituisce, dunque, soltanto un accidente esterno, ma un vero fattore strutturale nella gestione del tempo edilizio⁵⁷⁶. Non è casuale che proprio nei contratti compaiano clausole di salvaguardia relative agli eventi bellici. Il rischio della guerra era previsto giuridicamente, e il cantiere veniva organizzato tenendo conto della possibilità che esso potesse essere improvvisamente paralizzato⁵⁷⁷.

Il caso ateniese dei Propilei è esemplare. Il grande accesso monumentale, avviato nel 437/6 a.C. e concluso nel 433/2 a.C., conserva numerosi indizi di un mancato completamento nelle superfici, nelle sale laterali e nella decorazione architettonica⁵⁷⁸. L'ipotesi che questa condizione sia connessa all'imminenza della guerra del Peloponneso si fonda sul peso crescente della spesa militare negli anni immediatamente precedenti il conflitto⁵⁷⁹. Nel contesto della guerra archidamica, le spese per il *polemos* poterono superare i 16.000 talenti, con una media annua di circa 1.485 talenti, imponendo un'evidente pressione sulle disponibilità pubbliche⁵⁸⁰. La priorità pubblica della guerra rispetto alle altre voci di spesa risulta confermata anche dalla rilettura complessiva delle finanze ateniesi di età classica⁵⁸¹. La monetizzazione dell'economia ateniese e il ruolo delle ricchezze sacre nella copertura delle esigenze militari consentono inoltre di comprendere meglio il nesso tra tensione bellica e riduzione degli investimenti edilizi⁵⁸². In tale prospettiva, il non completamento dei Propilei appare meno come un fatto eccezionale e più come la manifestazione materiale di una riallocazione delle risorse in favore della guerra⁵⁸³.

Un caso ancora più netto è quello del 339/8 a.C., quando i lavori ai *neōsoikoi* e alla *skeuothēkē* del Pireo furono interrotti a causa della guerra contro Filippo, e su proposta di Demostene si deliberò di destinare gli stanziamenti alle spese militari⁵⁸⁴. In questo episodio la sospensione non è dedotta da indizi materiali, ma esplicitamente deliberata sul piano politico. La ripresa dei cantieri ateniesi dopo la crisi del 339/8 a.C. va collocata nel quadro del rilancio edilizio dell'età di Licurgo, a cui la tradizione successiva attribuì il completamento di edifici pubblici già

⁵⁷⁶ Marginesu 2015b, pp. 25–27.

⁵⁷⁷ Thür 1984, pp. 474–476.

⁵⁷⁸ Marginesu 2010, p. 19; Shear 2016, pp. 300–311.

⁵⁷⁹ Papini 2019, p. 23.

⁵⁸⁰ Pritchard 2015, pp. 92–99.

⁵⁸¹ Pritchard 2018, pp. 399–405.

⁵⁸² Flament 2007, pp. 111–113.

⁵⁸³ Papini 2019, pp. 23–26.

⁵⁸⁴ Filocoro, FGrHist 328 F 56a; Papini 2019, pp. 24–25.

avviati⁵⁸⁵. Tale sviluppo si inserisce, inoltre, in una linea di continuità con gli indirizzi finanziari e costruttivi già delineati sotto l'amministrazione di Eubulo⁵⁸⁶.

Ciò che risulta interessante e che può invece essere verificato direttamente è che, dopo Cheronea, Atene conobbe un fortissimo incremento delle entrate pubbliche, fino a circa 1.200 talenti annui, una cifra eccezionalmente alta per redditi regolari interni; e che proprio questa nuova capacità fiscale rese possibile, accanto ad altre forme di spesa pubblica, anche un ampio programma edilizio⁵⁸⁷. La prosperità dell'età licurghea aveva una preconditione politica molto precisa, cioè l'accettazione della pace macedone: la prosperità successiva a Cheronea fu resa possibile proprio dalla fine di una politica militare aggressiva e dall'instaurarsi di condizioni più stabili per il commercio e per le entrate statali⁵⁸⁸.

Si possono quindi individuare diverse ragioni per questa crescita. Anzitutto, lo sviluppo del Pireo come principale emporio dell'Egeo, grazie alla possibilità, dopo Cheronea, di operare in condizioni di sicurezza molto più stabili: furono proprio i proventi del Pireo a costituire verosimilmente la componente decisiva del nuovo equilibrio finanziario ateniese, attraverso un dazio portuale del 2 per cento, imposte collegate alle transazioni commerciali, tasse di mercato e proventi indiretti prodotti dall'intensificarsi della circolazione di merci e persone⁵⁸⁹.

In secondo luogo, una più efficiente gestione delle risorse interne. In questi anni Atene migliorò infatti lo sfruttamento delle miniere del Laurio, la vendita o concessione di terre pubbliche abbandonate o incolte, l'affitto di proprietà sacre, la riorganizzazione di alcune finanze cultuali, il ricorso a donazioni private e, più in generale, un controllo più rigoroso delle risorse della città; tutte voci che, da sole, non bastavano a spiegare il salto complessivo delle entrate senza tener conto del ruolo centrale del Pireo già accennato⁵⁹⁰.

Un terzo fattore è che, dopo il disastro della Guerra sociale, Atene aveva già iniziato sotto Eubulo a orientarsi verso una politica più prudente, meno aggressiva sul piano marittimo e più favorevole al recupero del commercio. Proprio l'esperienza della Guerra sociale aveva mostrato quanto una politica troppo aggressiva nell'Egeo potesse risultare rovinosa per i traffici e quindi per le entrate della città; negli anni successivi, al contrario, si cercò di favorire il recupero del commercio

⁵⁸⁵ Meier 2012, p. 190 n. 2.

⁵⁸⁶ Faraguna 1992, pp. 257–268.

⁵⁸⁷ Burke 2010, pp. 393–395.

⁵⁸⁸ Burke 2010, pp. 393, 411–412.

⁵⁸⁹ Burke 2010, pp. 395–399.

⁵⁹⁰ Burke 2010, pp. 394–397.

marittimo, della sicurezza dei traffici e delle rendite del Pireo, in un quadro di maggiore pianificazione economica⁵⁹¹.

Infine, emerge un elemento quasi paradossale: Atene beneficia economicamente della pace e a una scala “imperiale” senza dover sostenere i costi e i rischi dell’impero⁵⁹². È precisamente questa combinazione tra prosperità ampia e rinuncia a una politica imperiale autonoma a costituire la chiave del boom finanziario dell’età licurghea. In sintesi, Atene si arricchisce dopo Cheronea non per una ripresa della propria potenza politica autonoma, ma per una combinazione di pace imposta, sicurezza marittima, sfruttamento fiscale più efficiente e piena valorizzazione commerciale del proprio sistema portuale; proprio per questo, la prosperità del periodo è al tempo stesso reale e strutturalmente fragile, poiché dipende da un equilibrio politico garantito dall’esterno e non da una ritrovata libertà di azione.

Tentando una sintesi più generale, il caso licurgheo mostra come il rapporto evenemenziale tra guerra e cantieri non è necessariamente a detrimento di questi ultimi: l’interruzione può essere finalizzata a una comprensibile strategia di reinvestimento delle finanze sul settore militare, prioritario proprio perché emergenziale, che però privilegia sul lungo termine il completamento delle stesse opere pubbliche, “scommettendo” sulla pace e dunque ripartendo con mutate e perfino migliorate condizioni economiche e commerciali.

Non va sottovalutato come la vittoria porti al vincitore risorse di tipo non solo economico, ma anche umano. Il bottino di guerra era spesso costituito anche da esseri umani, le cui braccia sarebbero andate a incrementare la forza-lavoro dei cantieri. Per portare un esempio dall’Occidente greco, si ricorda la narrazione di Diodoro Siculo in merito alla vittoria di Imera del 480 a.C., ottenuta da Gelone di Siracusa e Terone di Agrigento sui Cartaginesi di Amilcare: i prigionieri di guerra furono distribuiti tra le diverse città alleate, in particolare ad Agrigento, dove per il gran numero la città poté reimpiegarli nelle opere pubbliche e vedere un notevole incremento nell’estrazione di pietra destinata ad esse⁵⁹³.

La guerra dunque può, sì, scombinare le carte dei tempi edilizi ma anche riordinarle in seguito - indirettamente - a vantaggio del vincitore, o perfino degli altri protagonisti non direttamente favoriti dall’esito del conflitto.

⁵⁹¹ Burke 2010, pp. 408–410.

⁵⁹² Burke 2010, pp. 411–412.

⁵⁹³ Diod. XI, 25, 2-3.

La guerra agisce però anche attraverso la distruzione materiale del costruito. Il tempio arcaico di Poseidone a capo Sounion mostra che la lavorazione della peristasi esterna, avviata intorno al 490–480 a.C., era giunta sino al *geison*, con colonne ancora non scanalate, quando l’invasione persiana del 480/79 a.C. e il successivo incendio interruppero il processo costruttivo; il nuovo tempio in marmo appartiene infatti a una fase successiva⁵⁹⁴.

Lo stesso schema interpretativo vale, più in generale, per i santuari devastati in contesto bellico, il cui stato di arresto o di ricostruzione selettiva diventa un elemento costitutivo della memoria del paesaggio sacro. In questo senso, i resti dei templi distrutti assumono anche una funzione documentaria: essi operano come prove materiali (τεκμήρια) degli eventi bellici, richiamate e valorizzate anche nelle narrazioni storiche. La presenza visibile delle rovine contribuisce così a consolidare il racconto della guerra e a radicarlo nello spazio fisico della città e del santuario.⁵⁹⁵ Nel lungo periodo si osserva inoltre una trasformazione significativa nel modo in cui i santuari vengono percepiti nei contesti bellici: da spazi inviolabili essi tendono progressivamente a essere considerati anche come risorse economiche e strategiche, suscettibili di sfruttamento e saccheggio. Questo mutamento, collegato tra l’altro alla crescente diffusione di eserciti mercenari, contribuisce ad accrescere la vulnerabilità dei complessi templari e dei loro cantieri⁵⁹⁶.

Ancora più istruttivo è il caso di Delfi. Dopo la prima fase della costruzione del tempio di Apollo fra 366 e 356 a.C., la terza guerra sacra determinò una battuta d’arresto e provocò danni alle membrature della peristasi; nell’autunno del 344 a.C. i *naopoioi* incaricarono Athanogeiton di procurare nuove pietre dalle cave di Corinto per sostituire epistili, triglifi e gocciolatoi danneggiati⁵⁹⁷. La ricostruzione del cantiere delfico mostra però che l’interruzione bellica non comportò una dissoluzione dell’apparato amministrativo: il collegio dei *naopoioi* continuò a esistere, sia pure in forma ridotta, e alcuni pagamenti proseguirono anche durante il conflitto⁵⁹⁸. Il rapporto tra finanza, amministrazione e lavoro edilizio a Delfi mostra quindi che la guerra non sempre annulla il cantiere, ma può trasformarlo in una fase di manutenzione, di attesa e di preparazione alla ripresa⁵⁹⁹. La raccolta dei fondi e il carattere multietnico degli appaltatori

⁵⁹⁴ Paga e Miles 2016, pp. 687–688.

⁵⁹⁵ Miles 2014, p. 121.

⁵⁹⁶ Miles 2014, p. 137.

⁵⁹⁷ Bousquet 1989, pp. 60–68, n. 34; Papini 2019, pp. 40–41.

⁵⁹⁸ Amandry e Hansen 2010, pp. 475–482.

⁵⁹⁹ Davies 1998, pp. 1–14.

delfici confermano inoltre che il grande cantiere templare dipendeva da equilibri finanziari e politici particolarmente vulnerabili⁶⁰⁰.

In altri casi la guerra entra direttamente nel sistema di clausole contrattuale. La cosiddetta *koina syngraphos* di Tegea, relativa all'assegnazione di lavori pubblici dopo la metà del IV secolo a.C., contempla espressamente l'eventualità che la guerra impedisca l'avvio o la prosecuzione dell'opera, e prevede disposizioni specifiche per il reperimento delle risorse e per la tutela delle parti contraenti⁶⁰¹. La normativa di Tegea è stata recentemente riesaminata anche come documento fondamentale per la regolazione greca dell'appalto edilizio⁶⁰². La sua importanza, per il problema dei tempi del cantiere, consiste nel fatto che il ritardo bellico non viene trattato come una deviazione patologica, ma come un rischio ordinario di cui il contratto deve già tener conto.

Analoga è la logica dell'accordo fra la *polis* di Eretria e Chairephanes per la bonifica della palude di Ptechai intorno al 320 a.C.⁶⁰³. Se la guerra avesse impedito l'esecuzione dei lavori o il godimento economico del terreno bonificato, all'imprenditore sarebbe stata concessa una dilazione esattamente pari al tempo perduto⁶⁰⁴. Il contratto di Eretria mostra così che il tempo del cantiere antico era pensato come tempo recuperabile, purché la causa dell'interruzione fosse riconosciuta come esterna e legittima⁶⁰⁵. La presenza di una clausola ulteriore relativa alla morte dell'appaltatore, con obbligo per collaboratori ed eredi di rispettare i termini del contratto, amplia ulteriormente il quadro delle possibili cause di sospensione e di continuità interrotta⁶⁰⁶.

2.4.4.2. L'esaurimento dei fondi e la costruzione per fasi

Subito dopo la guerra, il fattore più incisivo è l'insufficienza o l'intermittenza delle risorse finanziarie. I grandi cantieri templari raramente disponevano, al momento dell'avvio, dell'intera somma necessaria al loro compimento. Più spesso si lavorava per fasi, sulla base di entrate annuali, disponibilità prevedibili, sottoscrizioni, prestiti pubblici o donazioni di benefattori⁶⁰⁷. La pianificazione delle spese pubbliche nelle *poleis* ellenistiche mostra bene che i bilanci civici

⁶⁰⁰ Davies 2001, pp. 218–223.

⁶⁰¹ Thür 1984, pp. 512–513.

⁶⁰² Prignitz 2018, pp. 37–46.

⁶⁰³ IG XII 9, 191.

⁶⁰⁴ Knoepfler 2001, pp. 58–63.

⁶⁰⁵ Fantasia 1999, pp. 100–107.

⁶⁰⁶ Knoepfler 2001, pp. 63–66.

⁶⁰⁷ Migeotte 2014, pp. 381–390.

si fondavano in larga misura su entrate periodiche e su una programmazione annuale, il che rendeva strutturalmente possibile una lunga dilazione delle opere⁶⁰⁸.

La lunga durata del Didymaion è, sotto questo profilo, paradigmatica. Le centoventiquattro colonne del diptero furono erette tamburo per tamburo e non giunsero mai a compimento, mentre i costi di singole parti – una colonna, la *krepis* occidentale – mostrano con evidenza l'enormità dell'impegno richiesto⁶⁰⁹. Nemmeno la creazione di un reddito stabile tramite l'affitto delle botteghe della stoa dedicata da Antioco a Mileto bastò ad accelerare in modo decisivo i lavori nel santuario di Didyma⁶¹⁰, che rimase tuttavia funzionante, e proprio questa continuità culturale impedisce di interpretarne la lentezza come semplice abbandono⁶¹¹. La fabbrica sacra antica, in altri termini, poteva restare aperta per generazioni senza perdere necessariamente la propria validità religiosa e monumentale⁶¹², così come dimostrano i casi più recenti di tante basiliche cristiane, il cui rinnovamento e contestuale trasformazione della fabbrica in cantiere non hanno interrotto l'esercizio del culto, continuato solo in forma ridotta in un'area ristretta degli edifici, di solito quella ritenuta per ragioni culturali la più sacra⁶¹³.

2.4.4.3. Difetti costruttivi, errori progettuali, problemi del sito

Un'altra causa di sospensione è rappresentata dai problemi tecnici: errori di progetto, scelta inadeguata del terreno, cattiva qualità dei materiali, cattiva esecuzione. Le lettere di Plinio il Giovane a Traiano costituiscono, per questo aspetto, una testimonianza eccezionalmente lucida. Nel caso del teatro di Nicea, già in larga parte costruito ma ancora *imperfectum*, l'enorme spesa sostenuta non aveva prodotto un'opera compiuta e stabile; le difficoltà riguardavano il terreno umido, le fessurazioni e l'affidabilità complessiva dell'intervento⁶¹⁴. La riflessione moderna ha insistito sulla straordinaria competenza tecnica di questo carteggio nel definire le cause concrete del dissesto e dell'interruzione⁶¹⁵. Nel quadro più generale della politica edilizia delle province d'Asia, l'esempio di Nicea mostra che il cantiere può arrestarsi non solo per mancanza di fondi, ma perché la prosecuzione dell'opera rischia di tradursi in ulteriore spreco⁶¹⁶. La combinazione

⁶⁰⁸ Migeotte 2015, pp. 59–74.

⁶⁰⁹ Haselberger 1996, p. 174; Meier 2012, pp. 382–387.

⁶¹⁰ Günther 2001, pp. 185–198.

⁶¹¹ Rumscheid 1999, p. 63.

⁶¹² Hellmann 2002, p. 59.

⁶¹³ Per l'impossibilità di enumerare tutti i casi noti, si pensi, a mero titolo di esempio e a riprova della continuità diacronica della pratica, alla trasformazione architettonica della basilica di San Nicola a Bari (XI secolo d.C.) o a quella di San Pietro a Roma (XVI secolo) o, ancora, alla recentissima Sagrada Família a Barcellona, consacrata anch'essa prima di essere conclusa.

⁶¹⁴ *Plin. Ep. 10.39–40*.

⁶¹⁵ Mansuelli 1980, pp. 1377–1385.

⁶¹⁶ Winter 1996, pp. 54–61.

tra incompetenza progettuale, frode e vulnerabilità strutturale è stata opportunamente messa in evidenza anche in chiave comparativa⁶¹⁷.

2.4.4.4. Mutamenti politici, ostilità civica, morte del promotore

Il cantiere può inoltre rallentare o interrompersi per ragioni strettamente politiche. Nel caso dei Propilei, accanto alla pressione della spesa bellica, è stata considerata anche l'incidenza del mutato clima politico attorno a Pericle e dei decreti finanziari che cercavano di porre limiti ai costi degli interventi⁶¹⁸. Il lessico dell'*eutelēs*⁶¹⁹, che traduce l'aggettivo "economico", è significativo proprio perché traduce sul piano documentario l'esigenza di un contenimento della spesa e di una diversa gerarchia delle priorità civiche⁶²⁰. In questi casi non è sempre possibile distinguere con sicurezza una vera interruzione da una riduzione programmatica o da una variante economica; ma proprio tale ambiguità fa parte della logica storica del cantiere.

Un'altra causa ricorrente è la scomparsa del committente o dell'architetto promotore. La tradizione relativa al tempio di Arsinoe ad Alessandria, riferita da Plinio il Vecchio, attribuisce il mancato compimento del progetto alla morte dell'architetto Dinocrate e di Tolomeo II⁶²¹. In un sistema fortemente dipendente dall'iniziativa regia o personale, la continuità del cantiere non era affatto garantita, e il mutamento del quadro dinastico poteva bloccare o ridimensionare opere già avviate. Questo aspetto andrebbe tenuto in debito conto per le realtà aristocratiche delle colonie magnogreche, dove erano spesso i gruppi o il singolo al potere a deliberare la costruzione dei templi.

2.4.4.5. Varianti, riassetti, riprese

Non ogni scarto rispetto al progetto originario va però letto come effetto di una crisi. La variante in corso d'opera appartiene pienamente alla prassi *de facto* della costruzione antica. Per i Propilei, l'oscillazione fra *Propylaios* e *Propylaia* nei rendiconti è stata interpretata come possibile indizio di un ampliamento progettuale dal corpo centrale ai corpi laterali⁶²². In altri casi la stratigrafia monumentale permette di riconoscere con chiarezza cambiamenti di disegno, errori corretti, sospensioni e riprese⁶²³. Il *Pompeion* di Atene, del IV sec. a.C., costituisce un esempio

⁶¹⁷ Oleson 2011, pp. 16–17.

⁶¹⁸ Tanoulas 1992, pp. 214–215.

⁶¹⁹ Nel lessico architettonico, non va confuso con *enteles*, che invece indica la restituzione perfetta dei manufatti, assimilabile al restauro. Si veda Marginesu 2014, pp. 132–133 con relativa bibliografia.

⁶²⁰ Marginesu 2014, p. 133.

⁶²¹ Papini 2019, pp. 8–9.

⁶²² Marginesu 2010, p. 56.

⁶²³ Papini 2019, pp. 41–42.

istruttivo: un edificio iniziato e subito interrotto fu seguito, poco dopo, da un progetto più monumentale, segno che la sospensione poteva tradursi non nella rinuncia all'opera, ma in una sua radicale riconfigurazione⁶²⁴.

2.4.4.6. I cantieri d'Occidente: interruzione, durata e vulnerabilità della fabbrica templare

Nel caso dei templi dell'Occidente greco, il problema dell'interruzione e della sospensione dei lavori assume un rilievo particolare, poiché la documentazione epigrafica è più scarsa che in area egea, mentre l'evidenza archeologica conserva con notevole chiarezza i segni materiali della durata, dell'arresto e della ripresa. Proprio per questo, i cantieri magnogreci e sicelioti costituiscono un osservatorio privilegiato per studiare il rapporto fra progetto monumentale, tempi lunghi della costruzione e vulnerabilità storica della fabbrica. L'incompiutezza, in tali contesti, non può essere ridotta a una categoria puramente formale, ma va letta come indice di una temporalità edilizia esposta a eventi bellici, crisi finanziarie, mutamenti politici e ridefinizioni del programma architettonico, secondo una dinamica che la documentazione greca di età classica ed ellenistica rende pienamente intelligibile.

Il tempio di Segesta costituisce, sotto questo profilo, il caso più chiaro e più istruttivo. L'edificio, databile agli anni 430–420 a.C. circa⁶²⁵, mostra con evidenza lo stato di un cantiere avanzato ma non portato a compimento⁶²⁶: le colonne non furono scanalate, le bugne di sollevamento restarono visibili in più punti, mancano la cella, la *simā* e il sistema di copertura, mentre varie superfici non giunsero alla rifinitura finale. La spiegazione più plausibile di tale arresto va ricondotta non a una scelta deliberata di “non finito”, ma alla cesura storica determinata dalla conquista cartaginese del 406 a.C., che pose fine alla capacità politica e finanziaria della città di proseguire l'impresa monumentale⁶²⁷. Il tempio segestano rientra pienamente nella tipologia dei grandi monumenti il cui stato incompiuto è l'esito di eventi storici traumatici, e non di una semplice lentezza esecutiva o di un arresto momentaneo del lavoro⁶²⁸.

L'Olympieion di Agrigento documenta una situazione in parte diversa ma ugualmente istruttiva. Diodoro Siculo collega il mancato completamento del tempio alla distruzione della città nel 406 a.C., quando gli Agrigentini non furono più in grado di ultimare i propri *oikodomēmata* (Diod. Sic. 13.82.1–4). La discussione moderna resta articolata per quanto riguarda la copertura della cella e l'interpretazione di alcune soluzioni formali, ma il nesso tra rovina politica e arresto del

⁶²⁴ Hoepfner 1976, pp. 34–35.

⁶²⁵ Burford 1961.

⁶²⁶ Mertens 1984, pp. 203–205.

⁶²⁷ Mertens 2006, pp. 398–399; De Angelis 2016, p. 115.

⁶²⁸ Papini 2019, p. 57.

programma monumentale resta difficilmente eludibile⁶²⁹. La ricostruzione complessiva del santuario e dei suoi problemi architettonici conferma che la guerra segnò una cesura decisiva nella storia della fabbrica⁶³⁰. La successiva riflessione, sul tempio dopo il 406 a.C., ha poi ulteriormente chiarito che il suo stato non va semplicemente confuso con un progetto volutamente ipetrato o “programmaticamente” incompiuto⁶³¹.

La Sicilia greca offre dunque esempi nei quali la guerra si manifesta come causa diretta di interruzione definitiva. In Magna Grecia, invece, la temporalità del cantiere sembra spesso riflettere più fortemente la lunga durata della fabbrica e la possibilità di aggiustamenti progressivi. In edifici come il cosiddetto tempio di Nettuno a Poseidonia, la ricerca ha mostrato come il processo costruttivo non debba essere pensato come esecuzione meccanica di un progetto integralmente definito fin dall’inizio, ma come una pratica suscettibile di adeguamenti, correzioni e decisioni prese nel corso dei lavori, secondo una logica di progressiva messa a punto già rilevata anche per il Partenone e per altri grandi cantieri greci⁶³². In questo senso, anche laddove non si conservi un vero arresto del cantiere, l’edificio occidentale mostra che la fabbrica templare antica vive di tempi multipli, di fasi e di decisioni successive, e non di una perfetta linearità progettuale.

Nei contesti magnogreci e sicelioti, infatti, la scarsità di testi contrattuali e contabili impone di leggere con particolare attenzione gli indicatori materiali del tempo edilizio: differenze nello stato di finitura, membrature lasciate in stadi diversi di lavorazione, assenza di elementi strutturali indispensabili al completamento, incoerenze o cesure nella logica costruttiva, rapporti fra nucleo interno e peristasi, e più in generale tutte quelle tracce che consentono di distinguere fra rallentamento, sospensione, arresto definitivo e variante. La comparazione con i dossier epigrafici della Madrepatria mostra che i segni materiali dell’incompiutezza non possono essere interpretati isolatamente, ma devono essere ricondotti alla storia specifica di ciascun cantiere, nella quale incidono la natura della committenza, la gestione amministrativa, il calcolo dei costi, le forme di finanziamento, l’entità delle maestranze e altri fattori esogeni⁶³³.

Il punto decisivo per questa trattazione consiste dunque nel restituire al monumento occidentale la sua dimensione di processo. Ciò significa riconoscere che anche in assenza di *syngraphai* o di rendiconti analoghi a quelli ateniesi o didimei, il tempio arcaico d’Occidente doveva comunque

⁶²⁹ Marconi 1997, pp. 2–13.

⁶³⁰ Mertens 2006, pp. 261–266.

⁶³¹ Zoppi 2014, pp. 593–597.

⁶³² Mertens 2017–2018, pp. 183–203; Wesenberg 2018, pp. 149–182, richiamato da Papini 2019, p. 13 n. 6.

⁶³³ Papini 2019, pp. 12–13.

dipendere da una sequenza di decisioni, disponibilità e verifiche che ne scandivano la realizzazione nel tempo. Le interruzioni, le sospensioni e le varianti non rappresentano allora fenomeni marginali o patologici, ma modi propri della temporalità del cantiere antico: espressioni della sua esposizione al rischio storico e, insieme, della sua capacità di adattarsi a condizioni mutevoli. Guerra, esaurimento dei fondi, discontinuità politica, mutamento progettuale, difetti tecnici e rinegoziazione contrattuale non agiscono separatamente, ma spesso si sommano. Il cantiere antico appare così come un organismo esposto alla contingenza, nel quale il tempo non è mai un dato neutro, bensì una variabile politica, economica e materiale inscritta nelle stesse pietre del monumento. In questa prospettiva, il grande tempio magnogreco appare non come una forma immobile, ma come il risultato precario e stratificato di una durata costruttiva che la guerra, più di ogni altro fattore, poteva spezzare o deviare.

2.5. I costi del cantiere.

2.5.1. Stato della questione

Tra i diversi quesiti in seno a questa trattazione, si impone quello economico, ovvero di come si possa stimare il costo, in termini di valore economico, di un cantiere templare arcaico in Magna Grecia, dal momento che le fonti più considerevoli e analitiche appartengono per lo più all'età classica ed ellenistica e a contesti temporali diversi, spesso lontane dall'Occidente greco. La difficoltà non consiste soltanto nella distanza cronologica, ma anche nel fatto che le cifre conservate nelle iscrizioni edilizie, nei rendiconti e nei contratti di appalto sono prodotte da amministrazioni particolari, in contesti monetari plurali, dentro mercati del lavoro differenti e all'interno di sistemi tecnici che non coincidono necessariamente con quelli dei grandi cantieri dorici dell'Italia meridionale fra VI e inizi V secolo a.C.⁶³⁴.

Proprio per questo, il ricorso alle fonti ateniesi o epidaurie non può avvenire per trasposizione *tout court*, né la loro ricchezza informativa può renderle automaticamente normative. Atene offre soprattutto un laboratorio documentario privilegiato, più che una misura universale, dove reclutamento diretto, remunerazione a giornata, pagamento a cottimo, appalto in senso stretto e perfino forme di partnership imprenditoriale coesistevano e si intrecciavano: il cantiere pubblico ateniese non riflette un unico modello di organizzazione del lavoro, ma un ventaglio di soluzioni selettivamente impiegate dai magistrati⁶³⁵. Ne consegue che già all'interno della stessa Atene il significato economico di una dracma cambia a seconda che la somma esprima una paga giornaliera, un compenso a pezzo, un pagamento per superficie, un corrispettivo pattuito con un appaltatore o una liquidazione che incorpora costi indiretti e rischio.

D'altra parte, gli studi classici sui costi dell'edilizia greca, da Stanier a Burford, hanno aperto una prospettiva decisiva ma anche fragile, quella del calcolo comparativo. Burford colse con lucidità che il tempio greco è un fenomeno economico di primo piano e non un semplice sottoprodotto estetico della *polis*, ma comprese anche che le cifre di cantiere non sono dati naturali, bensì il risultato di convenzioni, trattative, prezzi rotondi, condizioni stagionali, qualità dei materiali e assetti politici⁶³⁶. Più di recente, Jari Pakkanen ha dato a questo filone una base molto più solida, connettendo ricostruzione volumetrica, analisi delle iscrizioni edilizie e confronto fra coefficienti di lavoro, soprattutto per Epidauro, Didima e il Partenone⁶³⁷. Le osservazioni che seguono si collocano precisamente in questo spazio. Non propongono una

⁶³⁴ Burford 1965, pp. 21-23; Pitt 2016, pp. 194-205.

⁶³⁵ Carusi 2021b, pp. 131-149.

⁶³⁶ Burford 1965, pp. 28-30.

⁶³⁷ Pakkanen 2023, pp. 266-285.

monetizzazione arbitraria del tempio arcaico magnogreco, ma un metodo controllabile per tradurre dati classici ed ellenistici in ipotesi di costo tecnicamente e numismaticamente difendibili.

L'obiettivo, dunque, non è soltanto sintetizzare il sistema monetario greco o elencare prezzi e salari, ma costruire un protocollo operativo che permetta, a partire dai dati volumetrici di un tempio, in questo caso arcaico e in Magna Grecia, di stimarne il costo in termini monetari e soprattutto in termini di risorse incorporate, ovvero quantità di argento, giornate di lavoro qualificate e non qualificate, massa di pietra da cavare, chilometri-tonnellata da trasportare, superfici da rifinire, attrezzature e tempi di organizzazione. Una simile procedura intende proporsi come più rigorosa della semplice equivalenza nominale fra monete, perché sposta l'attenzione dal nome dell'unità monetaria alla sostanza economica del processo stesso.

2.5.2. La natura delle fonti

Prima di parlare di moneta bisogna chiarire la natura delle fonti. Le iscrizioni edilizie greche non sono bilanci moderni, né libri mastri completi, né listini omogenei. Robert Pitt ha insistito sul fatto che il dossier epigrafico di un cantiere pubblico è, per definizione, frammentario e selettivo: in un caso si conservano decreti istitutivi della commissione, in un altro *syngraphai*, in un altro ancora conti, multe, cauzioni, dediche finali o segni di lavorazione sui blocchi; nessun progetto antico trasmette tutti questi livelli insieme, e ogni corpus induce un'“illusione di conformità” che va continuamente corretta⁶³⁸. In altri termini, l'evidenza epigrafica consente di illuminare alcune fasi della filiera edilizia, ma non l'intero processo.

Questo significa che quando una fonte dice che un determinato appaltatore riceve una certa somma, per esempio, per “pietra corinzia”, non sempre è chiaro se il prezzo incorpori il solo approvvigionamento del materiale, oppure anche la sbazzatura, il trasporto, la consegna in sito, la tolleranza per scarti e ritardi, o perfino una quota di rischio. Questo aspetto è stato già rilevato per l'età classica, dove il prezzo registrato nei contratti può essere stato modellato da molteplici fattori: negoziazioni, stagionalità, clima avverso, guerra, pace, disponibilità di navi o di buoi, e perfino dal temperamento economico dei contraenti⁶³⁹. Perciò il dato monetario deve essere interpretato come il punto d'arrivo di un negoziato amministrativo, non come il riflesso immediato di un mercato perfettamente trasparente.

⁶³⁸ Pitt 2016, pp. 194-205.

⁶³⁹ Burford 1965, p. 29.

A ciò si aggiunge un secondo problema. Le categorie registrate dalle fonti non coincidono sempre con le categorie che servirebbero alla storia dell'economia del cantiere. L'epigrafe può registrare il pagamento per la scanalatura delle colonne, ma non separare il tempo di preparazione degli strumenti; può riportare il salario ad assistenti e agli addetti al trasporto, senza esplicitare il rapporto quantitativo fra manodopera qualificata e non qualificata; può menzionare un trasporto complessivo, senza dettagliare quanto pesino le fasi di carico, scarico, trazione terrestre e trasporto marittimo. Il problema non è secondario, perché nel tentativo di retroproiettare questi valori sull'arcaismo occidentale è proprio la scomposizione dell'operazione a ridurre l'errore.

Un terzo punto riguarda il rapporto fra documento pubblico e costo effettivo. La pubblicazione dei conti in pietra rispondeva a esigenze di rendicontabilità e visibilità civica. Nel caso ateniese, i rendiconti non servivano solo a gestire il cantiere, ma anche a mostrare alla comunità come il denaro sacro o pubblico fosse stato impiegato⁶⁴⁰. È quindi possibile che alcune serie siano più attente alla responsabilità politica, alla registrazione dell'obbligazione o alla prova dell'avvenuto pagamento che non alla descrizione economicamente ottimale del processo produttivo. In questo senso, anche la forma dell'informazione è parte del problema.

In sintesi, le fonti numeriche sono preziose, ma non si lasciano usare in modo indifferenziato. Esse misurano pagamenti amministrativamente significativi e solo a certe condizioni questi pagamenti possono essere scomposti in costi tecnici. Da qui deriva la necessità di lavorare per *comparanda* e per livelli, non confrontando una cifra con un'altra, ma una cifra con una catena operativa, un materiale, una distanza, un tempo di lavoro, un'organizzazione di cantiere.

2.5.3. Il sistema monetario nel mondo greco

Il lessico monetario greco dà l'impressione di una forte omogeneità. Obolo, dracma, statere, mina, talento sono nomi largamente condivisi. Tuttavia questa uniformità è, per molti aspetti, più lessicale che ponderale. Nel mondo greco arcaico e classico non esiste un unico sistema monetario, ma famiglie di standard, spesso concorrenti, talvolta ridotti localmente, e strettamente collegati a scelte commerciali, politiche e regionali. Gli standard principali in uso fra età arcaica e classica furono il lidio-milesio, il persiano, l'euboico, l'eginetico e il corinzio, ai quali si affiancarono versioni ridotte o adattate in aree specifiche, fra cui l'Italia meridionale e la Tracia egea⁶⁴¹.

⁶⁴⁰ Pitt 2016, pp. 194-197.

⁶⁴¹ Psoma 2015.

Questa pluralità significa che il medesimo termine “dracma” non ha sempre lo stesso peso equivalente in argento. In Attica, la dracma di conto vale circa 4,3 g; nello standard eginetico, la dracma pesa circa 6,1 g, mentre lo statere eginetico o didracma ruota intorno a 12,2-12,4 g. Nel convertire i salari in grammi di argento per confrontare dati attici, eginetici ed ellenistici, alcuni studio hanno assunto proprio 4,3 g per la dracma attica e 6,1 g per la dracma eginetica⁶⁴². A partire da qui, il primo principio del confronto economico diventa quasi banale, ma non è mai superfluo ribadirlo: i nomi delle monete non bastano; occorre sempre identificare lo standard a cui l’unità appartiene.

Le unità superiori – mina e talento – complicano ulteriormente la questione. Esse sono spesso unità di conto e di grande calcolo, non monete coniate di uso corrente. Nella tradizione attica, 1 mina vale 100 dracme e 1 talento vale 60 mine, ovvero 6000 dracme, ma il valore reale della mina e del talento dipende, ancora una volta, dal peso della dracma sottostante (Tab. 1). Il punto è cruciale perché i grandi costi di cantiere sono spesso registrati in dracme, mine o talenti, ma in termini di comparazione interregionale non ci si può fermare al numero assoluto. In sostanza, cento talenti attici e cento talenti costruiti su un’altra dracma non rappresentano la stessa quantità di argento.

Anche lo statere richiede particolare attenzione. In Attica, il termine può coincidere con la didracma, cioè 2 dracme, e quindi con circa 8,6 g di argento. La tetradracma attica pesa allora circa 17,2 g e coincide ponderalmente con lo statere euboico. Il rapporto fra standard attico, euboico e corinzio non può essere compreso se non si segue la logica dei pesi, delle suddivisioni e dei mercati di circolazione⁶⁴³. Per la storia economica dell’architettura, ciò significa che una “normalizzazione in argento” è preliminare a ogni altra operazione.

Da qui si comprende anche perché il sistema monetario greco debba essere presentato in due registri distinti. Da un lato vi è la grammatica interna delle denominazioni: 1 dracma = 6 oboli; 1 obolo = 8 chalkoi in molti contesti; 1 mina = 100 dracme; 1 talento = 6000 dracme. Dall’altro lato vi sono gli standard ponderali reali e le loro varianti regionali. La prima informazione serve a leggere le fonti, la seconda serve a confrontarle.

⁶⁴² Pakkanen 2023, p. 272 n. 46.

⁶⁴³ Psoma 2015, pp. 104-112.

2.5.4. Atene classica come laboratorio documentario indispensabile ma non sufficiente

L'Atene classica è spesso la base di ogni ragionamento sui costi dell'edilizia greca per ragioni evidenti: si pensi all'Acropoli, all'Eretteo, a Eleusi, ai rendiconti epigrafici, ai decreti, senza contare la ricchezza della tradizione storiografica moderna. Si tratta di un privilegio documentario reale, ma proprio questa abbondanza rischia di trasformare Atene in una falsa media del mondo greco. La città attica non è soltanto meglio documentata, è anche diversa per scala politica, per centralizzazione amministrativa, per capacità fiscale, per afflusso di manodopera, per grado di monetizzazione e per potere di attrazione di artigiani e specialisti.

Burford, già nel 1963, sottolineava che nessuna *polis* – neppure Atene – poteva mantenere stabilmente un “corpo completo” di costruttori templari specializzati. I grandi cantieri richiedevano l'aggregazione temporanea di competenze altrimenti separata, la mobilità dei saperi tecnici, la combinazione di maestranze cittadine, di meteci, servili e forestiere⁶⁴⁴. Ne deriva che il cantiere del Partenone, lungi dall'essere un miracolo amministrativo isolato, va letto come un caso eccezionale costruito però con strumenti ordinari del mondo greco: commissioni, approvvigionamenti segmentati, pagamenti differenziati, circolazione di specialisti, e un forte coordinamento pubblico.

In passato si è ritenuto che l'Atene classica privilegiasse il reclutamento diretto a giornata, mentre i santuari periferici avrebbero sviluppato forme di appalto. L'evidenza epigrafica mostra invece un panorama composito, con una città che conosce appalti, subappalti, *syngraphai*, lavoro a giornata, lavoro a cottimo e forme di *συνεργία* o partnership funzionale⁶⁴⁵. Il magistrato non sceglie un modello una volta per tutte, ma combina strumenti diversi secondo la complessità del lavoro, la capacità del singolo atelier e la frammentazione del mercato del lavoro⁶⁴⁶. Questo punto incide direttamente sulla stima dei costi, perché vieta di prendere la paga giornaliera ateniese come se fosse il corrispettivo totale di qualsiasi attività di cantiere.

Il famoso valore di 1 dracma al giorno, che ricorre in relazione ad alcune maestranze dell'Eretteo, è infatti solo un segmento del problema. Tale paga, letta in rapporto ai prezzi del grano, rappresenta un valore di potere d'acquisto piuttosto elevato; ma il dossier ateniese non può essere equiparato a un campione neutro dell'intera economia del lavoro⁶⁴⁷. La medesima fonte che ci

⁶⁴⁴ Burford 1963, pp. 23-25.

⁶⁴⁵ Carusi 2021b.

⁶⁴⁶ Carusi 2021b, pp. 132-149.

⁶⁴⁷ Marginesu 2023, pp. 239-242, 251-255.

trasmette giornate da 1 dracma conserva anche remunerazioni a superficie, a figura, a blocco, a mansione. Il cantiere ateniese, dunque, non dà un listino unico, ma un repertorio di modalità.

È però proprio questa pluralità a rendere Atene indispensabile per una stima di un cantiere arcaico, perché fornisce non un prezzo assoluto, ma categorie di comparazione: la differenza fra manovale e specialista, la remunerazione per giornata e per pezzo, il rapporto fra salario e sussistenza, la misura pubblica delle forniture, la relazione fra amministrazione e impresa privata. In altre parole, Atene è il luogo in cui il costo edilizio diventa leggibile in tutte le sue componenti, non dunque una norma da imitare, ma una grammatica analitica da usare con prudenza.

2.5.5. La Magna Grecia arcaica: pluralità monetaria e limiti della documentazione

Se Atene è il polo della documentazione, la Magna Grecia arcaica si presenta come quello della sfida interpretativa. Nonostante qui si conservino i monumenti nelle forme imponenti dell'architettura d'Occidente, per il tema dei costi, manca quasi del tutto l'equivalente dei grandi conti edilizi della Madrepatria. Il risultato paradossale è che per l'Occidente arcaico si possono ricostruire meglio i volumi edilizi che le cifre economiche.

Proprio per questo, la numismatica diventa fondamentale. Nelle colonie achee la monetazione arcaica si organizza secondo una versione ridotta dello standard corinzio, con statere intorno a 8 g (Tab. 2). Questa scelta rifletterebbe la costruzione di una zona monetaria chiusa, in cui le colonie occidentali adottavano uno standard leggermente inferiore a quello corinzio, in modo che 1 statere corinzio di 8,6 g potesse essere cambiato con 1 statere locale di 8 g, generando un vantaggio per il circuito monetario occidentale e facilitando l'assorbimento della valuta corinzia all'interno di economie fortemente esportatrici di derrate e prodotti animali⁶⁴⁸. La funzione economica dello standard, dunque, non è neutra, ma riguarda commercio, controllo monetario e delimitazione di un'area di circolazione.

È stato indicato per Sibari uno statere di circa 7,85 g e per Metaponto uno statere di circa 8 g, pur all'interno della comune matrice achea⁶⁴⁹. Per Crotone la struttura ponderale è stata ricondotta a uno statere di circa 8,06 g, divisibile in tre dracme da circa 2,68 g e in oboli da circa 0,44 g, il che rende evidente come il problema non sia soltanto scegliere uno standard di "statere", ma capire come le sottounità locali si articolino al suo interno⁶⁵⁰. Caulonia rientra nello

⁶⁴⁸ Psoma 2015, pp. 111-112.

⁶⁴⁹ Morakis 2022, pp. 42, 51.

⁶⁵⁰ Parise 1990, passim

stesso orizzonte acheo e andrebbe trattata, in prima approssimazione, nello stesso sistema di uscita.

Diverso è il caso dell'area tirrenica. Lo standard focese di 16,5 g è attestato a Velia, colonia di Focea, e anche a Poseidonia, vicina di Velia e colonia di Sibari, e ciò mostra che, nell'Occidente greco, i sistemi monetari non ricalcano semplicemente l'origine etnica della colonia, ma possono essere ridefiniti dal commercio e dalle connessioni intercoloniali⁶⁵¹. Lo stesso ragionamento si può fare per lo standard euboico, con statere di 17,2 g, nelle colonie euboiche e in parte della Campania e della Sicilia, il che conferma ulteriormente che il quadro occidentale deve essere letto come una costellazione di standard sovrapposti o contigui, non come un blocco unico⁶⁵².

Per altre città della Magna Grecia la situazione resta più opaca. Nel caso di Locri Epizefirii e Reggio, per esempio, la documentazione disponibile non consente di ricostruire con la stessa sicurezza uno standard arcaico direttamente spendibile per la conversione dei costi edilizi. Una scelta metodologicamente corretta non è quella di riempire il vuoto con equivalenze arbitrarie, ma segnalarlo, senza simulare simmetrie dove le fonti non le legittimano. Di conseguenza, il protocollo di conversione che si intende proporre è costruito soprattutto a partire da due insiemi occidentali relativamente stabili: l'area achea dello statere ridotto da circa 8 g e l'asse velino-poseidoniate di ambiente focese.

2.5.6. Salari, prezzi e potere d'acquisto

La moneta è solo il primo livello del problema. Un secondo livello, altrettanto decisivo, è il potere d'acquisto. Se si vuole usare una cifra attica o eginetica per stimare un costo nel contesto magnogreco, bisogna capire che cosa quella cifra rappresenti in termini di giornate di lavoro e di beni di sussistenza. Il confronto, altrimenti, resterebbe nominale rischiando di diventare fuorviante.

Sul lato dei salari, il quadro greco è vario ma non informe. In un procedimento teorico simile a quello di questa dissertazione, Jari Pakkanen, nel suo tentativo di rendere confrontabili salari di aree e periodi diversi, traduce i dati in grammi di argento e suggerisce, per il quadro ellenistico del caso di Didima, 2 dracme attiche per un lavoratore qualificato e 1 per un manovale, come ipotesi iniziale di confronto⁶⁵³. Per il V secolo ad Atene, però, la situazione va letta in modo più analitico, con paghe dell'ordine di 1-2 dracme per artigiani qualificati in contesti come l'Eretteo,

⁶⁵¹ Psoma 2015, pp. 98-99.

⁶⁵² Psoma 2015, pp. 105-112.

⁶⁵³ Pakkanen 2023, pp. 272-276.

con una cifra che va continuamente verificata contro la mansione specifica e la forma del pagamento⁶⁵⁴. Non va confuso poi il salario diretto con il costo complessivo dell'operazione, perché il cantiere ateniese usa molte forme di remunerazione⁶⁵⁵.

Spostando l'attenzione sui prezzi dei beni, emerge, nell'Atene fra fine V e IV secolo, che il prezzo medio del medimno di grano si colloca attorno a 5,5-6 dracme, con oscillazioni assai più elevate in caso di penuria; l'orzo sta più in basso, intorno a 3-5 dracme per medimno; altri prodotti – olio, vino, miele, olive, fichi secchi, piccoli animali – mostrano rapporti utilissimi per misurare il valore reale della dracma⁶⁵⁶ (Tab. 3). Se 1 dracma acquista circa 9,5 litri di grano in condizioni medie, allora una paga da 1 dracma al giorno rappresenta un potere d'acquisto notevole, ben superiore alla mera sopravvivenza quotidiana, e dunque la paga giornaliera del cantiere dell'Eretteo appare alta in termini di risorse alimentari⁶⁵⁷.

Questa constatazione, in primo luogo, impedisce di usare i salari come se fossero numeri da considerare ciecamente, poiché è opportuno che ogni conversione in *person-days* sia accompagnata da una verifica sul valore reale di quelle giornate. In secondo luogo, fornisce un controllo sulla probabilità dell'ipotesi, perché se una stima di costo comporta un numero di dracme che, tradotto in grano, diventa economicamente implausibile rispetto al volume di lavoro richiesto, il coefficiente scelto va rivisto.

Un terzo aspetto, spesso trascurato, riguarda l'alimentazione nei cantieri⁶⁵⁸. Il cantiere santuarioale non implica solo un salario monetario, ma anche un accesso privilegiato a momenti di consumo alimentare – per esempio tramite sacrifici e distribuzioni – che possono migliorare la qualità della dieta dei lavoratori⁶⁵⁹. Questo dato è importante soprattutto per la storia sociale del lavoro edilizio, ma ha un riflesso economico indiretto anche sul problema dei costi, perché ricorda che non tutta la remunerazione di fatto si esaurisce nella moneta.

Esemplare una testimonianza di Erodoto, che riporta di aver visto un'iscrizione posta presso la piramide di Cheope con il computo delle derrate acquistate per il sostentamento dei lavoratori, in particolare ravanelli, porri e cipolle. La cifra riportata dallo storico greco è di 1600 talenti d'argento⁶⁶⁰, ovvero 43.200 kg, pari a poco più di 43 tonnellate. Al di là della sua precisa

⁶⁵⁴ Burford 1963, pp. 29-31.

⁶⁵⁵ Carusi 2021b, pp. 136-149.

⁶⁵⁶ Marginesu 2020a, pp. 43-44; Marginesu 2023, pp. 241-242.

⁶⁵⁷ Marginesu 2023, pp. 241-242.

⁶⁵⁸ Si veda il capitolo specifico sull'argomento.

⁶⁵⁹ Marginesu 2023, pp. 246-248.

⁶⁶⁰ Erodoto, *Storie*, Libro II, 125.

verificabilità storica, il passo risulta significativo perché illumina la dimensione economica e organizzativa dell'impresa costruttiva. Il problema non era soltanto edificare il monumento, ma mantenere nel tempo una massa di lavoratori numerosa, sottoposta a intenso sforzo fisico e dipendente da un approvvigionamento regolare di viveri. Ma ancora più importante, in questa prospettiva, appare la memoria epigrafica delle spese alimentari che mostra anche quanto l'amministrazione considerasse motivo di prestigio la capacità di approvvigionare e coordinare un'impresa di tale portata.

Anche per l'età arcaica, in Magna Grecia, dove la monetizzazione potrebbe essere stata meno capillare in alcuni contesti, i costi di cantiere vanno pensati sempre come combinazione di denaro e risorse.

2.5.7. Dai prezzi dei beni ai costi di cantiere: cava, trasporto, posa, finitura

Il passaggio decisivo consiste nello spostare il ragionamento dal piano monetario a quello dell'operazione tecnica. Un cantiere templare non può essere ridotto a un singolo costo, ma costituisce piuttosto la somma di una sequenza di operazioni, come più volte ricordato, quali estrazione della pietra, eventuale sbazzatura in cava, trasporto interno alla cava, carico, trasporto terrestre o marittimo, scarico, messa in opera, *anathyrosis* e rifiniture, scanalatura, stuccatura, policromia, carpenteria, metalli di connessione, copertura, attrezzature, sorveglianza, amministrazione. Le fonti raramente documentano tutte queste voci insieme, ma alcuni dossier permettono di isolarne almeno una parte.

Uno degli esempi più istruttivi proviene dal tempio di Asklepios a Epidauro⁶⁶¹. Qui si possono distinguere costi di fondazione in calcare locale, costi del calcare dalle cave corinzie per le parti visibili, costi di costruzione del peristilio e della cella, e costi specifici per la scanalatura delle colonne (Tab. 4). I coefficienti risultanti da un recente studio sono molto utili: 14,4-23,1 dracme per metro cubo per le fondazioni in calcare locale; 22,0 dr./m³ per la pietra del peristilio; 13,3 dr./m³ per gradini visibili e stilobate; 16,0 dr./m³ per colonnato e trabeazione; 11,9-13,0 dr./m³ per la costruzione della cella; 2,3 dr./m² per la scanalatura delle colonne⁶⁶². Il valore di questi tassi non sta soltanto nella cifra, ma nel fatto che essi derivano dall'incontro fra volume ricostruito e prezzo contrattuale documentato.

⁶⁶¹ Analizzato da Pakkanen sulla base di Roux 1961 e delle reinterpretazioni di Prignitz 2014.

⁶⁶² Pakkanen 2023, pp. 277-281.

È altrettanto utile il confronto con l'Eleusi del IV secolo a.C., dove i conti consentono di seguire il ciclo dalla cava alla posa per blocchi di conglomerato e pietra di Eleusi relativi alla cosiddetta "vecchia torre caduta"⁶⁶³, in cui 304 blocchi di conglomerato sono stati cavati al costo di 304 dracme, trasportati per 456 dracme e sagomati in sito per 270 dracme, mentre altre operazioni integrano cava e trasporto in un unico pagamento⁶⁶⁴. L'interesse principale di questa documentazione non è il prezzo assoluto del blocco, ma la possibilità di vedere separatamente le fasi del lavoro.

Nel caso di IV secolo a.C., riportato dai resoconti del tempio di Asklepios, del trasporto di oltre 400 tonnellate di pietra da Corinto a Epidauro – almeno 40 km via mare e quasi 20 km via terra – il costo combinato è stato calcolato in circa 0,43 oboli per tonnellata per chilometro⁶⁶⁵. In altri casi, il trasporto terrestre di blocchi molto pesanti può salire a valori superiori, fino a circa 1,13 dr./tonnellata/km dal porto al santuario⁶⁶⁶ o anche 1,5 dr./tonnellata/km per tamburi di colonna eccezionali dal Pentelico⁶⁶⁷. Tali cifre mostrano con forza che il trasporto non è affatto un accessorio ma una delle componenti più elastiche e spesso più onerose del costo totale.

Il caso di Didima, infine, chiarisce l'effetto della scala e della qualità del materiale. Nel colonnato incompiuto del tempio di Apollo, è stato calcolato che cava e trasporto assorbono ciascuno circa il 37% del costo totale, mentre la costruzione in senso stretto pesa circa il 26%⁶⁶⁸. In un contesto di importazione di marmo pregiato e lavorazione altamente specializzata, dunque, il costo del materiale lavorato in movimento supera o eguaglia quello della messa in opera⁶⁶⁹.

Nel caso del *sekos* del tempio di Asclepio a Epidauro — ossia il nucleo interno dell'edificio, comprendente pronao e cella — il confronto fra prezzi contrattuali e stime di costo del lavoro mostra con particolare chiarezza quanto sia metodologicamente scorretto assimilare il prezzo d'appalto al solo lavoro fisico di cavatura. Sulla base della ricostruzione architettonica del *sekos* in questione, tenendo conto delle perdite dovute a sbazzatura, sfrido e preparazione del banco, è stato stimato infatti un volume di circa 244,1 m³ di pietra effettivamente messa in opera a fronte di circa 271,2 m³ di materiale realmente estratto. Assumendo, inoltre, per il calcare oolitico corinzio un fabbisogno di circa 25 ore per cavare 1,4 m³ di materiale, una giornata lavorativa di

⁶⁶³ I. Eleusis 177.

⁶⁶⁴ Carusi 2021b, pp. 145-147.

⁶⁶⁵ Pakkanen 2013, pp. 62-63.

⁶⁶⁶ Burford 1969, p. 190.

⁶⁶⁷ Stanier 1953, pp. 70-71.

⁶⁶⁸ Pakkanen 2023, pp. 281-283.

⁶⁶⁹ Questo tipo di proporzione non può essere trasferito automaticamente a un tempio arcaico dell'Italia meridionale in calcarenite locale.

9 ore e una squadra composta da due cavatori, è stato calcolato per l'estrazione di 1 m³ un si necessitava di circa 4 *person-days*⁶⁷⁰, dunque sensibilmente inferiore ai 6,5 *person-days* proposti in precedenza⁶⁷¹. Nello stesso caso di studio, però, il contratto di cavatura del *sekos* ammonta a circa 8.800 dracme, pari a 32,4-32,5 dracme per m³, mentre il puro costo di lavoro della cavatura è stimato in sole 4 dracme per m³: uno scarto che non può essere letto ingenuamente né come semplice sovrapprezzo arbitrario né come profitto netto immediatamente calcolabile, poiché il prezzo contrattuale incorporava verosimilmente una pluralità di voci ulteriori, fra cui diritti o oneri di sfruttamento, apertura e gestione del fronte di cava, rimozione degli sterri e degli scarti, sbazzatura preliminare, movimentazione interna dei blocchi, carico sui carri, manutenzione di strumenti e infrastrutture, coordinamento logistico e margine d'impresa⁶⁷².

Lo stesso vale, *mutatis mutandis*, per il trasporto, il cui prezzo complessivo per il *sekos* è stimato in circa 3.400 dracme e comprendeva almeno il trasferimento terrestre fino a Kenchreai, la tratta marittima fino al porto di Epidauro e il successivo spostamento terrestre al santuario. Anche qui, dunque, il prezzo contrattuale eccede il semplice costo energetico del traino o della navigazione, perché riflette un'organizzazione tecnica e commerciale assai più complessa⁶⁷³.

In questa prospettiva, le stime in *person-days* restano uno strumento indispensabile per isolare il costo materiale del lavoro, ma non possono sostituire il prezzo contrattuale. Allo stesso modo, il prezzo d'appalto non può essere utilizzato come equivalente immediato del lavoro fisico, poiché esso esprime una struttura di costo composita, nella quale rientrano organizzazione, rischio, costi indiretti e probabile margine per l'imprenditore⁶⁷⁴. Anche per questo motivo appare opportuno non sostituire incautamente il costo contrattuale al puro lavoro fisico, né viceversa.

2.5.8. Il problema della conversione nominale

Arrivati a questo punto, si può asserire che la conversione nominale tra monetazioni greche diverse è necessaria, ma non è mai sufficiente. Dire che 1 dracma attica corrisponde a 0,537 stateri achei da 8 g, in quanto risultato del rapporto tra 4,3 g e 8 g, è corretto solo al livello della quantità di argento. Ma un'operazione di cantiere non si acquista in astratto con dell'argento, bensì in un mercato situato, con una certa organizzazione del lavoro, una certa disponibilità di

⁶⁷⁰ Vanden Broeck-Parant 2022, pp. 288-290.

⁶⁷¹ Burford 1969, p. 248.

⁶⁷² Vanden Broeck-Parant 2022, pp. 290-291.

⁶⁷³ Vanden Broeck-Parant 2022, pp. 292-295.

⁶⁷⁴ Vanden Broeck-Parant 2022, p. 295; Burford 1969, p. 149.

materiale, una certa stagione, un certo rischio logistico, un certo tasso di specializzazione, e una certa convenzione amministrativa.

Il costo della pietra non coincide necessariamente con un “prezzo intrinseco” del materiale: spesso la pietra in sé non costa nulla, o quasi nulla, e il prezzo risiede nel lavoro e nel trasporto⁶⁷⁵. Inoltre, molte tariffe di cantiere antiche hanno un carattere almeno in parte convenzionale: alcune sono rotonde, altre dipendono dal fatto che il lavoro sia stato affidato in blocco a un imprenditore, altre ancora risentono della capacità contrattuale della commissione o del contraente. Se si ignora questo dato, il rischio è duplice: da un lato si feticizza la moneta come se fosse una misura immediata del lavoro; dall’altro si cancella il carattere negoziale del costo antico.

L’errore cresce ancora quando si confrontano ambiti tecnici diversi. La dracma attica impiegata per il costo della scanalatura di una colonna in pentelico nell’Eretteo non equivale, economicamente parlando, alla dracma eginetica che remunera l’approvvigionamento di pietra corinzia a Epidauro, né allo statere acheo che circolava a Metaponto o Crotone. In sostanza, il rapporto ponderale fra le monete può essere espresso con precisione, ma quello economico fra le operazioni che esse pagano va ricostruito attraverso materiali, distanze, mansioni e forme di contratto.

Per questo la conversione nominale deve essere sostituita da una conversione stratificata. La cifra della fonte va prima ridotta a peso d’argento; poi trasformata, quando possibile e sulla base delle fonti eventuali, in giornate di lavoro comparabili; poi sottoposta a un controllo di plausibilità tramite i prezzi di beni-risorsa; infine riaggregata in un modello tecnico di cantiere. Solo a questo punto – e solo come ultima operazione – si può scegliere se esprimere il risultato in dracme attiche equivalenti, in grammi d’argento o in stateri locali occidentali. In altri termini, la moneta deve diventare un punto di passaggio, non il fine della comparazione.

Questa procedura è particolarmente adatta al problema dei templi arcaici della Magna Grecia, perché qui il dato finale in valuta locale ha soprattutto una funzione argomentativa, mentre la vera sostanza del costo è data dal volume di pietra movimentata, dal numero di giornate lavorate, dal costo del trasporto e dal livello di finitura. Se si mantiene questa gerarchia, il rischio di trasferire in modo improprio valori classici ed ellenistici all’arcaismo si riduce sensibilmente.

⁶⁷⁵ Burford 1965, pp. 29-30.

2.5.9. Un metodo di conversione in sei passaggi per ridurre il margine d'errore

Il metodo che si propone in questa sede si articola in sei passaggi, costruito per essere operativo e in cui ogni passaggio produce un risultato intermedio controllabile, impedendo che la stima finale dipenda da una sola assunzione implicita.

Il primo passaggio consiste nell'identificazione dello standard monetario della fonte. Ogni prezzo, salario o somma di cantiere viene attribuito al suo standard. Se la fonte è attica, si parte da 4,3 g per dracma; se è eginetica, da 6,1 g; se si lavora su una possibile monetazione achea occidentale, lo statere sarà di circa 8 g; se il contesto riguarda Velia o Poseidonia, la famiglia da considerare è quella focese da 16,5 g⁶⁷⁶. Senza questa identificazione preliminare qualunque confronto è viziato *ab origine*.

Il secondo passaggio consiste nella riduzione della cifra a peso d'argento. La formula è elementare: $Ag = \text{quantità monetaria} \times \text{peso unitario}$. Una somma di 1000 dracme attiche corrisponde a circa 4300 g di argento; 1000 dracme eginetiche a circa 6100 g. La conversione in argento non risolve ancora il problema del costo, ma lo rende confrontabile interregionalmente.

Il terzo passaggio consiste nella traduzione in giornate di lavoro. Qui occorre scegliere un salario di riferimento coerente con il tipo di manodopera e con il periodo. Per evitare un'eccessiva illusione di precisione, è opportuno usare fasce. Per il confronto classico-ellenistico possono essere adottate, a fini euristici, una soglia bassa di 1 dracma attica al giorno per lavoro qualificato, una mediana fra 1 e 2 dracme a seconda del contesto, e una soglia alta di 2 dracme in ambito ellenistico per specializzazioni qualificate⁶⁷⁷. In questo modo il costo monetario si trasforma in *person-days* e diventa più leggibile nel rapporto con la durata del cantiere.

Il quarto passaggio consiste nel controllo di plausibilità attraverso il paniere di sussistenza. Una cifra può essere convertita in medimni di grano, in litri di orzo, in olio o in altri beni di base. Il controllo non serve a naturalmente a tradurre il costo edilizio in generi alimentari in senso sostitutivo, ma a verificare se il risultato è compatibile con il potere d'acquisto attestato. Se il numero di giornate lavorative implicato produce una quantità di grano irragionevole rispetto all'operazione, la stima va corretta⁶⁷⁸.

⁶⁷⁶ Pakkanen 2023, p. 272 n. 46; Psoma 2015, pp. 98-99, 111-112.

⁶⁷⁷ Burford 1963, pp. 29-31; Marginesu 2023, pp. 239-242; Pakkanen 2023, pp. 272-276.

⁶⁷⁸ Marginesu 2020a, pp. 43-44; Marginesu 2023, pp. 241-242.

Il quinto passaggio consiste nella disaggregazione tecnica del costo. Il costo totale dell'elemento edilizio va scomposto, per quanto possibile, in cava, trasporto, posa, finitura, decorazione e costi indiretti. Qui entrano in gioco i coefficienti derivati dai *comparanda*: i tassi per metro cubo, per metro quadrato, per tonnellata/km o per blocco. L'uso di coefficienti differenziati impedisce di attribuire, per esempio, il costo di una colonna didimea a una muratura di fondazione in calcarenite locale.

Il sesto passaggio consiste nella riconversione finale nell'unità di uscita più utile al caso di studio. Per i cantieri achei d'Occidente il risultato potrà essere espresso, oltre che in argento e in dracme attiche equivalenti, anche in stateri da circa 8 g. Per Velia o Poseidonia si potrà aggiungere, se utile, una resa in unità focesi. Ma questa è l'ultima operazione, non la prima, con funzione descrittiva e comparativa: non costituisce quindi il cuore del metodo.

Il vantaggio di questa procedura è che ogni passaggio può essere discusso, corretto o sostituito senza far crollare l'intero modello. Se cambia il salario di riferimento, cambia il numero di *person-days* ma non il peso d'argento. Se si modifica la distanza di trasporto, cambia la componente logistica ma non la componente di finitura. La stima finale diventa così un risultato verificabile e modulare, non un numero arbitrario.

2.5.10. Un modello operativo per i cantieri arcaici magnogreci

Una volta definito il protocollo di conversione, bisogna adattarlo alla specificità dei templi arcaici della Magna Grecia. Il punto decisivo è che questi cantieri sono, nella maggior parte dei casi, cantieri di grandi masse lapidee, costruiti con materiali locali o semilocali – calcareniti, calcari teneri, tufi – in contesti nei quali il costo del marmo importato ha un ruolo secondario o nullo, almeno per il corpo principale dell'edificio. Questo dato orienta immediatamente la scelta dei *comparanda*, ovvero per il basamento, le fondazioni, i muri della cella e buona parte dell'alzato, i dossier più pertinenti sono logicamente quelli che registrano lavorazione e trasporto di pietre calcaree non pregiate.

Per stimare in modo comparabile il costo di un cantiere arcaico magnogreco, il costo totale dell'opera non va espresso come semplice somma di salari o di importi monetari nominali, ma come somma dei costi delle singole operazioni edilizie, previamente normalizzati e corretti in funzione delle condizioni storiche e materiali del caso studiato. La formula generale si potrebbe esprimere come segue:

$$C_{tot} = \sum_{i=1}^n (q_i \times c_i \times k_i)$$

dove q_i indica la quantità archeologicamente ricostruita della voce i ; c_i indica il costo unitario comparativo della medesima voce, espresso dapprima in equivalente ponderale d'argento e soltanto in un secondo momento riconvertibile in dracme attiche o in nominali locali magnogreci; k_i indica invece il coefficiente correttivo relativo alla stessa voce, cioè il moltiplicatore che adegua il costo-base alle condizioni effettive del cantiere.

Per evitare ambiguità, nel caso di un'applicazione analitica conviene esplicitare k_i in funzione della classe di lavoro considerata. Si avrà così, per esempio, k_{fond} per le fondazioni, k_{cava} per l'estrazione, k_{trasp} per il trasporto, k_{posa} per la messa in opera, k_{finit} per la finitura lapidea, k_{cop} per la copertura, k_{decor} per la decorazione architettonica o scultorea. Questi coefficienti non costituiscono nuove unità monetarie, ma correttivi storici applicati a ciascun costo unitario.

Il significato dei coefficienti è il seguente. k_{fond} corregge il costo delle fondazioni in rapporto alla natura del terreno, alla profondità di imposta, alla necessità di sbancamenti, drenaggi, colmate o regolarizzazioni del banco roccioso. k_{cava} corregge il costo di estrazione in rapporto alla durezza del materiale, all'accessibilità della cava, al formato dei blocchi e all'eventuale lavorazione già in cava. k_{trasp} corregge il costo del trasporto in rapporto alla distanza tra cava e cantiere, alla pendenza, alla continuità o discontinuità del percorso, alla presenza di tratti terrestri o marittimi, alla necessità di slitte, carri, argani, rampe o forza animale. k_{posa} corregge il costo della messa in opera in rapporto al peso degli elementi, alla quota di collocazione, alla difficoltà di allineamento e alle esigenze di precisione. k_{finit} corregge il costo della finitura in rapporto al grado di lavorazione richiesto, cioè semplice sbazzatura, *anathyrosis*, levigatura, scanalatura delle colonne, rifinitura di superfici a vista o non a vista, precisione delle superfici di giunto. k_{decor} corregge il costo delle parti ornamentali o figurate in rapporto alla complessità delle modanature, della scultura architettonica e dell'eventuale policromia.

In termini operativi, il coefficiente assume valore pari a 1 quando la situazione del cantiere è considerata sostanzialmente equivalente al caso-base da cui si ricava il *comparandum*; assume valore maggiore di 1 quando la voce risulta più onerosa del caso-base; assume valore minore di 1 quando la voce risulta meno onerosa. Il coefficiente non va dunque attribuito arbitrariamente, ma motivato sulla base di elementi archeologici, topografici, logistici e storici.

Per rendere la formula ancora più chiara, si può sviluppare il costo totale in forma esplicita:

$$\begin{aligned} C_{tot} = & (q_{fond} \times c_{fond} \times k_{fond}) \\ & + (q_{cava} \times c_{cava} \times k_{cava}) \\ & + (q_{trasp} \times c_{trasp} \times k_{trasp}) \\ & + (q_{posa} \times c_{posa} \times k_{posa}) \\ & + (q_{finit} \times c_{finit} \times k_{finit}) \\ & + (q_{cop} \times c_{cop} \times k_{cop}) \\ & + (q_{decor} \times c_{decor} \times k_{decor}) \end{aligned}$$

In questa forma, ogni segmento del cantiere resta distinto e controllabile. Il vantaggio del modello è che consente di non confondere il costo della materia prima con quello del suo trasporto, né il costo della posa con quello della rifinitura. Consente inoltre di introdurre in maniera trasparente le variabili storiche che la documentazione antica mostra come decisive trattate finora: distanza dalle cave, difficoltà del percorso, lentezza del cantiere, interruzioni, modifiche progettuali, funzionamento culturale anticipato rispetto al completamento architettonico, e differenza tra completamento amministrativo dell'opera e sua rifinitura assoluta.

Infine, per evitare un falso grado di precisione, il risultato ottenuto mediante la formula non dovrebbe mai essere presentato come valore unico, ma piuttosto in forma di forchetta di stima. Si distingueranno perciò una stima bassa, una mediana e una alta, costruite variando i coefficienti correttivi entro margini coerenti con la qualità delle evidenze disponibili. In tal modo il modello conserva sia la sua utilità quantitativa, sia la necessaria prudenza storica.

Per i coefficienti di base, il dossier di Epidauro suggerisce una fascia assai utile per il calcare: 14,4-23,1 dr./m³ per fondazioni e pietra locale; 11,9-16,0 dr./m³ per costruzione e messa in opera di grandi corpi lapidei; 2,3 dr./m² per la scanalatura di colonne⁶⁷⁹. Questi valori, tradotti in grammi di argento e poi eventualmente in stateri occidentali, offrono una base prudente per scenari minimi e mediani. Per la logistica, invece, si può parametrizzare il costo del trasporto in funzione della massa e della distanza, distinguendo fra tratte combinate terra-mare e trazione terrestre di blocchi eccezionali⁶⁸⁰.

Va poi introdotta una correzione materiale. Il marmo richiede tempi di lavorazione e costi di finitura molto superiori al calcare comune⁶⁸¹, di conseguenza, i coefficienti derivati da Atene o

⁶⁷⁹ Pakkanen 2023, pp. 277-281.

⁶⁸⁰ Pakkanen 2013, pp. 63-66.

⁶⁸¹ Burford 1965, pp. 24-26; Pakkanen 2023, pp. 281-283.

Didima devono essere usati come soglia alta solo per parti specifiche del tempio occidentale, come sculture architettoniche, rivestimenti particolarmente raffinati, elementi eccezionalmente curati, o eventuali importazioni. Per il resto, il coefficiente corretto è quello della pietra locale.

Un'altra correzione riguarda la forma di organizzazione del cantiere. Atene mostra che il pagamento diretto ai lavoratori può abbassare il costo rispetto all'appalto globale, perché elimina parte del margine imprenditoriale, a differenza di Epidauro e Didima, dove il ruolo dell'appaltatore appare più incisivo⁶⁸². Per l'età arcaica in Magna Grecia, dove le forme organizzative sono meno leggibili, la scelta più prudente consiste nel prevedere tre scenari: uno minimo "da amministrazione diretta", uno mediano "misto" e uno massimo "da appalto incorporante rischio e margine".

Infine, occorre prevedere una voce di costi indiretti. Uno dei limiti maggiori dei modelli puramente volumetrici è che essi tendono a sottostimare i tempi morti, l'organizzazione di cava, i percorsi interni al cantiere, le perdite di materiale, l'installazione di rampe, gru, slitte, impalcature, depositi, atelier e tettoie. Jari Pakkanen ha insistito recentemente sul valore euristico del "*minimum cost approach*"⁶⁸³, cioè al tentativo di stimare il costo più basso compatibile con la ricostruzione archeologica e con i dati epigrafici disponibili, proprio perché le fonti raramente consentono di quantificare l'intera durata del progetto e i colli di bottiglia logistici⁶⁸⁴. In un'applicazione ai templi arcaici di Magna Grecia, l'aggiunta di un margine di contingenza esplicito è quindi non un difetto, ma una misura di rigore.

2.5.11. Una proposta di espressione finale del costo

Il risultato finale di una stima economica per un cantiere arcaico magnogreco potrebbe apparire debole se espresso in un'unica lingua contabile. Un solo valore monetario rischia infatti di simulare una precisione che le fonti non consentono, suggerendo l'adozione di una forma composta da più registri.

Il primo registro potrebbe consistere nel costo in grammi o chilogrammi d'argento. Questo è il livello più neutro e comparabile, perché consente di passare da sistemi monetari diversi senza

⁶⁸² Pakkanen 2023, pp. 281-283.

⁶⁸³ Per l'autore, il *minimum cost approach* consiste nel presupposto che, entro i vincoli imposti da statica, proporzioni, tradizione architettonica e rappresentatività monumentale, il progetto potesse essere adattato in modo da minimizzare il costo complessivo dell'opera. Ciò significa che una modifica apparentemente secondaria, come la riduzione del numero dei rocchi, può essere interpretata come un intervento mirato a ridurre i costi di cava, trasporto e messa in opera, e non soltanto come una variazione formale o il segno di un cantiere incompiuto.

⁶⁸⁴ Pakkanen 2023, pp. 267-268.

restare vincolati ai loro nomi. Se il costo del tempio, o di una sua parte, è espresso in argento, esso può essere facilmente riconvertito in dracme attiche, dracme eginetiche, statere achei o statere fociasi.

Il secondo registro è il costo in giornate di lavoro. Questo è spesso il più significativo per la storia del cantiere. Un costo di 20.000 dracme può dire poco se non è rapportato al lavoro incorporato, ma 20.000 giornate di lavoro qualificato o 30.000 giornate miste diventano immediatamente leggibili, sia in rapporto alla durata del cantiere, sia in rapporto alla dimensione della forza lavoro. Inoltre, questo registro consente un dialogo diretto con l'archeologia dell'organizzazione del lavoro.

Il terzo registro è il costo in beni-risorsa, soprattutto grano e orzo. Anche qui non si tratta di tradurre il tempio in sacchi di cereali come se fosse un'operazione puramente agraria, ma di misurare la grandezza economica dell'opera in un linguaggio di sussistenza che le società antiche comprendevano molto bene. Il grano appare, da questo punto di vista, il miglior correttivo contro l'astrazione monetaria.

Un quarto registro va individuato nel costo nell'unità locale di uscita. Per i templi dell'area achea dell'Italia meridionale, come già detto, sarà particolarmente utile una resa in statere da circa 8 g, perché avvicina il risultato alla cultura monetaria del contesto studiato, mentre nei casi pestani e velini una resa parallela in unità fociasi potrà essere utile quando la comparazione numismatica lo richieda. Ma è importante non invertire l'ordine logico: l'unità locale di uscita serve a comunicare il risultato, non a costruirlo.

A ciò si può aggiungere una quinta forma, particolarmente utile, ovvero la distinzione del costo per macrofasi: fondazioni, elevato e colonnato, finitura, trasporti, componenti lignee e metalliche, costi indiretti. Un risultato del genere è più informativo di un totale unico, perché consente di capire quale parte del tempio costa davvero di più e di confrontare edifici diversi non solo sul piano della somma finale, ma su quello della struttura dei costi. Proprio questo tipo di lettura è ciò che permette di avvicinare i dati dell'edilizia sacra greca a una vera storia economica del cantiere.

2.5.12. Applicazione cautelativa ai templi arcaici della Magna Grecia

A questo punto si può formulare con precisione ciò che è legittimo stimare e ciò che non lo è. È legittimo, e anzi metodologicamente solido, stimare il fabbisogno volumetrico di pietra di un tempio arcaico, il costo relativo delle sue grandi fasi operative, un intervallo di costo in argento,

la sua espressione in *person-days*, una resa finale in unità monetarie magnogreche coerenti con il contesto regionale. È invece molto meno legittimo fissare, per il medesimo tempio, un prezzo preciso in stateri locali come se si trattasse del valore registrato in un conto di cantiere antico.

In questa prospettiva vanno rilette anche le celebri stime di Roland Martin per i grandi cicli edilizi della Magna Grecia e della Sicilia. Come ricorda Marginesu, Martin costruì le sue valutazioni a partire dalla cubatura degli edifici, escludendo alcune componenti incerte e usando per analogia i dati di Epidauro e Delfi, considerati tecnicamente vicini perché costruiti in tufo o calcare⁶⁸⁵. Il risultato era costituito somme ipotetiche ma di forte impatto: 1268 talenti per Selinunte, 420 per Poseidonia, 1860 per Agrigento⁶⁸⁶. Il valore di queste stime non sta nella loro esattezza numerica, che resta congetturale, ma nella consapevolezza metodologica che i templi d'Occidente vanno misurati a partire dal volume e dai coefficienti, non dalla pura suggestione monumentale.

Il modello proposto qui si differenzia da quel filone in due punti. Intanto, introduce sistematicamente la mediazione degli standard monetari e del peso d'argento, rendendo più controllabile la traduzione fra sistemi diversi. In secondo luogo, insiste sulla necessità di restituire sempre il risultato in forma di intervalli e con registri multipli. Non solo quanti talenti, ma anche quanti chilogrammi d'argento, quante giornate di lavoro, quante derrate equivalenti, quali macrofasi di costo.

Ciò vale in modo particolare per i templi arcaici, dove la distanza dalle fonti contabili impone ancora una volta cautela, che però, non va tradotta in rinuncia. Significa invece sostituire al numero assoluto un intervallo ragionato, e alla moneta nominale una catena di equivalenze verificabili. Se si procede in questo modo, le grandi opere dell'Occidente greco cessano di essere soltanto presenze monumentali e tornano a essere ciò che furono anche per gli antichi: condensazioni in forma materiale di lavoro, logistica, denaro, tecnica e potere.

2.5.13. Una proposta metodologica

Le molte fonti di età classica ed ellenistica, soprattutto quelle ateniesi, eleusinie, epidaurie e delie, non permettono di ricavare matematicamente il costo di un tempio arcaico della Magna Grecia nel senso forte e documentario del termine, ma, se usate correttamente, consentono di costruire una stima plausibile del suo costo economico. Per farlo, occorre rinunciare alla

⁶⁸⁵ Marginesu 2019, pp. 17-23.

⁶⁸⁶ Martin 1973, pp. 185-206.

scorciatoia del mero cambio nominale fra monete e sostituirla con un metodo multilivello fondato su standard ponderali, peso d’argento, giornate di lavoro, potere d’acquisto e coefficienti tecnici di cantiere. La ragione di questa scelta è duplice. Da un lato, il mondo greco è monetariamente plurale: nomi uguali possono designare pesi diversi, e le aree dell’Occidente greco adottano standard propri, talora ridotti, con funzioni economiche specifiche⁶⁸⁷. Dall’altro, il costo di cantiere non coincide con la cifra iscritta nella fonte, ma con una filiera di operazioni – cava, trasporto, posa, finitura, organizzazione – che solo parzialmente emergono nelle iscrizioni e devono essere ricostruite per comparazione⁶⁸⁸. La proposta metodologica qui avanzata ha quindi un obiettivo limitato ma solido, quello di ridurre il margine d’errore e rendere le ipotesi esplicite. In questa prospettiva, la stima migliore di un cantiere arcaico magnogreco non è un numero unico, ma un intervallo ragionato espresso in argento, lavoro e unità monetarie locali.

Tabella 1. Sistema monetario greco di riferimento (nomi, valori, multipli)

Unità	Relazione interna	Peso indicativo (argento attico)	Osservazioni
Calco (<i>chalkous</i>)	1/8 di obolo = 1/48 di dracma	0,09 g	Piccola unità divisionale, rilevante per prezzi minuti e microtransazioni.
<i>Tetartemorion</i>	1/4 di obolo = 1/24 di dracma	0,18 g	Coniata raramente.
Semiobolo	1/2 obolo = 1/12 di dracma	0,36 g	Frazione utile per pagamenti minuti, frequente nei conti e nelle integrazioni epigrafiche.
Obolo	1/6 di dracma	0,72 g	Unità minima di largo impiego. Viene spesso usata come soglia di sussistenza o per piccoli compensi.
Dracma attica	6 oboli	4,3 g	Unità di conto centrale per i dossier ateniesi e per molte conversioni comparative.
Dracma eginetica	dipende dallo standard eginetico	6,1 g	Fondamentale per l’Argolide e per la comparazione con Epidauro.
Didracma o Statere attico-corinzio	2 dracme attiche	8,6 g	Peso decisivo per i confronti con lo standard corinzio e con le sue versioni ridotte.
Tetradracma attica	4 dracme	17,2 g	Coincide ponderalmente con lo statere euboico; importante per le equivalenze ad alto valore.
Mina	100 dracme	430 g	Unità soprattutto di conto, ricorre nei grandi calcoli di cantiere.
Talento	60 mine = 6000 dracme	25,8 kg	Unità di grande scala usata per programmi edilizi e valutazioni complessive.
Bibliografia di riferimento: Head 1911; Kraay 1976. La tabella distingue volutamente fra grammatica interna delle unità e peso effettivo dello standard: dracma, mina e talento sono leggibili solo se si sa a quale standard monetario appartengono.			

⁶⁸⁷ Psoma 2015, pp. 98-112.
⁶⁸⁸ Burford 1965, pp. 28-30; Pakkanen 2023, pp. 266-285.

Tabella 2. Standard monetari pertinenti per la Magna Grecia arcaica

Città	Standard	Peso indicativo	Uso nel modello di costo	Grado di sicurezza	Bibliografia
Sibari	Statere acheo (versione ridotta del corinzio)	c. 7,85-8,0 g	Unità di uscita plausibile per l'area achea. Utile per riconvertire risultati già normalizzati in argento.	Alto +++	Rutter et al. 2001; Head 1911; Morakis 2022, pp. 42-43; Psoma 2015, pp. 111-112.
Metaponto	Statere acheo	c. 8,0 g	Parametrizzazione principale per l'asse acheo ionico dell'Italia meridionale.	Alto +++	Rutter et al. 2001; Head 1911; Morakis 2022, p. 51; Psoma 2015, pp. 111-112.
Crotone	Statere acheo (articolazione locale in dracme e oboli)	statere c. 8,06 g; dracma c. 2,68 g; obolo c. 0,44 g	Consente una resa più fine delle sottounità quando si vogliono simulare pagamenti minuti.	Medio ++	Parise 1990; Rutter et al. 2001; Psoma 2015, pp. 111-112.
Caulonia	Area della monetazione achea ridotta	c. 8,0 g per lo statere di riferimento	Da trattare nel medesimo circuito chiuso delle altre colonie achee.	Medio ++	Rutter et al. 2001; Psoma 2015, pp. 111-112; Parise 1973, pp. 87-129.
Poseidonia	Standard focese	c. 16,5 g per lo statere focese	Utile come seconda unità di uscita per l'area tirrenica (da non confondere con il circuito acheo da 8 g).	Medio ++	Head 1911; Rutter et al. 2001; Psoma 2015, pp. 98-99.
Velia	Standard focese	c. 16,5 g	Rilevante per la fascia tirrenica occidentale e per i confronti con Poseidonia.	Alto +++	Head 1911; Rutter et al. 2001; Psoma 2015, pp. 98-99.
Locri Epizefirii	*Dati non abbastanza coerenti per una riduzione sicura	—	Nelle stime conviene esprimere i risultati in argento e giornate di lavoro, evitando una falsa resa in unità locali arcaiche.	Basso +	Del Monaco 2013; Costabile 1992; Tréziny 2001.
Reggio	*Documentazione monetaria arcaica non sufficientemente integrata qui	—	Anche qui è preferibile mantenere il risultato in argento e giornate di lavoro.	Basso +	Head 1911; Psoma 2015, pp. 91-115; Rutter et al. 2001.

Note: La tabella mostra che il problema non consiste solo nello scegliere un'unità monetaria occidentale, ma nel decidere quando essa sia davvero leggibile per il periodo e la città in esame. Per alcune *poleis* risulta più rigoroso fermarsi all'argento e ai *person-days*.

Tabella 3. Potere d'acquisto, consumo e prestazioni acquistabili

Somma	Bene / prestazione	Quantità / valore	Utilità per lo studio del cantiere	Bibliografia
1 calco	Olive	2 calchi $\approx$ 1 misura piccola di olive	Razione giornaliera alimentare. Utile per capire la granularità dei prezzi minuti.	Marginesu 2020a, p. 44.
1 obolo	Sussistenza minima giornaliera	ordine di grandezza di base	Soglia bassa per confrontare salario e costo della vita.	Marginesu 2020a, pp. 43-44; Marginesu 2023, pp. 241-242.
1 dracma attica	Grano	c. 9,5 litri di grano in condizioni medie del IV sec.	Parametro essenziale per convertire salari in risorse alimentari.	Marginesu 2023, pp. 241-242.
3-5 dracme	Orzo per medimno	costo medio del medimno di orzo	Utile per scenari di sussistenza meno costosi del frumento.	Marginesu 2020a, pp. 43-44.
5,5-6 dracme	Frumento per medimno	prezzo medio, ma oscillante	Serve a verificare la plausibilità del salario giornaliero e dei costi aggregati.	Marginesu 2020a, pp. 43-44; Marginesu 2023, pp. 241-242.
3 dracme	Olio	circa 3 litri	Bene energetico importante nel paniere dei lavoratori.	Marginesu 2020a, p. 44.
12-20 dracme	Vino comune	1 metretes (circa 38 litri)	Indicatore di prezzo per liquidi e di variabilità qualitativa del mercato.	Marginesu 2020a, p. 44.
3 oboli	Miele	circa 1/4 di litro	Bene costoso, utile per misurare spese non di pura sussistenza.	Marginesu 2020a, p. 44.
12 dracme	Capra	1 capo	Serve a stimare il rapporto tra salari e consumo proteico animale.	Marginesu 2020a, p. 44.
16 dracme	Agnello	1 capo	Indicatore di bene di pregio relativo.	Marginesu 2020a, p. 44.
1-2 dracme/giorno	Artigiano qualificato, contesti vari	ordine di grandezza classico	Va usato come fascia, non come tariffa universale.	Burford 1963, pp. 29-31; Pakkanen 2023, pp. 272-276.
1 dracma/giorno	Paga alta in Ereteò	lavoratori del cantiere santuarioale	Parametro prudente per scenari classici e per conversione in <i>person-days</i> .	Marginesu 2023, pp. 239-242.
Bibliografia di riferimento: Marginesu 2020a, p. 44; Burford 1963, pp. 29-31; Pakkanen 2023, pp. 272-276; Marginesu 2023, pp. 239-242.				
Nota: Il valore della tabella non è “aneddotico”, ma serve a controllare la coerenza delle stime: un costo di cantiere che, tradotto in beni-risorsa, produca risultati implausibili deve essere rivisto.				

Tabella 4. Coefficienti comparativi per le operazioni edilizie

Operazione	Tasso registrato	Unità	Uso nel modello	Bibliografia
Fondazioni in calcare locale (Epidauro)	14,4-23,1	dr./m ³	Parte bassa o mediana (per fondazioni in pietra locale)	Pakkanen 2023, pp. 277-281.
Pietra del peristilio (Epidauro)	22,0	dr./m ³	Parametro per approvvigionamento di materiale visibile non pregiato.	Pakkanen 2023, pp. 277-281.
Gradini e stilobate (Epidauro)	13,3	dr./m ³	Buon correttivo per le parti visibili poco complesse ma ben lavorate.	Pakkanen 2023, pp. 277-281.
Costruzione colonnato ed scanalatura (Epidauro)	16,0	dr./m ³	Utile per alzata e ordine dorico in pietra calcarea.	Pakkanen 2023, pp. 277-281.
Costruzione cella (Epidauro)	11,9-13,0	dr./m ³	Parametro per corpi murari meno complessi delle parti d'ordine.	Pakkanen 2023, pp. 277-281.
Scanalatura colonne (Epidauro)	2,3	dr./m ²	Da usare solo per superfici effettivamente scanalate; non per tutta la colonna.	Pakkanen 2023, pp. 277-281.
Trasporto combinato mare-terra di pietra	0,43	oboli/tonnellata/km	Buon minimo logistico per grandi quantità e organizzazione efficiente.	Pakkanen 2013, pp. 63-66.
Trasporto terrestre di blocchi eccezionali	1,13-1,5	dr./tonnellata/km	Scenario alto per tamburi, architravi o blocchi fuori scala.	Pakkanen 2013, pp. 65-66.
Estrazione sperimentale di 1 m ³ di calcare corinzio	c. 4	person-days/m ³	Serve a distinguere costo puro di lavoro da prezzo contrattuale.	Broeck-Parant 2022, passim.
Costo di una colonna del Didymaion	c. 35.300	dracme attiche	Solo scenario massimo per elementi giganteschi e marmorei. Non applicabile direttamente alle fabbriche arcaiche.	Pakkanen 2023, pp. 281-283.
Bibliografia di riferimento: Pakkanen 2023; Broeck-Parant 2022. Note: La tabella va letta come repertorio di coefficienti, non come elenco unico. Il suo uso corretto consiste nel selezionare per ogni parte del tempio il coefficiente tecnicamente più vicino, e non nel mediare indiscriminatamente tutti i valori.				

2.5.14. Esempio di applicazione del protocollo di stima

Per chiarire l'uso del metodo, si può immaginare un caso astratto ma realistico, ovvero uno dei templi dorici arcaici dell'area achea con il volume di fondazioni e alzata già ricostruiti in via teorica, ipotizzando una cava locale a distanza medio breve, trasporto per lo più terrestre e assenza di uso strutturale del marmo. In un caso del genere la stima dovrebbe partire dalla scomposizione del tempio in blocchi operativi.

Le fondazioni potranno essere calcolate per confronto con gli elementi della parte bassa dell'edificio descritti nel dossier di Epidauro, l'alzata, e in generale le parti a vista, con la fascia mediana dell'elevato, le scanalature con il tasso specifico per metro quadrato, il trasporto con un coefficiente per tonnellata/km calibrato sulla distanza effettiva e sulla difficoltà del terreno. A questo risultato si sommeranno una quota per legname e metalli – che le fonti di Atene, Epidauro e Delo ricordano di continuo anche se raramente in forma comparabile – e una percentuale di costi indiretti.

Solo a questo punto si otterrà un costo totale espresso nella valuta del *comparandum*. Tale somma verrà allora convertita in argento, quindi in giornate di lavoro e infine, se necessario, in stateri achei da circa 8 g. Il vantaggio della procedura è che se il lettore non condivide un coefficiente – per esempio quello del trasporto – potrà sostituirlo senza dover ricostruire da capo l'intero impianto. Il modello sarà, per costruzione, trasparente e rimodulabile, ed è proprio questa versatilità a renderlo utile in questa sede. Elaborare un metodo di stima del costo di un tempio arcaico non deve illudere circa la possibilità di ottenere una precisione assoluta, ma costruire piuttosto un quadro di ipotesi controllabili, esplicitare da dove viene ciascun coefficiente, indicare quali parti del risultato dipendano dalle fonti e quali dalle integrazioni, e consentire a chi legge di rifare i conti, se ritenuto opportuno, con parametri diversi. In tal modo la stima economica smette di essere un'appendice e diventa parte integrante dell'analisi del cantiere.

Al fine di elaborare un risultato comparato e quindi più solido, il passo successivo dovrebbe essere l'applicazione sistematica del protocollo a uno o più casi di studio, costruendo, per ciascun tempio arcaico selezionato, una scheda tecnico-economica standardizzata. Essa dovrebbe contenere dati cronologici essenziali, città e area monetaria di riferimento, materiale prevalente, cave ipotizzate, distanze di trasporto, volume delle fondazioni, volume dell'alzata e dell'ordine, superfici stimate di finitura, presenza o assenza di elementi importati, livello di policromia o rivestimento se ricostruibile, e infine scenario minimo, mediano e massimo.

Una volta compilata la scheda, i coefficienti potranno essere applicati in modo uniforme. È importante che l'uniformità riguardi il protocollo, non i valori. Ogni tempio avrà infatti una combinazione diversa di coefficienti, ma i passaggi per arrivare alla stima resteranno gli stessi. In tal modo i diversi casi potranno essere confrontati opportunamente. Si potrà allora osservare, per esempio, se il costo relativo per metro cubo dell'ordine esterno cambia sensibilmente tra un tempio vicino alla cava e uno più distante, oppure se il rapporto tra fondazioni e parti visibili è stabile o invece dipende dalla qualità del terreno e dal tipo di materiale.

Un secondo sviluppo utile sarà il confronto fra costo assoluto e costo relativo. Il costo assoluto dirà quanto “vale” nel complesso un tempio (Tab. 6), il costo relativo, calcolato per metro cubo o per metro quadrato di superficie lavorata, dirà invece quanto sia onerosa la sua soluzione tecnica rispetto ad altre. In molti casi, per la storia economica del cantiere, il secondo dato sarà più eloquente del primo. Un edificio più piccolo può infatti risultare relativamente più costoso se richiede trasporti più lunghi, blocchi più difficili o una finitura più intensa.

Naturalmente non tutti i templi consentiranno la stessa precisione volumetrica, non tutte le cave potranno essere identificate con la stessa sicurezza, non tutte le componenti lignee e metalliche saranno calcolabili allo stesso modo. La qualità del risultato non dipende dal numero di decimali, ma dal grado di trasparenza con cui si dichiarano i presupposti, le fonti, le variabili e i limiti. È proprio qui che il metodo di conversione a basso margine d'errore mostra la sua utilità maggiore: non promette l'impossibile, ma rende il possibile molto più solido.

Quando si passa dal volume al costo e dal costo al lavoro incorporato, emergono domande che l'analisi stilistica o puramente architettonica tende a lasciare in ombra. Quante giornate di lavoro qualificate richiedeva l'ordine esterno rispetto alla cella? Quanto pesava il trasporto nel costo generale? Quale parte del valore complessivo dipendeva da finiture che lo spettatore antico vedeva davvero, e quale parte invece scompariva nelle fondazioni? In che misura la monumentalità percepita coincideva con la parte più costosa del processo?

Tutte queste domande concorrono a rimettere al centro il cantiere come fatto sociale. Burford ricordava che il tempio greco non è solo un'opera d'arte o un prodotto della devozione civica, ma anche un'attività economica che coinvolge patroni, magistrati, architetti, imprenditori, artigiani, manovali, trasportatori e fornitori⁶⁸⁹. Aggiungere il calcolo economico alla storia dell'architettura significa allora dare corpo materiale a questa rete di attori. Significa, per

⁶⁸⁹ Burford 1965, pp. 21-23; Burford 1963, pp. 23-25.

esempio, mostrare che una scelta relativa a una cava non è solo tecnica, ma anche economica e politica, che il trattamento delle superfici visibili è anche una scelta di allocazione delle risorse, o che il ricorso all'appalto o al pagamento diretto modifica il profilo complessivo del costo.

La tradizionale lettura dei templi arcaici magnogreci in termini di monumentalità d'Occidente, competizione fra *poleis*, identità civica e rappresentazione del sacro acquista allora una dimensione supplementare se si riesce a dire quale e quanta mole di risorse vi sia stata impiegata. Come più volte ribadito in questi capitoli, un "grande" tempio non è tale soltanto in virtù della sua importanza volumetrica, ma perché è il risultato della concentrazione di lavoro sociale, capacità di coordinamento, accesso a materiali, controllo della logistica e, in alcuni casi, forza fiscale o disponibilità di prelievo straordinario. In questo senso, il costo economico non è un dato marginale, ma un indicatore dell'intensità politica dell'impresa edilizia.

Il modello permette inoltre di evitare un'opposizione troppo rigida fra economia e ideologia. Nelle grandi costruzioni templari non necessariamente propaganda e spesa economica sono alternative fra loro, possono invece coesistere. Marginesu ha insistito giustamente contro una lettura eccessivamente formalistica dei grandi lavori pubblici come semplici strumenti di redistribuzione; essi sono anche pratiche ideologiche, civiche e religiose, ma proprio per questo implicano denaro, organizzazione e controllo⁶⁹⁰. Una stima economica ben costruita non riduce il tempio al denaro investito per la sua costruzione, ma mostra piuttosto la forma materiale attraverso cui il denaro diventa architettura.

L'approccio qui proposto, infine, nella varietà di campi con cui ambisce a dialogare, restituisce qualcosa anche alla numismatica. Le monete magnogreche, da pure testimonianze di iconografia e di standard ponderali, diventano strumenti di indagine di un processo edilizio. Dire che un certo costo equivale a un certo numero di stateri achei o di unità focesi non significa appiattire il tempio sulla monetazione, ma ricollegare il programma architettonico ai circuiti materiali del suo territorio e ricordare che la scelta di uno standard monetario aveva conseguenze dirette sul modo in cui la città poteva pagare, prelevare, convertire e rappresentare i propri investimenti.

2.5.15. Scenario minimo, mediano e massimo

Uno dei punti più delicati, quando si passa dal repertorio dei coefficienti a un tempio concreto, è la costruzione degli scenari, minimo, mediano e massimo. Quest'operazione non significa produrre tre cifre arbitrarie, ma definire tre combinazioni coerenti di variabili. Lo scenario

⁶⁹⁰ Marginesu 2023, pp. 251-255.

minimo presuppone, in linea generale, pietra locale o semilocale, distanze di trasporto ridotte, buona continuità organizzativa del cantiere, modesta incidenza di costi eccezionali e una quota relativamente bassa di margine imprenditoriale. È il modello che più si avvicina all'idea di “*minimum cost approach*”⁶⁹¹.

Lo scenario mediano è, nella pratica, quello che conviene usare come risultato principale in sede d'indagine. Esso non coincide con la media matematica tra minimo e massimo, ma con la combinazione storicamente più plausibile. Per un grande tempio dorico arcaico d'Occidente ciò può significare prendere in considerazione i diversi fattori ma con le dovute correzioni: materiale lapideo prevalentemente locale, ma non sempre tratto dalla cava più vicina; trasporti terrestri più onerosi per alcuni elementi; presenza di un margine organizzativo non nullo; maggiore cura della lavorazione delle superfici visibili rispetto alle fondazioni; possibilità di fasi costruttive non perfettamente lineari. In altri termini, il valore mediano è quello che tiene conto della monumentalità del programma senza assimilarlo per questo ai grandi cantieri in marmo dell'Egeo orientale.

Lo scenario massimo, infine, non va confuso con una fantasia sontuaria, ma deve restare storicamente giustificato, poiché serve a simulare il costo alto compatibile con diversi fattori: lunghe distanze di trasporto, maggiore ricorso ad appalti che incorporano rischio, blocchi eccezionalmente grandi o difficili, maggiore incidenza di finiture e correzioni, scarsa continuità del cantiere, uso più largo di elementi di pregio o semipregio⁶⁹². In questa logica, i dati di Didima o certe tariffe attiche possono servire come tetto per fasi particolari, ma mai come coefficiente diffuso per l'intero edificio.

L'utilità di questa tripartizione è duplice. Da una parte, essa disciplina il lavoro del compilatore, che deve motivare ogni scelta di coefficiente, dall'altra, offre al lettore una lettura storica della cifra. Un tempio che risulti “costoso” già nello scenario minimo, infatti, è strutturalmente oneroso, mentre un tempio che diventi molto oneroso solo nello scenario massimo è più sensibile alle variabili della logistica e dell'organizzazione. In tal modo il modello economico non restituisce soltanto un totale, ma anche la vulnerabilità differenziale del cantiere rispetto ai suoi fattori di rischio.

⁶⁹¹ Pakkanen 2023, pp. 267-268. Vedi *supra*.

⁶⁹² Marginesu 2020b.

2.6. Appendice. Esercizi di calcolo per una stima dei costi del cantiere del tempio delle Tavole Palatine (Metaponto)

2.5.A.1. Dati di partenza e delimitazione del campione

Al fine di proporre un esempio concreto di come le osservazioni finora esposte possano concorrere al calcolo della stima economica di un tempio arcaico, si analizzerà di seguito il caso di studio del santuario extraurbano di Hera, o Tavole Palatine, presso Metaponto. Il perimetro del calcolo volumetrico è deliberatamente ristretto alla componente lapidea direttamente misurabile: sono escluse le fondazioni e tutti gli elementi non litici o non ricostruibili con sufficiente sicurezza metrica, come coperture lignee, terrecotte architettoniche, metalli, pittura, eventuali apparati accessori. Ne consegue che il risultato non rappresenta il costo complessivo del tempio in senso assoluto, ma il costo stimato del sottosistema lapideo effettivamente quantificabile⁶⁹³.

Per quanto concerne le colonne, nelle iscrizioni e nei conti edilizi di età classica ed ellenistica i pagamenti per cava e trasporto sono spesso riferiti al blocco ordinato o consegnato, non al volume finale dopo la lavorazione. I volumi architettonici ricostruiti possono costituire una base affidabile per il calcolo del lavoro, ma bisogna distinguere tra volume del blocco in cava e volume dell'elemento rifinito⁶⁹⁴. Nel caso dei tamburi, il blocco grezzo incorpora un margine di materiale destinato a essere rimosso durante la rifinitura, per questo i costi di cava e trasporto si ancorano a un volume più alto di quello in opera. Il dato aggiuntivo di 33,65 m³⁶⁹⁵ permette dunque di fare per le Tavole Palatine ciò che normalmente, per i templi arcaici dell'Occidente greco, si può fare solo in modo indiretto, ovvero correggere il costo delle colonne in funzione del loro scarto di lavorazione.

2.5.A.2. Criteri di conversione impiegati

La stima è costruita in tre passaggi, tenuti volutamente distinti. Viene calcolato inizialmente il costo di produzione lapidea al netto del grande trasporto, usando i coefficienti sintetici discussi

⁶⁹³ In considerazione dell'espunzione delle fondazioni dal calcolo si dovrebbe parlare più correttamente di sottostima, ma questo taglio è inteso a essere quanto più metodologicamente corretto, perché evita di sommare alla parte misurabile quote congetturali di spesa che produrrebbero una falsa precisione.

⁶⁹⁴ Pakkanen 2023, pp. 268-272.

⁶⁹⁵ Il dato deriva dalla differenza dell'ideale parallelepipedo di altezza uguale a quella della colonna e base uguale al diametro della colonna finita (la somma di tutte le colonne "parallelepipedo" di tutta la peristasi ammonterebbe a 170,65 m³).

da Pakkanen per il Partenone⁶⁹⁶; poi si calcola separatamente il costo del trasporto, perché è la variabile più sensibile alla geografia del caso di studio; infine, il totale viene convertito in argento, talenti, stateri di area achea e indicatori di sussistenza, in modo da rendere confrontabile il risultato sia con i sistemi monetari greci più noti sia con la prassi dell'Occidente greco.

Il caso di Epidauro rimane un *comparandum* utile, perché si tratta di un cantiere in pietra calcarea, più tenera del marmo, quindi più vicino, sotto il profilo tecnico, a un edificio lapideo non marmoreo della Magna Grecia che non ai grandi cantieri ateniesi in pentelico. Jari Pakkanen ha inoltre mostrato che le vecchie stime di Stanier⁶⁹⁷ e, per riflesso, parte dell'uso successivo di tali dati in Burford⁶⁹⁸, tendevano a sovrastimare i costi⁶⁹⁹. Tuttavia, gli intervalli combinati usati qui per la produzione lapidea non derivano direttamente da Epidauro, ma sono quelli proposti da Pakkanen per il Partenone, a loro volta ricalibrati sulla base del manuale di Pegoretti⁷⁰⁰, del tempio di Didyma e della stessa Epidauro⁷⁰¹ (Tab. 2.1;2.2;2.3).

Per le colonne e per gli elementi che implicano una lavorazione più raffinata si è adottato l'intervallo di costo combinato della peristasi del Partenone, pari a 74,4-110,4 dracme attiche per m³; per muri e pavimentazioni si è adottato l'intervallo 49,0-84,9 dracme attiche per m³⁷⁰². Sul versante del trasporto si è adottato una doppia soluzione. Il percorso esclusivamente terrestre dalle cave di Taranto, in località Castello⁷⁰³, a Metaponto costituisce un limite superiore, utile come tetto del modello. Lo scenario centrale, invece, assume una combinazione composta di più tratte (cava-porto, tratta marittima costiera e porto o approdo del santuario), perché la località di cava e il santuario si collocano entrambi in un quadro litoraneo, e il trasporto costiero, per grandi masse lapidee, è normalmente più economico e storicamente plausibile del solo traino terrestre⁷⁰⁴. Per il coefficiente terrestre si è impiegato l'intervallo di 2,3-3,2 dracme attiche per m³/km, ricavato dai dati di Eleusi e dal trasporto dei coffers della *tholos* di Epidauro, mentre per il coefficiente marittimo l'intervallo 1,4-1,6 dracme attiche per m³/km, ricavato dal caso di

⁶⁹⁶ Pakkanen 2023. La scelta dei valori proposti dall'autore finlandese è motivata da diversi fattori: il grado di aggiornamento dei dati in virtù della pubblicazione così recente; la versatilità che caratterizza l'autore nei suoi lavori, che lo indica come punto di riferimento per gli esercizi di calcolo per l'età greca; l'utilizzo comparato di periodi storici e aree geografiche, particolarmente utile per raggiungere valori che tendano quanto più possibile al verosimile e al plausibile, se non, nei casi più fortunati, al probabile.

⁶⁹⁷ Stanier 1953.

⁶⁹⁸ Burford 1969.

⁶⁹⁹ Pakkanen 2023, pp. 274-280.

⁷⁰⁰ Si veda il capitolo sui manuali.

⁷⁰¹ Pakkanen 2023, pp. 279-280.

⁷⁰² Questi valori corrispondono alla Tabella 3 di Pakkanen e non richiedono conversione ponderale, perché sono già espressi in dracme attiche; lo standard egnetico resta invece pertinente per i dati di Epidauro e per il loro uso comparativo (Pakkanen 2023, pp. 279-280; Psoma 2015).

⁷⁰³ Assunta da Lazzarini (2010) come area di provenienza della pietra per il tempio extraurbano metapontino.

⁷⁰⁴ Si veda il capitolo sul trasporto.

Didyma; nello scenario misto sono stati aggiunti inoltre i costi di imbarco e sbarco, pari rispettivamente a 5,8-6,4 e 8,7-9,6 dracme attiche per m³⁷⁰⁵.

Tabella 2.1. Tempio di Apollo a Didima. Tariffe di costo desunte dalle iscrizioni e calcolate sulle dimensioni ordinate e sui blocchi effettivamente consegnati (probabile salario giornaliero di un artigiano specializzato: 2 dracme alessandrine/attiche al giorno; ca. 4,3 g d'argento per dracma)⁷⁰⁶

1. Operazione	2. Tariffa	3. Tariffa sul materiale ordinato	4. Tariffa sul materiale consegnato
Pietra di cava (H < 0,5 m)	4 dr./ft ³	153,6 dr./m ³	131,8 dr./m ³
Pietra di cava (H ≥ 0,5 m)	5 3/6 dr./ft ³	211,2 dr./m ³	192,4 dr./m ³
Trasporto terrestre	-	19,2 dr./(km x m ³)	17,4 dr./(km x m ³)
Carico sulla nave	1/6 dr./ft ³	6,4 dr./m ³	5,8 dr./m ³
Trasporto marittimo	-	1,6 dr./(km x m ³)	1,4 dr./(km x m ³)
Scarico dalla nave	1/6 + 6/72 dr./ft ³	9,6 dr./m ³	8,7 dr./m ³
Sollevamento e posa in opera	1 dr./ft ³	38,4 dr./m ³	38,0 dr./m ³
Rifinitura fine	2 dr./ft ²	22,8 dr./m ²	21,6 dr./m ²
Scanalatura	2 dr./ft ²	22,8 dr./m ²	22,2 dr./m ²
Lavorazione del capitello ionico	5 dr./ft ²	56,9 dr./m ²	54,5 dr./m ²

Tabella 2. Tempio di Asclepio a Epidauro. Tariffe di costo basate sui prezzi contrattuali delle iscrizioni e sul volume lapideo ricostruito (probabile salario giornaliero di un artigiano specializzato: 1 dracma eginetica al giorno; ca. 6,1 g d'argento per dracma)⁷⁰⁷

Operazione costruttiva e quantita	Cava, trasporto e costruzione	Cava trasporto	Cava	Trasporto	Costruzione
1. Calcare locale per le fondazioni della peristasi, 176 m ³	4068 dr. 23,1 dr./m ³				
2. Calcare locale per le fondazioni della cella, 96 m ³	1385 dr. 14,4 dr./m ³				
3. Pietra corinzia per la peristasi, dai gradini ai frontoni, 258,7 m ³		5700 dr. 22,0 dr./m ³			
4. Costruzione dei gradini visibili e dello stilobate, 66,9 m ³					888 dr. 13,3 dr./m ³
5. Costruzione del colonnato e della trabeazione, 191,8 m ³					3068 dr. 16,0 dr./m ³

⁷⁰⁵ Pakkanen 2023, pp. 270, 277-278, tab. 1.

⁷⁰⁶ Pakkanen 2023. I dati della tabella derivano dai conti edilizi del tempio di Apollo a Didima, messi in rapporto con le misure architettoniche dei blocchi e della colonna incompiuta. Nel saggio sono richiamate in particolare le iscrizioni edilizie di Didima edite da Rehm (1958), con rinvii specifici, tra gli altri, a Didyma II 39.24 e 39.53.

⁷⁰⁷ Pakkanen 2023. La tabella dipende dai contratti iscritti relativi al tempio di Asclepio a Epidauro, identificati nel saggio come IG IV² 102. Pakkanen precisa che i prezzi e i volumi sono ricalcolati sulla base della rilettura di Prignitz (2014) e della ricostruzione architettonica di Roux (1961).

6. Pietra corinzia per la cella (meta), 135,1 m ³		6167 dr. 45,6 dr./m ³			
7. Pietra corinzia per la cella (altra meta), 135,1 m ³			4437-4455 dr. 32,8-33,0 dr./m ³	1712-1730 dr. 12,7-12,8 dr./m ³	
8. Costruzione della cella, 270,2 m ³					3209-3500 dr. 11,9-13,0 dr./m ³
9. Scanalatura delle colonne esterne e interne, 574,5 m ²					1336 dr. 2,3 dr./m ²

Tabella 3. Lavorazione lapidea del Partenone sull'Acropoli di Atene. Tariffe di costo (colonne 2-5): dr./m³; volume (colonna 6): m³; costo (colonna 7): dracme attiche (salario giornaliero di un artigiano specializzato: 1 dracma attica al giorno; ca. 4,3 g d'argento per dracma)⁷⁰⁸

1. Elemento	2. Rifinitura fine	3. Estrazione in cava	4. Costruzione	5. Tariffa combinata	6. Volume	7. Costo
Muri	-	30,0-65,9 (153,5)	19,0 (16,5)	49,0-84,9 (170,0)	2849	139.601- 241.880 (484.188)
Pavimentazione	-	30,0-65,9 (153,5)	19,0 (11,0)	49,0-84,9 (164,5)	1389	68.061-117.926 (228.421)
Fondazioni	-	(25,6)	(9,3)	14,4-23,1 (34,9)	3251	46.814-75.098 (113.330)
Colonnato	25,37 (35,75)	30,0-65,9 (154,3)	19,0 (68,8)	74,4-110,4 (258,8)	3704	275.466- 408.440 (958.521)
+ Rifinitura di muri e pavimentazione, 7065 m² a 10,8 dr./m² (16,35 dr./m²)						76.302 (115.513)
Totale						606.244- 919.646 (1.899.973) dr. = 101,0-153,3 (316,7) talenti

Infine, il risultato non è stato convertito automaticamente in giornate di salario come se esistesse un salario greco uniforme. Cristina Carusi ha mostrato che nel cantiere ateniese classico i sistemi di remunerazione coesistevano: salario giornaliero, cottimo, pagamento per unità, contratto. Anche il celebre valore di 1 dracma giornaliera dell'Eretteo non è una tariffa universale per ogni lavoratore, ma in più casi remunera assistenti o lavori ripetitivi, mentre lavori specializzati

⁷⁰⁸ Pakkanen 2023. Questa tabella non dipende direttamente da una sola iscrizione antica, ma va intesa una rielaborazione comparativa moderna dell'autore per il Partenone. Pakkanen combina i tassi ricavati da Didima ed Epidauro, i coefficienti di Pegoretti e il confronto con la precedente stima di Stanier (1953), le cui cifre sono riportate tra parentesi.

seguono altri criteri. Per questo le giornate-lavoro sono presentate solo come equivalenti convenzionali e non come ricostruzione diretta della possibile paga arcaica in Magna Grecia⁷⁰⁹.

2.5.A.3. Variabili e formule nell'esercizio di calcolo

Di seguito si presenta una sintesi che esplicita i passaggi del calcolo, secondo il metodo proposto:

- Peristasi e trabeazione (volume finito): $V_c = \text{colonne rifinite} + \text{capitelli} + \text{architravi} + \text{fregio} = 134,10 + 44,80 + 47,10 + 44,80 = 270,80 \text{ m}^3$.
- Blocchi murari e di base (volume finito): $V_b = \text{cella} + \text{stilobate (crepidoma)} = 270,00 + 193,00 = 463,00 \text{ m}^3$.
- Volume finito complessivo del campione: $V_f = 733,80 \text{ m}^3$.
- Volume di cava/trasporto: $V_q = V_f + \text{scarto di lavorazione delle colonne} = 733,80 + 33,65 = 767,45 \text{ m}^3$.
- Negli scenari minimo, medio e massimo il volume movimentato resta invariato: $V_q(\text{mid}) = 767,45 \text{ m}^3$.
- Costo di produzione lapidea (escluso grande trasporto): $C_{\text{prod}} = (V_c \times R_c) + (V_b \times R_b)$.
- Rateo o coefficiente di costo unitario per la peristasi e la trabeazione: $R_c = 74,4\text{-}110,4 \text{ dracme attiche/m}^3$.
- Rateo o coefficiente di costo unitario per muri e pavimentazioni: $R_b = 49,0\text{-}84,9 \text{ dracme attiche/m}^3$.
- Scenario di trasporto misto: $C_{\text{tr,misto}} = V_q \times [(7 \text{ km terrestri} \times r_{\text{terra}}) + (38 \text{ km marittimi} \times r_{\text{mare}}) + r_{\text{imbarco}} + r_{\text{rsbarco}}]$.
- Scenario di trasporto solo terrestre: $C_{\text{tr,terra}} = V_q \times (45 \text{ km terrestri} \times r_{\text{terra}})$.

2.5.A.4. Tabelle dei costi secondo i tre scenari proposti

Scenario	Rc peristasi (dr att./m ³)	Rb blocchi (dr att./m ³)	Costo produzione (dr att.)	Costo produzione (talenti att.)
Minimo prudente	74,40	49,00	42.835	7,14
Medio operativo	92,40	66,95	56.020	9,34
Massimo prudente	110,40	84,90	69.205	11,53

Tab. 4.1. Costo di produzione lapidea (cava, sbazzatura, rifinitura, messa in opera; escluso grande trasporto)

⁷⁰⁹ Carusi 2021b, pp. 131-154; Marginesu 2023, pp. 237-262.

Scenario	Volume trasportato (m³)	Trasporto misto (dr att.)	Trasporto solo terra (dr att.)
Minimo prudente	767,45	64.312	79.431
Medio operativo	767,45	70.222	94.972
Massimo prudente	767,45	76.131	110.513
Nota: Vq costante: 767,45 m³; coefficienti inferiori			

Tab. 4.2 Costo del trasporto.

Scenario	Totale misto (dr att.)	Talenti	Argento (kg)	Statèri da 8 g	Totale terra (dr att.)	Talenti	Argento (kg)
Minimo prudente	107.147	17,86	460,7	57.591	122.266	20,38	525,7
Medio operativo	126.241	21,04	542,8	67.855	150.992	25,17	649,3
Massimo prudente	145.336	24,22	624,9	78.118	179.718	29,95	772,8

Tab. 4.3. Totale del campione lapideo

Assumendo come scenario centrale il trasporto misto costiero e terrestre, comprensivo di imbarco e sbarco, il sottosistema lapideo misurabile del tempio risulta valere circa l'equivalente di 126.241 dracme attiche, cioè 21,04 talenti attici, pari a circa 542,8 kg d'argento e a circa 67.855 stateri da 8 g. Lo scenario esclusivamente terrestre porta lo stesso campione a circa 150.992 dracme attiche equivalenti, cioè 25,17 talenti attici.

2.5.A.5. Per una lettura storica del risultato

Il primo punto da sottolineare è che il trasporto pesa enormemente. Questo non è un effetto aberrante del modello ma un tratto strutturale dei grandi cantieri antichi, già colto in letteratura⁷¹⁰. La pietra, in sé, non aveva un prezzo autonomo paragonabile a quello di una merce finita, e il valore economico emergeva soprattutto come lavoro di cava e come costo di mobilitazione e trasporto. Inoltre, per gli elementi pesanti il traino animale era intrinsecamente poco efficiente, e i contratti di trasporto risultavano fra i più esposti a ritardi, penali e perdite.

Il secondo punto è che il valore medio qui ottenuto non deve essere letto come “prezzo” del tempio, ma come prezzo della sola parte lapidea quantificata. La cifra non comprende fondazioni, coperture, terrecotte architettoniche, carpenteria, fissaggi metallici, rivestimenti, coloritura, utensili, consumo di acqua, spazi di lavoro, manutenzione degli animali, amministrazione del cantiere, costi finanziari del capitale immobilizzato e eventuali ritardi. In

⁷¹⁰ Burford 1965, pp. 21-34.

altre parole, il totale qui ricavato è una base minima strutturata, piuttosto che un consuntivo integrale.

Il terzo punto riguarda il rapporto fra volume finito e volume estratto. Nell'insieme di dati il solo scarto di lavorazione dei tamburi vale 33,65 m³. Ciò significa che la peristasi non può essere stimata applicando al volume finale cilindrico il medesimo coefficiente degli elementi murari. Per essa le fasi di cava, di sbazzatura e di trasporto pesano relativamente di più. In termini metodologici, questo conferma che, quando i dati lo consentono, il tempio va scomposto per famiglie tecniche e non trattato come un unico monte cubico indistinto.

Il quarto punto consiste nell'inquadramento numismatico. Poiché le colonie achee dell'Italia meridionale operarono entro uno standard monetario ridotto, riconducibile convenzionalmente a uno statere di circa 8 g, la restituzione finale in stateri consente di riportare il valore stimato in una grammatica monetaria più adatta all'Occidente greco, invece di arrestarsi alla sola dracma attica, più familiare ma meno pertinente sul piano regionale⁷¹¹.

Infine, sul piano comparativo, il risultato mostra che per un tempio arcaico magnogreco campione la quantità di lavoro e di argento investita nella sola struttura lapidea poteva essere già molto elevata anche prima di includere decorazioni in terracotta, apparati lignei e componenti cultuali. Ciò concorre a spiegare, con un dato quantitativo ragionato, perché i grandi programmi architettonici d'Occidente dovessero implicare una forte capacità di concentrare risorse, competenze tecniche e logistiche in un orizzonte pluriennale⁷¹².

2.5.A.6. Equivalenze di sussistenza e giornate-lavoro: una nota

A titolo di semplice comparazione di potere d'acquisto, nel IV secolo si è stimato che con una dracma si potevano acquistare mediamente circa 9,5 litri di grano⁷¹³. Considerando che la razione giornaliera di un soldato doveva corrispondere a una χοῖνιξ⁷¹⁴, o chenice (1,08 litri)⁷¹⁵, un fabbisogno piuttosto elevato, la cifra di una dracma rappresenta un potere d'acquisto notevole⁷¹⁶. Applicando questo coefficiente solo come strumento comparativo, lo scenario mediano di trasporto misto corrisponderebbe a circa 1,20 milioni di litri di grano, vale a dire circa 22.844

⁷¹¹ Psoma 2015.

⁷¹² Mertens 2006; Greco 2012.

⁷¹³ Kron 2011, p. 132, nt. 25.

⁷¹⁴ *Hdt.*, 7.187.2. La fonte antica parla della quantità giornaliera che riceveva un soldato dell'esercito di Serse.

⁷¹⁵ Foxhall - Forbes 1982.

⁷¹⁶ Marginesu 2023, p. 241.

medimni. È tuttavia essenziale ribadire che questo non è un prezzo reale “in grano” del tempio arcaico, bensì un traduttore comparativo in termini di sussistenza, che può essere utile in un’ottica comparativa con la capacità produttiva del territorio, comprensivo di *chora* e *polis*, e della capacità amministrativa di investire o redistribuire i beni prodotti dalla propria comunità.

Lo stesso vale per le giornate-lavoro. Se, in via convenzionale, si usa 1 dracma attica come unità di una giornata di lavoro mista, lo scenario centrale misto equivale a circa 126.241 giornate. Se invece si preferisce una soglia di 1,5 dracme, più adatta a lavori tecnicamente qualificati e a contesti di remunerazione non esclusivamente servile o ausiliaria, il totale scende a circa 84.161 giornate equivalenti. Carusi ha però mostrato che, almeno nei cantieri ateniesi, i sistemi di remunerazione erano plurali e che il cottimo o il pagamento per unità convivevano con il salario giornaliero⁷¹⁷, pertanto queste equivalenze speculative servono a confrontare ordini di grandezza, senza alcuna pretesa di ricostruire il libro paga del cantiere arcaico.

2.5.A.7. Esercizio di calcolo sulle stime del costo totale dei templi sulla base del metodo di Roland Martin per la Magna Grecia

Un ulteriore esercizio di calcolo per le fabbriche templari arcaiche appare quello comparato allo studio di Roland Martin del 1973⁷¹⁸, ristampato nel 1987, in cui affrontava il costo totale degli edifici in talenti a parità di volume⁷¹⁹. I suoi costi sono ottenuti per analogia dalla documentazione soprattutto di Epidauro e Delfi, quindi restituiscono un ordine di grandezza più che un vero costo in senso strettamente contabile, ed escludono programmaticamente i costi della copertura per non addentrarsi in un campo troppo incerto⁷²⁰.

Nel caso delle Tavole Palatine, il confronto è dunque metodologicamente utile ma non perfettamente omogeneo, poichè il volume assunto *supra* di 733,80 m³ riguarda la sola porzione della fabbrica lapidea che emerge dal suolo, mentre i volumi calcolati da Martin includono di norma anche le fondazioni⁷²¹. Di conseguenza, la stima principale è stata formulata come costo della sola sovrastruttura lapidea e l’eventuale volume di fondazione entrerà soltanto in appendice come scenario separato.

⁷¹⁷ Carusi 2021b.

⁷¹⁸ Martin 1973.

⁷¹⁹ Martin 1987.

⁷²⁰ Martin 1987, pp. 534–536.

⁷²¹ Martin 1987, pp. 534–536.

Martin distingue, per ciascun tempio occidentale considerato, un prezzo di base espresso in talenti per i materiali forniti, tagliati e messi in opera, ma non rifiniti né scolpiti⁷²² e un valore globale dell'edificio ottenuto applicando ai prezzi di base un moltiplicatore pari a 3, ricavato dalla media tra i valori attestati tra 2,5 e 3,5 dei rapporti osservati in altri dossier edilizi greci, come Epidauro, Delfi ed Eleusi, assumendo 6.000 dracme come valore equivalente di 1 talento⁷²³.

Nell'ottica dell'autore, che considera il gruppo di Sibari, Metaponto e Poseidonia come un'area tecnicamente coerente, caratterizzata da una relativa continuità di maestranze e tradizioni costruttive, il campione comparativo più pertinente per Metaponto non è l'intero Occidente greco, ma anzitutto Poseidonia⁷²⁴.

Tempio	Volume (m ³)	Talenti base	Talenti globali	Coeff. Globale (t/m ³)	Talenti base TP	Talenti globali TP
Poseidonia, Hera I	565	28	84	0.1487	36.4	109.1
Poseidonia, Atena	769	20	60	0.0780	19.1	57.3
Poseidonia, Hera II	962	76	228	0.2370	58.0	173.9
Poseidonia, Sele	200	16	48	0.2400	58.7	176.1
Fonte: Martin 1987, p. 536, calcoli dell'autore.						

I coefficienti globali così ottenuti producono, applicati al volume lapideo finito delle Tavole Palatine (733,80 m³), un range di 57,3–176,1 talenti. La media semplice dei quattro coefficienti poseidoniati è 0,1759 talenti/m³ e restituisce 129,1 talenti; la mediana è 0,1928 talenti/m³ e restituisce 141,5 talenti; se si limita il campione ai tre templi urbani di Poseidonia, la media scende a 113,4 talenti.

Per un uso prudente, la stima centrale più difendibile resta quindi un range di 129–142 talenti per la sola fabbrica lapidea al netto delle fondazioni. Il range 57–176 talenti non va eliminato, perché descrive l'effettiva dispersione dei *comparanda* poseidoniati, ma è troppo sensibile al tempio del Sele e al basso coefficiente del tempio di Atena per essere assunta come valore di lavoro principale⁷²⁵.

⁷²² Martin 1987, p. 535.

⁷²³ Martin 1987, pp. 535–536.

⁷²⁴ Martin 1987, pp. 537–538.

⁷²⁵ Martin 1987, pp. 536–538.

2.5.A.8. Traduzione in giornate-persona e ore-persona

Questa seconda stima non traduce i talenti in lavoro, ma ricostruisce in modo autonomo la domanda di manodopera per la sola pietra attraverso le fasi di estrazione in cava, lavorazione e finitura, messa in opera. La logistica del tratto da Taranto a Metaponto non viene inglobata nel totale principale, perché il tracciato effettivo, la combinazione via terra e via mare, il carico per viaggio non sono abbastanza controllabili, e dunque la sua inclusione produrrebbe, allo stato attuale, un livello di arbitrarietà alto.

Per la lettura delle unità bisogna però tenere presente che i *man-days* (md) delle varie letterature non sono sempre costruiti con giornate omogenee. Abrams, ad esempio, assume 5 ore per le attività più pesanti, come estrazione e trasporto, e 8 ore per le attività meno gravose come la lavorazione dei blocchi e la costruzione vera e propria⁷²⁶. Per questo motivo i risultati sono presentati prima come giornate-persona derivate dai coefficienti originari e poi come equivalenti orari convenzionali a 8 e a 10 ore, esplicitamente intesi come normalizzazioni comparative e non come ricostruzioni di una singola giornata storica.

Fase	Coefficiente adottato	Unità di partenza	Formula applicata	Uso nel calcolo	Fonte
Estrazione, scenario basso	1,0 md/m ³	volume di estrazione	$770,35 \times 1,0$	scenario prudente minimo	Bessac 2007, p. 136, cit. in Brysbaert 2015, 94
Estrazione, scenario medio	1,1 md/m ³	volume di estrazione	$770,35 \times 1,1$	scenario intermedio	De Haan 2009, p. 3, cit. in Brysbaert 2015, p. 94
Estrazione, scenario alto	2,2 md/m ³	volume di estrazione	$770,35 \times 2,2$	scenario prudente massimo	Brysbaert 2015, p. 94, che sintetizza Abrams 1994 e Pakkanen 2013
Lavorazione - finitura dei conci	11,6 md/m ³	volume finito	$733,80 \times 11,6$	costante in tutti gli scenari	Abrams 1994, p. 44
Messa in opera	$0,8 \text{ m}^3/\text{md} = 1,25 \text{ md}/\text{m}^3$	volume finito	$733,80 \div 0,8$	costante in tutti gli scenari	Abrams 1994, p. 44

Scenario	Estrazione (md)	Lavorazione (md)	Posa (md)	Totale (md)	Fonte del coefficiente variabile
Basso	770,4	8.512,1	917,2	10.199,7	Bessac 2007, p. 136, cit. in Brysbaert 2015, p. 94
Medio	847,4	8.512,1	917,2	10.276,7	De Haan 2009, 3, cit. in Brysbaert 2015, 94
Alto	1.694,8	8.512,1	917,2	11.124,1	Brysbaert 2015, p. 94

⁷²⁶ Abrams 1994, p. 44.

La somma delle tre fasi produce 10.199,7 md nello scenario basso, 10.276,7 md nello scenario medio e 11.124,1 md nello scenario alto. Il tratto che pesa di più è la lavorazione della pietra, che da sola vale 8.512,1 md sulla base del coefficiente di Abrams⁷²⁷. Ciò significa che, nel modello qui adottato, il costo di lavoro è governato soprattutto dalla trasformazione del blocco in elemento da muratura, non dalla sola estrazione.

Se questi stessi totali vengono espressi in ore-persona tramite una normalizzazione convenzionale, si ottengono 81.597–88.993 ore-persona su una base 8 ore al giorno e 101.997–111.241 ore-persona su una di 10 ore al giorno. La doppia normalizzazione è preferibile a un solo valore fisso proprio perché la bibliografia di riferimento impiega giornate di durata diversa a seconda del compito⁷²⁸.

2.5.A.9. Ipotesi ragionata sul possibile volume delle fondazioni

L'appendice che segue propone un'ipotesi geometrica controllata circa le fondazioni. Martin include ordinariamente le fondazioni nel suo calcolo comparativo dei templi⁷²⁹, mentre il volume principale delle Tavole Palatine ne è privo. Per rendere confrontabile il caso metapontino con questo quadro appare dunque legittimo costruire un'appendice metodologica che simuli tre scenari di fondazione, purché essi restino separati dal calcolo-base.

L'ipotesi è costruita a partire dai soli dati misurabili per il caso di studio, ricavati dalle dimensioni dello stilobate (34,29 m × 13,66 m). Per evitare di considerare una platea di fondazione piena, si assume una fondazione continua a fasce sotto i tratti portanti principali. Gli scenari basso, medio e alto assumono così diversi valori per l'ampiezza delle fasce e la profondità⁷³⁰.

Scenario	Quota pianta di stilobate assunta in fondazione	Profondità media ipotetica (m)	Area di base (m ²)	Volume di fondazione (m ³)	Talenti globali TP (media Poseidonia)
Basso	37.3%	1,20	174,6	209,6	166,0
Medio	47.9%	1,40	224,7	314,6	184,4
Alto	54.0%	1,60	253,3	405,3	200,4

⁷²⁷ Abrams 1994, p. 44.

⁷²⁸ Abrams 1994, p. 44.

⁷²⁹ Martin 1987, p. 534.

⁷³⁰ I valori risultanti restano dichiaratamente euristici e vanno letti come ordine di grandezza.

Il volume di fondazione ipotetico risulta così compreso tra 209,6 e 405,3 m³. Se questo volume viene sommato al volume lapideo finito e valorizzato con la media dei coefficienti poseidonati, il costo globale sale a circa 166,0–200,4 talenti, mentre se si usasse invece la mediana dei coefficienti, il costo si collocherebbe più in alto, come già mostrava la precedente versione del calcolo. Questi valori restano tuttavia puramente speculativi e non devono sostituire la stima di base, almeno finché le fondazioni non saranno misurate direttamente nel caso di studio, come gli strumenti tecnologici attualmente disponibili già consentono.

2.5.A.10. Risultato di lavoro

Per la sola fabbrica lapidea sopra fondazione delle Tavole Palatine il costo ricostruibile per confronto con il lavoro di Roland Martin ricade in un range di 129–142 talenti, mentre la forza di lavoro ricostruibile attraverso i coefficienti generali dell'energetica si colloca tra 10.199,7 e 11.124,1 giornate-persona derivate dai coefficienti originari, equivalenti a 81.597–88.993 ore-persona su base 8 ore/giorno oppure a 101.997–111.241 ore-persona su base 10 ore/giorno⁷³¹. L'eventuale inserimento delle fondazioni, se trattato come appendice euristica e non come dato rilevato metricamente, sposterebbe il costo monetario verso un ordine di grandezza compreso grosso modo fra 166 e 200 talenti, con la media poseidonate. Tuttavia, proprio perché questa parte dipende da una simulazione geometrica, il suo uso deve restare subordinato e dichiaratamente ipotetico.

2.5.A.11. Formula applicativa per altri casi di studio

Una volta saggiata la validità del metodo di calcolo, per gli altri templi arcaici magnogreci la procedura può essere replicata con le operazioni seguenti: distinguere volume finito e volume di cava; isolare almeno tre famiglie tecniche, come peristasi, blocchi murari o trabeazione, elementi speciali; applicare, ai costi di produzione, coefficienti derivati da *comparanda* coerenti per pietra e complessità; modellare il trasporto con almeno due scenari logistici; convertire il totale in argento fino e solo in seconda battuta in unità monetarie locali. In forma sintetica: $C \text{ totale} = [(V_c \times R_c) + (V_b \times R_b) + (V_e \times R_e)] + [V_q \times \text{coefficiente di trasporto}]$, dove V_e rappresenta eventuali famiglie speciali e V_q il volume realmente movimentato. Questo consente di controllare separatamente la variabile tecnica e la variabile geografica, che nei cantieri antichi sono spesso più importanti del semplice volume finale visibile.

⁷³¹ Martin 1987, pp. 536–538; Abrams 1994, p. 44; Bessac 2007, p. 136, cit. in Brysbaert 2015, p. 94; De Haan 2009, p. 3, cit. in Brysbaert 2015, p. 94.

2.5.A.12. Un confronto tra beni e servizi nel mondo greco

È importante poter comprendere in maniera quanto più ampia e versatile i costi finora enucleati per il cantiere, siano essi relativi al materiale, a un elemento finito, a una commessa, a una lavorazione, a una retribuzione, a un appalto. In quest'ottica, sono stati messi a confronto, in un compendio che vuole rendersi utile al lettore, una serie di beni e servizi ritenuti significativi e delle categorie più comuni, per avere un'idea, relativamente a una determinata area geografica e a un determinato momento storico, del valore equivalente delle cifre analizzate

Tabella comparativa dei prezzi di beni e servizi del mondo greco

Bene o operazione	Prezzo attestato	Eq. dr.	Luogo	Data	Fonte
Oxis (forma vascolare)	1-1.2 chalkous	0,0104	Attica	V-IV sec. a.C.	Monaco 2019, pp. 102-103.
Mattone crudo al pezzo (vendita o trasporto o smantellamento)	1 tetartemorion	0,0417	Eleusi	329/8 a.C.	IG II ² 1672.56-57
Impermeabilizzazione con pece del tetto del tempio di Asclepio (al m ²)	1 tetartemorion	0,0417	Epidauro	329/8 a.C.	IG IV ² 102 B2.238-239
Olive (una <i>choinix</i> , ovvero una razione giornaliera)	2 <i>chalkoi</i>	0,0417	Atene	IV sec.	Plut. Mor. 470F
Incenso	1 obolo	0,1667	Atene	IV sec. ca.	Antiph. fr. 204 K.-A.
Tegola fabbricata in loco	1 obolo	0,1667	Epidauro (Kynortion)	343-300 a.C.	IG IV ² 109 II.148-149
Vino comune	1 obolo per 3 cotili	0,1667	Atene	V-IV sec.	Kelly-Blazebay 2008; Immerwahr 1948; Nisbet 1948
Trasporto via mare di una coppia di tegole (da Syros a Delo)	1 obolo e 1 tetartemorion a coppia	0,2083	Delo	290-282 a.C.	IG XI.2 156 A.76
Dipintura dei <i>kymatia</i> del Pythion	1 obolo e mezzo per piede	0,25	Delo	III sec. a.C.	IG XI.2
Coppia di tegole per casa privata (<i>naokoreion</i>)	3 oboli circa	0,5	Epidauro	IV sec. a.C.	IG IV ² 109 I.141-143
Miele	3 oboli a <i>kotyle</i>	0,5	Atene	IV sec.	IG II ² 1356, 2-3
Produzione di tegole per portico privato	3 oboli a unità	0,5	Delo	207 a.C.	IG XI.2 366 A.21-23
Setacciatura di ciottoli o tessere irregolari per un mosaico	2 trioboli	0,5	Egitto (archivio di Zenone)	III sec. a.C.	P.Cair.Zen. inv. 59665
Tegola singola	3 oboli	0,5	Delo	208 a.C.	De Domenico 2019, p. 43 (sintesi dai conti delii)
<i>Askos</i> o <i>stamnos</i> o <i>cratere a campana</i>	4-5 oboli ca.	0,6667	Attica	metà V sec. a.C.	Monaco 2019, pp. 101-102
Coppia di tegole per abitazioni private	4 oboli	0,6667	Atene	IV sec. a.C.	IG II ² 1672.188
Quattro coppie di tegole	4 oboli	0,6667	Delo	246 a.C.	ID 290.161 e 165
Copertura del tempio di Asclepio (al m ²)	5 oboli	0,8333	Epidauro	IV sec. a.C.	IG IV ² 102 A1.48-49; calcolo da De Domenico 2019, p. 46
Trasporto via terra di tegole (da Corinto a Eleusi)	5 oboli ogni unità	0,8333	Eleusi	328 a.C.	IG II ² 1672 B.72-73

Bene o operazione	Prezzo attestato	Eq. dr.	Luogo	Data	Fonte
Cesto per essiccare mattoni (ciascuno)	1 dracma	1	Grecia	età classica	Vitruvio, De architectura
Coppia di tegole	1 dracma	1	Delo	208 a.C.	De Domenico 2019, p. 43 (sintesi dai conti delii)
Tavoletta imbiancata (<i>leukoma</i>)	1 dracma	1	Trezene	IV sec. a.C.	IG IV 823.49
Fornitura di terra e ghiaia per mosaici	1 dracma per pagamento	1	Egitto (archivio di Zenone)	III sec. a.C.	P.Cair.Zen. inv. 59665
<i>Hydria</i> figurata (fascia popolare)	1 dracma	1	Attica	V-IV sec. a.C.	Monaco 2019, pp. 101-102 (sintesi da graffiti commerciali su <i>hydriai</i>)
Paga complessiva stimata per tetto del tempio di Asclepio (al m²)	1 dracma e 1 tetartemorion	1,04	Epidauro	IV sec. a.C.	IG IV² 102 A1.48-49; IG IV² 102 B2.238-239; calcolo da De Domenico 2019, pp. 46-47
Tegola per santuario di Demetra e Kore	1 dracma e 1 obolo	1,17	Eleusi o Atene	IV sec. a.C.	IG IP² 1672
Vaso del Pittore di Berlino	7 oboli	1,17	Attica	V sec. a.C.	Louvre CA 2981, graffito commerciale
Coppia di tegole a Delo	1 dracma e 2 oboli	1,33	Delo	303 a.C.	IG XI.2 144 A.62-80
Foglio di papiro	1 dracma e 2 oboli	1,33	Atene (Eretteo)	V sec. a.C.	IG I³ 476.289-291
Coppia di tegole	1 dracma e 2 oboli	1,33	Delo	207 a.C.	IG XI.2 366 A.21-23
Sacco di paglia	1 dracma e 2 oboli	1,33	Grecia	IV sec. a.C.	IG IP² 1672 B.58-59 e 73-74
Coppia di tegole per Asklepieion, Dioskourion, Herakleion, tempio di Demetra	1 dracma e 2 oboli	1,33	Delo	304 a.C.	IG XI.2 144 A.62-80
Paga per setacciare la sabbia	1 dracma e 1 triobolo	1,5	Egitto	III sec. a.C.	P.Cair.Zen. inv. 59665
Tavoletta imbiancata	1 dracma e 3 oboli	1,5	Delo	prima metà III sec. a.C.	IG XI.2 153.12
Tegola corinzia di buona manifattura	1 dracma e 3 oboli	1,5	Delo	IV sec. a.C.	Billot 2000, 214-215
Foglio di papiro	1 dracma e 4 oboli	1,67	Delo	250 a.C.	IG XI.2 287.50, 52
<i>Peteuron</i>	1 dracma e 4 oboli	1,67	Delo	200 a.C.	ID 372.116
Sbiancatura di tavolette	1 dracma e 4 oboli	1,67	Delo	III sec. a.C.	IG XI.2 287.81
Statere a colonnette del Gruppo di Polignoto	1 dracma e 4 oboli	1,67	Attica	V sec. a.C.	Brunswick, Maine 1379, graffito commerciale
Fichi (al <i>medimnos</i>)	2 dracme	2	Atene	IV sec.	Stob. 3.1.98
Statua di culto processionale: collocazione e verniciatura	2 dracme	2	Delo	304 a.C.	IG XI,2 144.33-36
Tavoletta scrittoria	2 dracme	2	Delo	265 a.C.	IG XI.2 219.38
Tavolette scrittorie	2 dracme ca.	2	Atene (Eretteo)	V sec. a.C.	IG I³ 476.289; 477.1
Coppia di tegole corinzie per la copertura provvisoria del Tempio di Apollo	2 dracme la coppia	2	Delfi	337 a.C.	CID II 56 IA.30-44

Bene o operazione	Prezzo attestato	Eq. dr.	Luogo	Data	Fonte
<i>Peteuron</i>	2 dracme e 3 oboli	2,5	Delo	302 a.C.	IG XI.2 145.44
Foglio di papiro	2 dracme e 4 oboli	2,67	Atene (Eretteo)	408/7 a.C.	IG I ³ 476.289-291
<i>Kylix</i> decorata (fascia alta)	18 oboli	3	Attica	V sec. a.C.	Monaco 2019, pp. 101–103
Coppia di tegole per l'Epidoteion	3 dracme	3	Epidauro	335–325 a.C.	IG IV ² 108.147-148
Deltos, fascia normale	3–4 dracme	3	Delo	III sec. a.C.	IG XI.2 148.70; 154.46; 287.197
<i>Hydria</i> lavorata a mano di qualità superiore	3 dracme circa	3	Attica	IV sec. a.C.	Monaco 2019, pp. 101–102
Imbiancatura di un <i>pinax</i> scrittori su entrambe le facce	3 dracme	3	Delo	279 a.C.	IG XI.2 161.75-76
Olio (a <i>chous</i>)	3 dracme	3	Atene	IV sec.	Arist. Oec. 1347a33
Orzo (a <i>medimnos</i>)	3 dracme	3	Eleusi	IV sec.	IG II ² 1672, 283
Sbiancamento di tavolette scritte per contratti e rendiconti	3 dracme	3	Delo	279 a.C.	IG XI.2 161.113-114
Paramento in mattoni attorno all'omphalos (salario a prestazione)	3 dracme e 1 obolo	3,17	Delfi	341/0 a.C.	CID II 49 A.8-11
Due tavolette scritte	3 dracme e 2 oboli	3,33	Delo	III sec. a.C.	IG XI.2 287.81
Foglio di papiro	3 dracme e 3 oboli	3,5	Atene (Eretteo)	405/4 a.C.	IG I ³ 477.1
<i>Stock</i> ceramico K/P: 3 <i>stamnoi</i>	3 dracme e 3 oboli	3,5	<i>Napoli / produzione attica per Occidente</i>	420–410 a.C.	Napoli MANN 151600, graffito K/P
Deltos per rendicontazione	3 dracme e 4 oboli e mezzo	3,75	Delo	296 a.C.	IG XI.2 154.46
Due fogli di papiro	4 dracme	4	Delo	278 a.C.	IG XI.2 161.112
Due fogli di papiro	4 dracme	4	Delo	268 a.C.	IG XI.2 204.60
Riscrittura su deltos del contenuto di una stele	4 dracme	4	Delo	250 a.C.	IG XI.2 287.197
Tassa sul commercio di 175 coppie di tegole	4 dracme e 4 oboli	4,67	Delo	279 a.C.	IG XI.2 161 A.1.73-74
<i>Pinax</i> colorato	tra 5 e 10 dracme	5	Grecia	età classica	IG I ³ 427.58-62 (Stele VII)
Esecuzione statua processionale	5 dracme	5	Delo	279 a.C.	IG XI.2 161.89-91
Grano o farina (a <i>medimnos</i>)	5 dracme	5	Atene	IV sec.	Dem. 34.39
Orzo (a <i>medimnos</i>)	5 dracme	5	Atene	IV sec.	IG II ² 408, 13–14
Pittore della statua processionale	5 dracme	5	Delo	279 a.C.	IG XI.2 161.89-91
Sostituzione di 45 tegole (palestra)	5 dracme	5	Delo	250 a.C.	IG XI.2 287 A.111-113
Fornitura statua di culto processionale	5 dracme	5	Delo	304 a.C.	IG XI.2 144.33-36
Tavolette (numero perduto)	5 dracme ciascuna	5	Eleusi	408/7 a.C.	IG I ³ 386.168-169
Tre fogli di papiro	5 dracme	5	Delo	273 a.C.	IG XI.2 199.22
Lavorazione statua di culto processionale	6 dracme	6	Delo	304 a.C.	IG XI.2 144.33-36
100 mattoni crudi	6 dracme e 3 oboli circa	6,5	Grecia	età classica	Frank 1938, 938.

Bene o operazione	Prezzo attestato	Eq. dr.	Luogo	Data	Fonte
<i>Pinax</i> piccolo	6 dracme e 4 oboli	6,67	Grecia	età classica	IG I ³ 427.58-62 (Stele VII)
Tunica (esomide)	7 dracme e 3 oboli	7,5	Eleusi	IV sec.	IG II ² 1673, 45
Ornamentazione della statua processionale	7 dracme e 4 oboli	7,67	Delo	279 a.C.	IG XI,2 161.89-91
Un paio di carpe	8 dracme	8	Atene	IV sec.	Ar. Plut. 983
Vendita, incollatura e sbiancatura di <i>leukomata</i>	8 dracme	8	Delo	261 a.C.	IG XI.2 161.57
Deltos (fascia alta)	10–16 dracme	10	Delo	III sec. a.C.	ID 290.137; IG XI.2 147.14
Pittura di 40 piedi di <i>kymatia</i>	10 dracme	10	Delo	III sec. a.C.	IG XI,2
Tunica (esomide)	10 dracme	10	Atene	IV sec.	Plut. Mor. 470F
Lavoratori della calce per mosaico	10 dracme	10	Egitto	III sec. a.C.	P.Cair.Zen. inv. 59665
Lavoro giornaliero per un mosaico	10 dracme	10	Egitto	III sec. a.C.	P.Cair.Zen. inv. 59665
<i>Panadosis</i> (materiale e scrittura)	10 dracme	10	Delo	prima metà II sec. a.C.	ID 459.60
Tavoletta in legno di cipresso	10 dracme	10	Delo	200 a.C.	ID 372.116
Cinque fogli di papiro	10 dracme e 5 oboli	10,83	Delo	269 a.C.	IG XI.2 203.55
Capra	12 dracme	12	Atene	IV sec.	IG II ² 1358, 26
Disegno del <i>Propylon</i> su <i>pinax</i>	12 dracme	12	Delo	279 a.C.	IG XI.2 161.75-76
Pittura statua di culto processionale	12 dracme	12	Delo	304 a.C.	IG XI,2 144.33-36
Vino (a <i>meteres</i>)	12 dracme	12	Atene	IV sec.	Dem. 42.20
100 mattoni di 1 piede quadro (tetradora)	12-15 dracme	12-15	Atene	306 a.C.	IG II² 167
Scrittura su tavoletta di cipresso	15 dracme	15	Delo	200 a.C.	ID 372.116
Agnello	16 dracme	16	Atene	V sec.	Lys. 32.21
Mantello	16 dracme	16	Atene	IV sec.	Ar. Eccl. 413
Mantello	18 dracme e 3 oboli	18,5	Eleusi	IV sec.	IG II ² 1672, 102–103
Capo di lana	20 dracme	20	Atene	V sec.	Eupolis fr. 270 K.-A.
Costo stimato per un conio	20 dracme ca.	20	Atene	V sec. a.C. (stima)	Pope 2019, p. 140
Intonacatura di tegole per una sala	20 dracme	20	Epidauro	inizi III sec. a.C.	IG IV² 109 III.51-62
Tavola lignea per statua processionale	24 dracme	24	Delo	279 a.C.	IG XI,2 161.89-91
Riparazione del tetto di templi, <i>oikoi</i> e ginnasio	25 dracme e 4 oboli	25,67	Delo	250 a.C.	IG XI.2 287 A.111-113
<i>Pinax</i> ligneo del proscenio	30 dracme	30	Delo, teatro	282 a.C.	IG XI,2 158 A, 67-69
1000 mattoni crudi	36 dracme	36	Eleusi	329/8 a.C.	IG II² 1672.56-57
Bue	50 dracme	50	Atene	V–IV sec.	IG I ³ 375, 7
Rivestimento di pece del tetto del Tempio di Asclepio	60 dracme, 5 oboli e 1 emiobolo	60,625	Epidauro	prima metà IV sec. a.C.	IG IV² 102 B2.238-239

Bene o operazione	Prezzo attestato	Eq. dr.	Luogo	Data	Fonte
Procedura completa di preparazione di una stele	62 dracme	62	Eleusi	408/7 a.C.	IG I ³ 386.165-167
Pittura a encausto delle porte del tempio di Apollo	69 dracme	69	Delo	III sec. a.C.	IG XI,2
Bue	70 dracme	70	Atene	V–IV sec.	IG II ² 1635, 35–36
Vino (a <i>metretes</i>)	100 dracme	100	Atene	IV sec.	Plut. Mor. 470F
Scrittura di una stele	120 dracme	120	Delo	250 a.C.	IG XI.2 287.197
Decorazione delle corna degli animali	125 dracme (almeno)	125	Delo	377/6–375/4 a.C.	ID 98.31-40 (= RO 28)
Un <i>pinax</i> dipinto (escluso legno)	130 dracme ca.	130	Delo, teatro	282 a.C.	Di Cesare 2019, p. 84 (calcolo da IG XI,2 158 A, 67-69; cfr. Fraisse-Moretti 2007, 163-164)
Grande stele di circa 30.000 caratteri	135 dracme	135	Delo	279 a.C.	IG XI.2 161.117-119
Pittura di 2 pinakes del proscenio, (compenso a persona)	200 dracme	200	Delo, teatro	282 a.C.	IG XI,2 158 A, 67-69
Trasporto di 9000 mattoni crudi al Telesterion	225 dracme	225	Eleusi	329/8 a.C.	IG II ² 1672 B.58-59 e 73-74
Costo totale per 14 sale	280 dracme	280	Epidauro	inizi III sec. a.C.	IG IV ² 109 III.51-62
23.600 mattoni (13 dr. per 1000 plinthoi)	306 dr. e 3 oboli	306,5	Atene	394/3	IG II ² 1658
9000 mattoni crudi di tre semi-piedi	360 dracme	360	Eleusi	329/8 a.C.	IG II ² 1672.56-57
1450 coppie di tegole	412 dr. e 2 oboli	412,33	Delo	207 a.C.	IG XI.2 366 A.21-23
Saldo per pittura di scena	500 dracme	500	Delo, teatro	274 a.C.	IG XI,2 199 A.96-99
Rimozione di 14.000 mattoni crudi	504 dracme	504	Eleusi	329/8 a.C.	IG II ² 1672.56-57
Lotto di 2600 coppie di tegole: decima trattenuta	520 dracme	520	Delfi	337 a.C.	CID II 56 IA.30-44
Arredo di una casa	650 dracme	650	Atene	V sec.	Pritchett e Pippin, The Attic Stelai, II, 211–12
Mura (tratto di 55 m)	790 dr.	790	Atene	394/3	IG II² 1657
40 <i>pecheis</i> di mura e una volta a botte	893 dr.	893	Teo	III–II sec.	Maier 1959, no. 62
Restauro della fontana di Anfiarao	900 dr.	900	Oropos	369/8	Petrakos 1997, no. 290
Primo versamento per 1500 coppie di tegole	916 dr. e 6 oboli	917	Delo	207 a.C.	IG XI.2 366 A.21-23
Corona d'oro per Asclepiade	1000 dracme	1.000	Bisanzio / Atene	307/6 a.C.	Leone 2019, pp. 67–68
Prima tranche per pittura di scena	1000 dracme	1.000	Delo, teatro	274 a.C.	IG XI,2 199 A.96-99
Seconda tranche per pittura di scena	1000 dracme	1.000	Delo, teatro	274 a.C.	IG XI,2 199 A.96-99
Cavallo	1200 dracme	1200	Atene	V sec.	Ar. Nub. 1224
Compenso individuale per un pittore della scena	1250 dracme	1.250	Delo, teatro	274 a.C.	IG XI,2 199 A.96-99
Somma trattenuta e riutilizzata per completamento copertura	1260 dracme	1.260	Delo	274 a.C.	IG XI.2 199 A.104-107
Appalto tegole per impianto termale, palestra, sale e portici	1350 dracme	1.350	Delo	274 a.C.	IG XI.2 199 A.104-107
Torre	1686 dracme	1686	Eleusi	329/8	IG II² 1682, 1–78
Dipinto di Aristide commissionato da Mnason	17 mine	1.700	Mondo greco	III–II sec. a.C.	Plin. nat. 35.100 e 7.24

Bene o operazione	Prezzo attestato	Eq. dr.	Luogo	Data	Fonte
Singola statua bronzea (costo medio)	1800 dracme ca.	1.800	Delo	inizi II sec. a.C.	Leone 2019, pp. 67–68 (calcolo da IG XI,4)
1500 coppie di tegole	1862 dr. e 2 oboli	1862,33	Delo	207 a.C.	IG XI.2 366 A.21-23
Trasportatori di pietre (Partenone)	1926 dr. e 2 ob.	1926,333	Atene	434/3	IG F° 449, 398–400
Statua bronzea a grandezza naturale (costo medio)	2000–3000 dracme	2.000	Mondo greco	IV–II sec. a.C.	Leone 2019, pp. 67–68
50 <i>pecheis</i> di mura	2200 dr.	2200	Teo	III–II sec.	Maier 1959, no. 63
Pittura di scena e parasceni (compenso complessivo)	2500 dracme	2.500	Delo, teatro	274 a.C.	IG XI,2 199 A.96-99
Tripodi e corona d'oro per Apollo	2500–3000 dracme	2.500	Delo	377/6–375/4 a.C.	ID 98.31-40 (= RO 28)
<i>Eikon</i> bronzea di Asclepiade di Bisanzio	3000 dracme	3.000	Bisanzio / Atene	307/6 a.C.	Leone 2019, pp. 67–68
Quattro statue	3000-4000 dracme	3.000	Delo	inizi II sec. a.C.	Leone 2019, pp. 67–68 (da IG XI,4)
Investimento di guerra promesso da Eudemo di Platea	4000 dracme	4000	Atene	330/29	IG II³ 352
Statua bronzea e corona d'oro	4000 dracme	4.000	Alicarnasso	prima metà IV sec. a.C.	Leone 2019, pp. 67–68
40 <i>pecheis</i> di mura	5010 dr.	5010	Teo	III–II sec.	Maier 1959, no. 64
2600 coppie di tegole	5200 dracme	5.200	Delfi	337 a.C.	CID II 56 IA.30-44
Accesso alla scuola di Panfilo	1 talento	6.000	Sicione	IV sec. a.C.	Plin. nat. 35.76
Mura	300 darici	≈6000†	Megalopoli	207	Maier 1959, no. 34
Torre	7000 dracme	7000	Thasos	I sec.	Maier 1959, no. 56
154 bovini da sacrificio	8419 dracme	8419	Delo	377/6–375/4 a.C.	ID 98.31-40 (= RO 28)
Torre	440 stateri ciziceni	≈12320†	Cizico	IV–III sec.	Maier 1959, no. 5
Trasporto e alloggiamento dei <i>theoroi</i>	13.000 dracme	13000	Delo	377/6–375/4 a.C.	ID 98.31-40 (= RO 28)
Sculptori delle statue frontonali (Partenone)	16.392 dracme	16392	Atene	434/3	IG F° 449, 401–402
Mura (donazione di Demostene)	3 Talenti	18000	Atene	337	Plut. Mor. 851A
Finanziamento al sistema scolastico di Attalo II	3 T	18000	Delfi	II sec. a.C.	Syll. ³ 672
Spese annue del santuario di Delo	4 T	24.000	Delo	IV–III sec. a.C.	Berti 2019, p. 132 (calcolo medio da ID 98.56 = RO 28)
<i>Epidoteion</i>	5 T	30000	Epidauro	IV sec.	IG IV²,1 108
Finanziamento al sistema scolastico di Polythrous (stipendi per i diversi insegnamenti)	5 T e 4.000 dr.	34000	Teo	età ellenistica	Syll. ³ 578
Tempio di Zeus Polieus	6–200 T	36000–1200000	Agrigento	VI sec.	Polyaen. 5.1.1
Porta urbica e mura	10 T	60000	Melitea	209–189	Maier 1959, no. 31
Teatro	10 T	60000	Epidauro	IV sec.	Burford 1969, p. 83
Finanziamento al sistema scolastico di Eudemos per l'educazione dei figli liberi	10 T	60000	Mileto	età ellenistica	Syll. ³ 577
Asklepicion	23 T	138000	Epidauro	IV sec.	IG IV²,1 102

Bene o operazione	Prezzo attestato	Eq. dr.	Luogo	Data	Fonte
Decorazione del palazzo di Archelao	400 mine	240.000	Macedonia	413–399 a.C.	Ael. VH 14.77
Parthenos (oro)	40–50 T oro	240000–300000*	Atene	447/6(?)–438	Thuc. 2.13.5; Philoch. FGrHist 328 F121; Diod. 12.39
Tempio del santuario del Sele	48 T	288.000	Poseidonia	fine VI–inizi V sec. a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
Quadro di Protogene acquistato da Apelle	50 talenti	300.000	Grecia	IV sec. a.C.	Plin. nat. 35.88
Mur à gradins dell'acropoli	50–60 T circa	300.000	Selinunte	ca. 530–520 a.C.	Martin 1987, p. 537 (stima)
Tempio della Concordia	54 T (+4 T per pavimentazione)	324.000	Agrigento	V sec. a.C.	Martin 1987, p. 536
Scudo d'oro consacrato nel tempio G	60 T	360.000	Selinunte	seconda metà V sec. a.C.	Martin 1987, p. 540 (da iscrizione del tempio G)
Tempio di Atena	60 T	360.000	Poseidonia	fine VI sec. a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
Tempio di Hera Lacinia	78 T	468.000	Agrigento	V sec. a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
Tempio di Atena Areia, statua e dipinti	80 T	480000	Platea	post 480	Plut. Arist. 20.3
Tempio di Hera I (Basilica)	84 T	504.000	Poseidonia	540 ca a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
Mura	100 T	600000	Argo	III sec.	Maier 1959, no. 33
Quadro di Aristide acquistato da Attalo II	100 talenti	600.000	Pergamo	II sec. a.C.	Plin. nat. 35.100 e 7.24
Tempio F	123 T	738.000	Selinunte	VI sec. a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
Tempio D	165 T	990.000	Selinunte	VI sec. a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
Tempio C	183 T	1.098.000	Selinunte	ca. 560 a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
Fortificazioni	500 / 300 / 200 T	1200000–3000000	Siracusa (Epipoli)	401	Tréziny 2001; McCamp II 2000; Typaldou-Fakiris 2004
Tempio di Eracle	216 T	1.296.000	Agrigento	ca. 500 a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
Tempio E	227 T	1.362.000	Selinunte	ca. 470–460 a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
Tempio di Hera II	228 T	1.368.000	Poseidonia	ca. 460–450 a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
Finanziamento scolastico rodio (capitale in grano)	280.000 medimni (= 233⅔ T)	1402000	Rodi	ca. 120 a.C.	Polyb. 31.31.1–3; Bresson 2015
Santuario di Asclepio	290–240 T	1440000–1740000	Epidauro	IV sec.	Burford 1969, p. 83
Tempio di Apollo	300 T	1800000	Delfi	post 548	Hdt. 2.180.3
Partenone (furniture di marmo)	500 T	3000000	Atene	447/6(?)–438	Stranier
Mura di Atene	500 T	3000000	Atene	IV sec.	Tréziny 2001
Tempio di Apollo	530 T	3180000	Delfi	IV sec.	Bourguet 1905, p. 105

Bene o operazione	Prezzo attestato	Eq. dr.	Luogo	Data	Fonte
Tempio G	570 T	3420000	Selinunte	ca 560–470/460 a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
<i>Neosoikoi</i>	1000 T	6000000	Atene	V sec.	Isoc. Areopag. 7.6
Parthenos (spesa complessiva)	c. 1000 T	6000000	Atene	447/6(?)–438	IG I ³ 460
Olympieion	1512 T	9.072.000	Agrigento	V sec. a.C.	Martin 1987, pp. 535–536
Acropoli	1600–2000 T	9600000–12000000	Atene	447/6–443/2	Stanier 1953, pp. 68–76; Burford 1969, p. 82 n. 2
Acropoli	Migliaia di talenti (?)	≥12000000	Atene	V sec.	Plut. Per. 12.1
Propilei	2012 T	12072000	Atene	437/6–433/2	Philoch. FGrHist 328 F36
Acropoli e assedio a Potidea	3700 T	22200000	Atene	V sec.	Thuc. 2.13
Acropoli e assedio a Potidea	4000 T	24000000	Atene	V sec.	Diod. 12.40.2
Nota: Quando il valore è frutto di stima o calcolo moderno, la colonna “fonte” riporta il riferimento moderno essenziale. Per i talenti d’oro, gli stateri ciziceni e i darici l’equivalente in dracme è convenzionale. In giallo, i valori riferiti all’architettura; in verde, alle lavorazioni artistiche; in arancione, alla statuaria; in celeste, ai supporti scrittori; in rosa, alle forme vascolari; in viola, a beni e servizi.					

3. L'architettura monumentale come fossile energetico. I motivi di una scelta metodologica.

Il tema della monumentalità, richiamato intrinsecamente dalla locuzione “grandi fabbriche templari” presente nel titolo di questa dissertazione, rappresenta uno dei più pervasivi e al contempo problematici concetti nell'archeologia delle società antiche. Tradizionalmente, il termine è impiegato per descrivere edifici di grande scala o visibilità, interpretati come manifestazioni materiali del potere politico, religioso o ideologico delle élite. Tuttavia, nella maggior parte dei casi, ciò che solitamente viene definito “monumentale” è spesso identificato su base intuitiva o estetica, piuttosto che secondo parametri misurabili e replicabili, o perfino emozionale⁷³²: anche per le fonti antiche, si pensi alla frequenza con cui l'aggettivo μέγας, riferito ad edifici, ricorre nei testi, per esempio, erodotei⁷³³. L'archeologia ha ereditato, da questo punto di vista, una tradizione descrittiva che tende a enfatizzare la grandiosità dell'opera architettonica, trascurandone talvolta, o portandone in secondo piano, i presupposti materiali e organizzativi.

In questo senso, le riflessioni dell'antropologia e della sociologia possono offrire un supporto notevole per interpretare i fenomeni sociali legati all'organizzazione dei cantieri antichi, in particolare quelli di cui non si conservano documenti scritti. Per esempio, il fatto che le organizzazioni edili (*construction organizations*) abbiano una probabilità relativamente maggiore di essere strutturate su un impianto burocratico rispetto alle organizzazioni che svolgono altri processi⁷³⁴ può avvalorare l'ipotesi dell'esistenza di un apparato burocratico anche in contesti dove le fonti tacciono, come quelli edilizi templari di età arcaica in Magna Grecia.

Ancora più interessante appare l'icastica identificazione, formulata dall'antropologa Barbara J. Price, dell'architettura monumentale come “fossile” di una grande quantità di energia, rimossa dalla circolazione generale all'interno di una società non egitaria e reinvestita in una forma materiale permanente, in cui è presente, cristallizzata e indagabile anch'essa, l'organizzazione sociale, ovvero la suddivisione dei compiti del cantiere complessivamente inteso, che esplicita il processo di investimento di tale energia⁷³⁵.

⁷³² Marginesu 2015b, pp. 30-31.

⁷³³ Powell 1938 s.v. *megas*. L'aggettivo ricorre in Erodoto 16 volte.

⁷³⁴ Udy 1959, p. 37.

⁷³⁵ Price 1978, p. 165. “*Stronger evidence of social, political, and economic processes can be derived from other kinds of material evidence such as architecture, assuming that it is its scale or mass rather than its style that is emphasized. Anything made by man represents the transformation of energy into matter, energy produced by and*

Il paradigma del materialismo culturale elaborato da Price fornisce una base teorica particolarmente solida, poiché assume come criterio ordinatore dell'analisi il costo energetico degli edifici: poiché l'architettura viene definita come la forma di espressione materiale più dispendiosa in termini di energia, lavoro e organizzazione - più della ceramica e della scultura - proprio per questo è quella che può risultare potenzialmente la più adatta a fornire informazioni sullo stato del sistema sociale⁷³⁶.

Secondo Price, la convertibilità teorica di materia ed energia implica che ogni edificio monumentale debba essere considerato, in prima istanza, come energia socialmente mobilitata e convertita in forma costruita, piuttosto che come semplice supporto di significati ideologici⁷³⁷. Ne deriva che la comparsa e la diffusione di cantieri templari nelle colonie achee arcaiche non possono essere pienamente comprese senza fare riferimento alla capacità di tali comunità di produrre e controllare un surplus agricolo sufficientemente regolare, reso possibile dall'intensiva riorganizzazione del territorio coloniale. In assenza di surplus, osserva Price, le società tendono a non sviluppare architettura civica significativa né spazi pubblici elaborati, confermando che la monumentalità non costituisce un'opzione culturale discrezionale, ma una funzione sistemica direttamente dipendente dalla capacità energetica del sistema⁷³⁸. In questo senso, un tempio arcaico non è soltanto un indicatore passivo di complessità emergente, ma uno degli strumenti attraverso cui tale complessità viene prodotta e stabilizzata.

Un punto centrale dell'argomentazione di Price, di particolare rilevanza per lo studio dei cantieri templari, è l'interpretazione dell'architettura pubblica come meccanismo di spesa del surplus. La costruzione monumentale assorbe eccedenze energetiche che, se lasciate circolare senza controllo nel ciclo produttivo ed economico, potrebbero agire come fattori destabilizzanti, innescando retroazioni negative sull'intensificazione produttiva, sull'inflazione e sull'equilibrio demografico⁷³⁹. In questa prospettiva, il cantiere templare assume una funzione attiva nella regolazione del sistema, operando come dispositivo di immobilizzazione del surplus e

circulated in a human community. The transformation to some extent removes that amount of energy from general circulation by "spending" it, transmuting it into permanent material form. A pot fossilizes in this fashion a relatively minute quantity of energy; a building, proportional to its size, considerably more. The criterion of relative scale is thus the material isomorph of the capital and labor required for the energy transformation in manufacture or construction; like the energy-flow criterion itself, it is potentially universal in application. Monumental architecture - a diagnostic of nonegalitarian society - is a large chunk of fossilized energy permanently removed from general circulation. Concomitantly fossilized is the flow chart, or social organization - the division of labor of planners, architects, overseers, laborers, financiers, materials, suppliers, judiciary, etc. - representing the process of energy investment. "A building", if appropriately analyzed, is thus theoretically capable of providing information on a fairly wide range of problems."

⁷³⁶ Price 1982, pp. 728-729.

⁷³⁷ Price 1982, pp. 731-732.

⁷³⁸ Price 1982, p. 731.

⁷³⁹ Price 1982, p. 732.

trasformandolo in capitale simbolico e politico durevole. Tale modello risulta particolarmente pertinente nei contesti coloniali achei, caratterizzati da una rapida crescita economica e dalla necessità di istituzionalizzare forme di autorità in società di recente formazione, prive di gerarchie tradizionali consolidate.

Questo approccio trova una significativa integrazione e, per certi aspetti, un rafforzamento nella lettura proposta da Bruce Trigger, che affronta la monumentalità architettonica da una prospettiva termodinamica esplicitamente orientata al rapporto tra energia, lavoro e potere. Trigger definisce l'architettura monumentale come quella forma costruita che eccede sistematicamente le esigenze funzionali immediate, configurandosi come consumo ostentativo (*conspicuous consumption*) di energia, e in particolare di lavoro umano⁷⁴⁰. In questa chiave, un tempio monumentale non è soltanto il risultato di una capacità produttiva eccedente, ma uno strumento intenzionale di rappresentazione del potere, in grado di rendere visibile e socialmente intelligibile il controllo esercitato da gruppi dirigenti sulla forza lavoro e sulle risorse collettive. Trigger sottolinea come la partecipazione ai cantieri monumentali, anche quando mediata da pratiche rituali o presentata come dovere civico, contribuisca a naturalizzare le asimmetrie di potere, trasformando l'esperienza ripetuta del lavoro oneroso in una forma di disciplina sociale⁷⁴¹.

Rispetto a Price, Trigger accentua maggiormente la dimensione comunicativa e performativa della spesa energetica, evidenziando come il significato politico dell'architettura monumentale non risieda primariamente nel simbolismo iconografico, ma nella percezione diretta del costo, dello spreco e della durevolezza del manufatto⁷⁴². Applicata ai cantieri templari arcaici della Magna Grecia, questa prospettiva consente di interpretare la monumentalità come pratica deliberatamente visibile, rivolta tanto all'interno della comunità coloniale quanto verso l'esterno, sia nei confronti di altre *poleis* sia delle popolazioni indigene. La scala del tempio, la scelta dei materiali lapidei, la collocazione topografica dominante e la durata stessa del cantiere concorrono a trasformare l'edificio sacro in un segnale permanente di potenza, in cui l'energia spesa diviene essa stessa messaggio politico.

Il confronto con altri modelli teorici contribuisce a chiarire ulteriormente la portata dell'approccio energetico. La teoria dell'interazione paritaria (*peer polity interaction*) di Colin Renfrew e John Cherry, per esempio, pur offrendo un quadro utile per comprendere le dinamiche

⁷⁴⁰ Trigger 1990, pp. 125–126.

⁷⁴¹ Trigger 1990, p. 125.

⁷⁴² Trigger 1990, p. 132.

competitive orizzontali tra comunità coloniali, tende a trattare la monumentalità come esito relazionale della competizione piuttosto che come processo energetico interno al sistema⁷⁴³: essa spiega il “perché ora” della monumentalizzazione, ma meno efficacemente il “come” e il “a quale costo”. Analogamente, il modello della “materializzazione dell’ideologia” proposto da DeMarrais, Castillo ed Earle riconosce correttamente il ruolo dei monumenti come strumenti di legittimazione politica⁷⁴⁴, ma rischia di relegare in secondo piano l’analisi quantitativa dei costi energetici, che costituiscono invece, per Price e Trigger, la chiave primaria di accesso al fenomeno.

In questo senso, l’integrazione tra il materialismo culturale di Price e l’approccio termodinamico di Trigger fornisce il fondamento teorico più coerente per l’adozione di un metodo di energetica architettonica applicato ai cantieri templari arcaici. Tale metodo consente di trattare il tempio non come oggetto simbolico isolato, ma come processo costruttivo misurabile, nel quale il volume di lavoro, la scelta dei materiali, l’organizzazione del cantiere e la durata dell’impresa diventano variabili analitiche attraverso cui ricostruire le modalità di produzione, controllo e rappresentazione del potere nelle colonie achee della Magna Grecia.

Uno dei maggiori limiti della categoria di monumentalità consiste nel suo uso - per così dire - tautologico e autoriferito: un edificio è detto monumentale perché “grande”, “complesso” o “duraturo”, ma tali qualità non appaiono essere regolarmente contestualizzate rispetto al tessuto edilizio circostante, né quantificate in termini di investimento produttivo⁷⁴⁵. Nonostante gli approcci teorici finora descritti, la monumentalità viene spesso ancora trattata come una proprietà intrinseca degli edifici, piuttosto che come un fenomeno relazionale, derivante da uno sforzo collettivo differenziato e spesso di impostazione gerarchica.

3.1. L’energetica architettonica. Un’introduzione.

È proprio in questa direzione che si muove il metodo quantitativo dell’energetica architettonica (termine mutuato dall’inglese *architectural energetic*), che consente di stimare il tempo complessivo necessario alla realizzazione di un progetto edilizio, attraverso il calcolo del lavoro umano investito nella sua esecuzione. Tale calcolo si basa sull’interazione tra due variabili fondamentali: da un lato, la misurazione diretta del volume totale di ciascun materiale costitutivo delle varie componenti architettoniche dell’edificio; dall’altro, la determinazione di un

⁷⁴³ Renfrew e Cherry 1986, pp. 1–8.

⁷⁴⁴ DeMarrais et al. 1996, pp. 16, 31.

⁷⁴⁵ Fitzsimons 2017, pp. 349–351.

coefficiente di produttività – cioè la quantità di lavoro che può essere compiuta, in media, per ciascuna fase costruttiva e attività tecnica coinvolta (estrazione, trasporto, lavorazione, montaggio). Questo metodo si fonda sulla scomposizione del processo edilizio in una sequenza ordinata di operazioni tecniche – la cosiddetta *chaîne opératoire* – ognuna delle quali viene valutata in termini di quantità di lavoro necessaria.

Tali stime si ottengono attraverso l'identificazione e la quantificazione delle componenti materiali dell'edificio (ad esempio, volumi di pietra tagliata, metri cubi di terreno spostati, numero di elementi prodotti), la moltiplicazione del volume materiale per il tasso osservabile o ricostruibile di lavoro per ciascuna operazione e l'applicazione di coefficienti di lavoro ricavati da fonti etnografiche, esperimenti archeologici o documentazione storica⁷⁴⁶. È possibile così ottenere una stima energetica espressa in unità standardizzate, come le ore-lavoro o i giorni-persona, che riflettono in maniera replicabile il fabbisogno complessivo di manodopera richiesto per il completamento del progetto edilizio.

Queste stime, essendo formulate in termini quantitativi comparabili, consentono non solo di valutare in modo misurabile il carico di lavoro implicato in un determinato edificio, ma anche di confrontare tra loro interventi architettonici appartenenti a gruppi culturali differenti o a momenti diversi all'interno dello stesso orizzonte culturale e dunque, per riflesso, indagare la scala organizzativa, la capacità di mobilitazione collettiva e la complessità sociale implicata nella costruzione. Ne risulta uno strumento particolarmente efficace per interrogare le architetture antiche non solo come risultati, ma come processi: processi che raccontano di società in trasformazione, di economie in fase di assestamento, di relazioni di potere espresse nel linguaggio della pietra e del cantiere.

La domanda che anima l'interesse per l'energetica non riguarda dunque tanto le dimensioni di un edificio, che restano un dato utile ma non dirimente, quanto piuttosto il costo che la sua costruzione ha comportato in termini di energia, umana e non solo. Questo spostamento di prospettiva implica una riformulazione epistemologica fondamentale. L'attenzione non è più concentrata sulla morfologia architettonica in quanto tale, né sul valore estetico o simbolico attribuito all'edificio finito, ma si rivolge piuttosto alla sequenza concreta delle azioni materiali e operative che ne hanno reso possibile la realizzazione. Si passa così da una concezione statica a una concezione dinamica dell'edificio, capace di restituire – attraverso lo studio delle risorse

⁷⁴⁶In generale il tema è enucleato dettagliatamente nel corso di questo capitolo, ma per una sintesi si vedano: Abrams 1994; DeLaine 1997; Barker e Russell 2012; McCurdy e Abrams 2019.

investite – informazioni preziose sul contesto storico, economico e politico in cui esso è stato prodotto.

Un ulteriore vantaggio di questo approccio risiede nella possibilità di operare confronti sistematici tra edifici di tipologie diverse – ad esempio, tra un’abitazione e un tempio, tra una cisterna e una fortificazione – valutando non solo la loro imponentza formale o la loro funzione d’uso, ma soprattutto la quantità effettiva di risorse umane e materiali mobilitate per la loro costruzione. In questo modo, si rende possibile superare le gerarchie implicite che talvolta governano l’interpretazione del paesaggio costruito, restituendo una lettura più articolata delle priorità, delle scelte e delle disuguaglianze di una società. In questa visione, i cantieri edilizi non sono più intesi soltanto come spazi di produzione, ma come luoghi in cui si esprime e si organizza la collettività.

Nel contesto specifico della Magna Grecia arcaica, questa prospettiva si rivela particolarmente fruttuosa: le colonie greche in Italia meridionale mostrano fin dai primi decenni dalla fondazione una vivace attività edilizia, finalizzata a costruire santuari⁷⁴⁷, spazi collettivi⁷⁴⁸ e sistemi difensivi⁷⁴⁹. L’atto stesso del costruire edifici monumentali appare strettamente legato alla volontà delle élite coloniali di affermare un nuovo ordine politico e simbolico⁷⁵⁰. In assenza di fonti scritte, l’analisi energetica diviene uno degli strumenti più idonei per ricostruire le logiche organizzative e le gerarchie che hanno presieduto alla fondazione delle città.

È all’interno di questa cornice teorica e interpretativa che si inserisce il metodo dell’energetica architettonica, di cui si è fornita una preliminare definizione. Attraverso l’articolata disamina che segue, si intende approfondirne la lunga storia degli studi e l’elaborazione dei diversi modelli teorici, enucleando i fondamenti e le innovazioni di ciascun contributo, mostrandone l’interconnessione - e talvolta l’interdipendenza - fino ad approdare agli sviluppi più recenti e alle opportunità di applicazione per i cantieri templari arcaici⁷⁵¹.

3.2. L’analisi quantitativa del lavoro: alle origini di un approccio archeologico

Il tentativo di misurare il lavoro umano impiegato nei cantieri antichi non è una pratica recente, ma affonda le sue radici in un filone di studi che, pur con strumenti e finalità differenti, si è

⁷⁴⁷ Greco 2012, pp. 65–67.

⁷⁴⁸ Greco 2012, pp. 65–66.

⁷⁴⁹ Tréziny 2011.

⁷⁵⁰ Greco 2012, pp. 66–67; Malkin 1996, pp. 75–81.

⁷⁵¹ Per una sintesi sulla storia degli studi senza pretese di esaustività: Abrams 1994, pp. 4–5; Abrams e Bolland 1999; Fitzsimons 2017; Kaner 2022.

sviluppato lungo più di un secolo. Nel corso dell'Ottocento e dei primi decenni del Novecento, una parte rilevante della letteratura archeologica e antiquaria ha contribuito a fondare embrionalmente una lettura volumetrica dell'architettura antica, intesa come attenzione sistematica alle masse costruite e come primo tentativo di correlare la scala monumentale con il lavoro umano e la durata dei processi costruttivi.

Un riferimento fondativo è stato il volume del 1848 *Ancient Monuments of the Mississippi Valley* di Ephraim George Squier e Edwin Hamilton Davis, nel quale venne condotto un rilievo sistematico di tumuli e terrapieni, basato su planimetrie, profili e sezioni capaci di consentire una prima quantificazione, seppur indiretta, dei volumi di terra movimentata⁷⁵². Le analisi dei complessi di Newark e Chillicothe⁷⁵³ hanno reso evidente che, nell'impianto interpretativo degli autori, la monumentalità veniva implicitamente ricondotta a un significativo investimento di lavoro e di tempo, introducendo un nesso embrionale tra volume costruito e impegno umano.

Questa impostazione è stata ripresa indirettamente e resa più esplicita trent'anni più tardi nel *Report of Explorations of Mounds in Southeastern Ohio* di Edwin Baker Andrews, dove alla descrizione morfologica dei manufatti si sono affiancate stime sulla durata dei cantieri e sul numero di lavoratori coinvolti⁷⁵⁴. Sebbene ancora fondate su valutazioni largamente soggettive, tali stime hanno rappresentato un tentativo di tradurre la scala volumetrica delle architetture in termini di tempo di lavoro umano necessario alla loro realizzazione, riflettendo la concezione ottocentesca della monumentalità nella quale la grandezza formale del manufatto veniva letta come espressione diretta dello sforzo collettivo e della capacità storica di una civiltà, più che come esito di processi tecnici o costruttivi analizzabili.

All'interno di questo stesso orizzonte interpretativo si sono collocate le riflessioni di Alexander von Humboldt e John Lloyd Stephens, frequentemente richiamati come autori di alcune delle prime valutazioni sulla durata e sull'organizzazione del lavoro nei grandi progetti architettonici dell'antichità. All'inizio del secolo, Humboldt, ha contribuito *in nuce* a orientare l'interpretazione della monumentalità verso i suoi presupposti materiali e temporali, attraverso confronti analogici tra piramidi e piattaforme precolombiane, grandi opere dell'antichità europea e infrastrutture storiche, richiamando più volte l'attenzione sulla quantità di lavoro e sulla durata prolungata necessarie alla realizzazione di tali manufatti e leggendo la loro scala come indizio

⁷⁵² Squier e Davis, 1848.

⁷⁵³ Squier e Davis, 56-72; tavv. XIII-XV.

⁷⁵⁴ Andrews 1877, pp. 60-63.

della capacità di una società di organizzare e sostenere nel tempo uno sforzo collettivo, piuttosto che come mera espressione simbolica o formale⁷⁵⁵.

Un approccio affine, seppur più marcatamente narrativo, è emerso in *Incidents of Travel in Central America, Chiapas, and Yucatan* di Stephens: nelle descrizioni di siti come Copán e Palenque, l'autore ha insistito sulla massa delle strutture e sulla quantità di materiale impiegato, formulando ipotesi sul numero di lavoratori e sugli anni necessari alla loro costruzione⁷⁵⁶. Pur prive di un fondamento metrico rigoroso, tali osservazioni hanno contribuito a porre il volume architettonico come problema interpretativo, ovvero come grandezza da decifrare attraverso il lavoro umano e il tempo.

Un passaggio metodologico più maturo si registrerà più avanti, solo nella prima metà del Novecento, con *The Temple of the Warriors at Chichen Itza, Yucatan* di Earl Halstead Morris, Jean Charlot e Ann Axtell Morris, nel quale l'analisi volumetrica del complesso monumentale è stata integrata con dati costruttivi, sequenze edilizie e considerazioni funzionali più sistematiche⁷⁵⁷.

Nel loro insieme, questi contributi - dalle stime analogiche e romantiche di Humboldt e Stephens, alle misurazioni di Squier, Davis e Andrews, fino agli studi del primo Novecento - possono leggersi come prodromici allo sviluppo dell'energetica architettonica, poiché hanno introdotto progressivamente l'idea che il volume costruito abbia costituito una condensazione misurabile di lavoro, tempo e risorse, anticipando la concezione dell'architettura come processo materiale valutabile in termini energetici.

3.3. L'Ottocento: primi passi verso l'analisi quantitativa

Già nella seconda metà del XIX secolo, Lewis Henry Morgan, in un'opera destinata a diventare un classico dell'antropologia sociale, aveva proposto di interpretare le architetture indigene nordamericane come riflesso della struttura familiare e politica delle società che le abitavano⁷⁵⁸. Pur privo di qualsiasi tentativo di quantificazione del lavoro, Morgan fu il primo a trattare l'architettura non come un oggetto isolato, ma come il prodotto di un processo sociale strutturato.

⁷⁵⁵ Humboldt 1816 (prima edizione 1810, riorganizzata nel 1869), pp. 175-182. È importante precisare che l'autore non ha elaborato un'analisi volumetrica in senso tecnico né ha proposto una quantificazione sistematica del lavoro impiegato, ma con le sue osservazioni ha senza dubbio percorso i tempi rispetto al tema, tanto più nel confronto tra le realtà del Nuovo e del Vecchio mondo.

⁷⁵⁶ Stephens 1841, vol. 1, pp. 135-140; vol. 2, pp. 320-325.

⁷⁵⁷ Morris et al. 1931, pp. 45-58.

⁷⁵⁸ Morgan 1881.

La sua intuizione, per quanto ancorata al paradigma evoluzionista ottocentesco, costituisce il punto di partenza per una visione dell'edilizia come espressione collettiva.

Un primo passo verso la quantificazione si può leggere nell'opera di Gerard Fowke, che nel 1902 ha condotto un'analisi pionieristica sulle opere in terra preistoriche dell'Ohio⁷⁵⁹ (tumuli funerari, terrapieni, argini, rialzi artificiali, piattaforme in terra battuta), collocandosi criticamente rispetto a molte delle ipotesi ottocentesche⁷⁶⁰, come quelle di una "razza di costruttori" distinta dai nativi americani (*a distinct or extinct race of mound builders*) o di una monumentalità spiegabile solo attraverso uno sforzo umano eccezionale⁷⁶¹. Contro questa lettura, egli ha sostenuto che i manufatti potessero essere spiegati ricorrendo a processi costruttivi relativamente semplici e ripetuti nel tempo, compatibili con le capacità produttive delle popolazioni indigene storicamente documentate.

In questo quadro, Fowke ha avviato le sue osservazioni a partire dall'analisi del più grande tumulo della contea di Butler, nell'Ohio occidentale, confrontando il volume complessivo di terra movimentata con la quantità di terreno che poteva essere trasportata da singoli lavoratori. Attraverso il raffronto tra la capacità di trasporto del terreno da parte degli addetti allo scavo e quella dei portatori, egli ha ricavato una stima empirica dei ritmi di lavoro, giungendo alla conclusione che anche le opere di terra di maggiori dimensioni avrebbero richiesto un numero di lavoratori inferiore a quanto comunemente ipotizzato nella letteratura precedente⁷⁶².

Sebbene non abbia formulato una quantificazione del lavoro impiegato in senso tecnico come sarebbe stato fatto nel secolo successivo, l'autore ha contribuito a ridimensionare l'idea di monumentalità come prova di un'eccezionalità etnica o razziale, spostando l'attenzione dalla retorica della grandezza e dell'alterità verso una valutazione più misurata dei processi costruttivi e delle dinamiche di popolazione all'interno del quadro archeologico nordamericano.

Nel periodo compreso tra gli inizi del Novecento e la metà degli anni Sessanta, il dibattito sul lavoro umano nei progetti edilizi antichi ha attraversato una fase di transizione, in cui i

⁷⁵⁹ Fowke 1902.

⁷⁶⁰ Cfr. discussione critica di Fowke 1902: sulle teorie precedenti (capitolo I); e sul ridimensionamento dell'eccezionalità, (capitolo VI).

⁷⁶¹ Un meccanismo interpretativo analogo è riconoscibile nella tradizione storiografica antica e moderna relativa al Mediterraneo, in particolare nell'attribuzione di architetture monumentali arcaiche o protostoriche a popolazioni pre-greche o "autoctone" definite in termini etnici vaghi e spesso funzionali alla spiegazione dell'imponenza costruttiva. Figure come i Pelasgi o i Tirreni, ricorrenti nella tradizione letteraria greca (Erodoto, Dionigi di Alicarnasso), sono state a lungo impiegate come categorie esplicative per attribuire grandi opere di terrazzamento, fortificazione o organizzazione territoriale a genti anteriori o "altre" rispetto ai Greci storici. Questa dinamica è stata messa in luce criticamente, in ambito moderno, da Arnaldo Momigliano, che ha mostrato come tali etichette etniche funzionino spesso come dispositivi storiografici per colmare lacune documentarie più che come categorie storicamente verificabili (Momigliano 1975).

⁷⁶² Fowke 1902, p. 81.

presupposti empirici dell'approccio di Fowke hanno iniziato a confrontarsi con riflessioni teoriche più complesse e tentativi di sistematizzazione metodologica.

Un contributo fondamentale è stato quello di V. Gordon Childe, che nel celebre articolo *The Urban Revolution*⁷⁶³, ha collegato la nascita delle architetture monumentali all'accumulo di surplus agricolo e alla specializzazione del lavoro. Childe ha interpretato le grandi costruzioni delle civiltà arcaiche non solo come testimonianze tecniche, ma come risultato visibile di una nuova organizzazione sociale, nella quale una classe dirigente era in grado di espropriare forza-lavoro collettiva per scopi simbolici e politici. Sebbene non fornisse stime quantitative, la sua proposta ha orientato la ricerca verso una lettura dell'architettura come espressione istituzionale della disuguaglianza.

A partire dagli anni Cinquanta del Novecento si è registrata una riflessione più direttamente orientata all'architettura greca antica, con un approccio di tipo principalmente economico, benché già capaci di porre interrogativi centrali sulla gestione e la mobilitazione del lavoro nei cantieri storicamente documentati. I contributi pionieristici in questo ambito sono rappresentati dal breve ma incisivo articolo di Roger A. Stanier, che ha stimato i costi di realizzazione del Partenone basandosi sui dati contabili delle fonti epigrafiche, cercando di quantificare il peso economico dell'impresa in relazione all'economia ateniese dell'epoca⁷⁶⁴. L'interesse principale di Stanier era la valutazione del progetto in quanto investimento pubblico, aprendo così ulteriormente alla possibilità di intendere il cantiere come indicatore delle priorità politiche e della capacità amministrativa della città.

In parallelo, Richard H. Randall ha proposto un'indagine sistematica sulle maestranze impiegate nell'Eretteo, attraverso l'analisi puntuale delle liste di lavoratori nelle *syngraphai* e delle loro mansioni, retribuzioni e condizioni di lavoro⁷⁶⁵. Questo studio ha avuto il merito di illuminare la composizione sociale e professionale del cantiere, evidenziando l'esistenza di figure altamente specializzate accanto a manovalanza generica, e ha fornito dati fondamentali per valutare i rapporti contrattuali, le forme di pagamento e le modalità di organizzazione del lavoro in uno dei cantieri più complessi dell'Atene classica.

Un ulteriore contributo importante è stato fornito da Alison Burford, che a partire dai primi anni Sessanta ha pubblicato una serie di studi centrati sull'economia edilizia dei templi greci. In

⁷⁶³ Childe 1950.

⁷⁶⁴ Stanier 1953.

⁷⁶⁵ Randall 1953.

particolare, il suo studio su Segesta si interroga sulle motivazioni politiche e ideologiche alla base della costruzione del tempio incompiuto, riflettendo sulle possibili implicazioni organizzative e cronologiche che si possono dedurre da uno stato di avanzamento parziale dei lavori⁷⁶⁶. Occupandosi del Partenone, poi, Burford ha indagato le strutture amministrative che presiedevano ai cantieri ateniesi, con particolare attenzione alla committenza pubblica e alle sue interazioni con gli artigiani, proponendo un modello di gestione collettiva e centralizzata del lavoro⁷⁶⁷. In altre opere successive, l'autrice ha allargato la prospettiva analitica all'intero processo edilizio, includendo aspetti logistici, approvvigionamento dei materiali, tempi di costruzione e cicli di pagamento, senza tuttavia adottare metodi di calcolo standardizzati del lavoro come nelle ricerche energetiche successive⁷⁶⁸. L'obiettivo di Burford non era tanto la comparazione tra edifici tramite dati standardizzati, quanto la comprensione delle logiche economiche e delle forme istituzionali sottese all'attività edilizia pubblica nel mondo greco.

Anche questi studi, pur non appartenendo al filone dell'energetica architettonica in senso stretto, hanno contribuito in maniera determinante a costruire un quadro metodologicamente solido per l'analisi dei cantieri greci, ponendo attenzione ai documenti, ai vincoli amministrativi, alle pratiche contrattuali e agli aspetti politici della costruzione. Hanno quindi rappresentato una base imprescindibile per gli sviluppi successivi, specialmente per quegli studi che hanno cercato di integrare il dato economico con l'analisi quantitativa del lavoro e dei costi materiali.

In parallelo, l'attenzione per le implicazioni organizzative del lavoro manuale su larga scala ha assunto rilievo anche in ambito tecnico-ingegneristico, in particolare grazie agli studi promossi dalla Commissione Economica delle Nazioni Unite per l'Asia e il Vicino Oriente (ECAFE), che tra il 1957 e il 1961 ha pubblicato una serie di report innovativi⁷⁶⁹. I volumi in questione sono nati da una doppia esigenza: da un lato, stimare il rapporto costi-benefici tra manodopera umana e meccanizzazione nei progetti infrastrutturali dei paesi asiatici in via di sviluppo; dall'altro, fornire parametri standardizzati per la pianificazione di opere pubbliche in assenza di tecnologia avanzata.

Questi rapporti hanno sistematizzato per la prima volta un'ampia gamma di dati quantitativi su operazioni come lo scavo, il trasporto e la compattazione del terreno, traducendo i volumi di terra movimentata in giornate-lavoro sulla base di variabili come tipo di suolo, strumenti impiegati, distanza, pendenza ed efficienza media per lavoratore. La formula di base, in varie

⁷⁶⁶ Burford 1961.

⁷⁶⁷ Burford 1963.

⁷⁶⁸ Burford 1965.

⁷⁶⁹ ECAFE 1957; 1961.

versioni, consiste nella moltiplicazione del volume (in m³) per il tasso di produttività (espresso in m³ per giornata-persona), variabile secondo il contesto e il tipo di attività. Il valore aggiunto dell'approccio ECAFE è consistito non solo nella raccolta di dati su vasta scala, ma nella loro trasferibilità: questi manuali fornivano tabelle pronte all'uso, utili sia per l'ingegneria contemporanea sia, in prospettiva, per l'archeologia del lavoro⁷⁷⁰. Tali studi sono stati costruiti per fornire strumenti operativi alle aree in via di sviluppo in Asia, ma la chiarezza delle formule e la replicabilità dei coefficienti li ha resi un modello di riferimento anche per approcci successivi in ambito antropologico.

Un documento particolarmente significativo, in questo senso, è stato prodotto pochi anni più tardi dal Ministero dell'Irrigazione e dell'Energia indiano⁷⁷¹, che ha elaborato un manuale tecnico contenente decine di tabelle per stimare il lavoro necessario per opere in muratura, scavo, fondazioni e canali, specificando per ogni attività il tempo standardizzato in funzione della tipologia di forza lavoro, dei materiali e dell'ambiente. Sebbene rivolto a ingegneri operanti in ambito rurale, il documento si è rivelato uno dei primi tentativi ufficiali di uniformare le stime di lavoro manuale su scala nazionale, in un contesto in cui la meccanizzazione era solo parziale. La struttura modulare di questi coefficienti, espressi sempre in ore-uomo o giornate-persona, ha offerto un precedente importante per la standardizzazione delle stime energetiche in contesti archeologici.

Nel frattempo, altri studi, in aree geografiche diverse, hanno approfondito le dinamiche collettive della costruzione e della mobilitazione del lavoro, spostando l'attenzione dai soli aspetti tecnici a quelli organizzativi e simbolici. In alcuni casi, i progetti edilizi tradizionali sono stati analizzati come strumenti di integrazione sociale o manifestazioni di potere centralizzato⁷⁷²; in altri, come forme di redistribuzione del surplus attraverso il lavoro condiviso⁷⁷³. Le osservazioni si sono concentrate su villaggi del Sud-est asiatico, dell'Oceania e dell'America centrale⁷⁷⁴, nei quali il lavoro agricolo stagionale e le costruzioni pubbliche venivano realizzati collettivamente secondo modelli che, pur privi di documentazione scritta, erano regolati da norme consuetudinarie e sistemi di autorità riconosciuti⁷⁷⁵.

⁷⁷⁰ Cfr. il capitolo specifico dedicato ai manuali.

⁷⁷¹ Ministry of Irrigation and Power 1965.

⁷⁷² Redfield e Villa Rojas 1962.

⁷⁷³ Barrau 1958; p. 1961.

⁷⁷⁴ Pulver 1947.

⁷⁷⁵ Pospisil 1963.

Alcuni di questi studi etnografici hanno evidenziato come la collaborazione nelle opere comuni fosse regolata da forme strutturate di autorità locale, anche in assenza di apparati statali formali. Nelle società papuane analizzate da Pospisil, ad esempio, il lavoro collettivo veniva gestito attraverso un sistema giuridico consuetudinario, in cui la figura del capo-giudice coordinava turni, attribuzioni di compiti, ricompense simboliche e vincoli di reciprocità legati al prestigio sociale e all'onore personale⁷⁷⁶. Un'organizzazione analoga è stata documentata anche nel contesto mesoamericano studiato da Redfield e Villa Rojas, dove la partecipazione alle attività edilizie comunitarie, soprattutto per edifici religiosi o pubblici, era strutturata secondo regole rituali e norme implicite condivise dalla collettività⁷⁷⁷.

Questi esempi hanno contribuito a delineare un modello interpretativo del lavoro come forma di regolazione sociale, anziché semplice risposta tecnica alla necessità di costruire. Tale visione è risultata essenziale anche per la successiva formulazione dell'energetica architettonica, in quanto ha mostrato come la mobilitazione di manodopera fosse un atto carico di implicazioni simboliche, normative e organizzative.

Parallelamente a questi studi etnografici, si è sviluppato un approccio più empirico e sperimentale alla ricostruzione del lavoro richiesto per l'edilizia monumentale antica. Un contributo fondamentale in questa direzione è stato offerto da Richard J. C. Atkinson, che ha analizzato la costruzione dei megaliti di Stonehenge sulla base di esperimenti sul campo⁷⁷⁸. Atkinson ha proposto di superare le stime intuitive allora diffuse, introducendo calcoli derivati da prove pratiche realizzate con strumenti riprodotti e materiali analoghi a quelli originari. Ha testato, ad esempio, la quantità di forza necessaria per trascinare blocchi di pietra su slitte e tronchi, misurando la distanza coperta, il tempo impiegato, il numero di individui coinvolti e il grado di attrito⁷⁷⁹. L'innovazione del suo approccio non è consistita soltanto nell'utilizzo dell'archeologia sperimentale, ma nella sua intenzione di tradurre tali esperienze in stime energetiche comparabili, precorrendo così uno dei fondamenti della futura disciplina energetica: la trasformazione di azioni costruttive in unità standardizzate di tempo-lavoro. Atkinson ha mostrato che, anche in assenza di dati storici scritti, era possibile stimare con un buon grado di approssimazione la quantità di energia umana necessaria per erigere un monumento preistorico. La sua attenzione al dettaglio tecnico, al calcolo delle forze e alla quantificazione degli sforzi ha

⁷⁷⁶ Pospisil 1963, pp. 145–163.

⁷⁷⁷ Redfield e Villa Rojas 1962, pp. 80–115.

⁷⁷⁸ Atkinson 1961.

⁷⁷⁹ Atkinson 1961, p. 296.

rappresentato un punto di svolta nella metodologia archeologica, segnando una transizione dal descrittivismo al calcolo replicabile.

Queste ricerche, pur variabili nei metodi e nei contesti, hanno condiviso un comune interesse per la connessione tra organizzazione del lavoro, produzione architettonica e forma sociale. Hanno inoltre introdotto elementi fondamentali per lo sviluppo dell'energetica architettonica: l'uso di coefficienti contestualizzati, l'attenzione ai processi più che ai risultati, la consapevolezza che ogni costruzione implica una logistica complessa e una stratificazione di poteri e saperi.

3.4. L'approccio sperimentale di Erasmus

La pubblicazione di *Monument Building: Some Field Experiments* da parte di Charles J. Erasmus nel 1965 ha segnato un momento di svolta per l'applicazione sistematica di metodi quantitativi allo studio delle architetture monumentali, pur muovendosi ancora entro i confini dell'antropologia culturale⁷⁸⁰. Il suo contributo consiste in una serie di esperimenti condotti direttamente sul campo, in Messico, con l'intento di comprendere, attraverso l'osservazione da vicino e la misurazione empirica, quanta forza-lavoro fosse necessaria per realizzare specifiche operazioni edilizie tradizionali, ancora praticate in ambito rurale. Erasmus ha condotto i suoi esperimenti in due località del Messico: a Las Bocas, dove ha osservato le operazioni di scavo e trasporto del terreno, finalizzate a simulare in scala ridotta le attività necessarie alla costruzione di piattaforme o strutture monumentali in terra battuta; a Ticul, nello Yucatán, dove ha invece documentato le fasi di estrazione, lavorazione e trasporto di blocchi di pietra calcarea. In entrambi i contesti ha impiegato manodopera locale e ha registrato con precisione le modalità operative, le tecnologie impiegate, le condizioni ambientali e organizzative, nonché il tempo necessario per portare a termine quantità misurabili di lavoro. In particolare, ha rilevato la durata delle operazioni richieste per movimentare un metro cubo di terra o pietra, analizzando la produttività oraria, i momenti della giornata a maggiore efficienza e le eventuali interruzioni o cali di rendimento.

Ogni attività è stata tradotta in giornate-uomo (*man-days*)⁷⁸¹, intese come unità sintetiche che combinano sforzo fisico, tempo e capacità tecnica. Il risultato è stata una stima energetica semplificata ma operativa dei costi di costruzione, che ha permesso all'autore di eseguire analisi volumetriche basate su osservazioni reali, piuttosto che su inferenze o modelli ipotetici. Erasmus

⁷⁸⁰ Erasmus 1965.

⁷⁸¹ L'accezione più neutra di *person-day* verrà standardizzata solo più tardi, quando si vorrà evitare un termine riferito esplicitamente a un lavoratore di sesso maschile.

ha evidenziato che, pur nella variabilità dei contesti, esistono regolarità osservabili nei ritmi di lavoro, nella distribuzione dei compiti e nella quantità di materiale movimentabile giornalmente da un singolo lavoratore⁷⁸².

Sebbene non abbia fornito una formula generale o un sistema di coefficienti applicabili universalmente, il suo metodo ha rappresentato una pietra miliare nell'analisi comparativa del lavoro collettivo. L'obiettivo dichiarato del suo studio non era la ricostruzione archeologica in senso stretto, ma la comprensione antropologica della costruzione come fatto sociale, ovvero come espressione concreta dell'organizzazione del lavoro, della distribuzione dell'autorità, del surplus e del potere decisionale in contesti non-industriali. Tuttavia, i dati prodotti risultano estremamente preziosi anche per l'archeologia, poiché offrono un modello replicabile e verificabile per stimare il lavoro richiesto per opere monumentali del passato in assenza di fonti scritte, ed infatti il modello di Erasmus ha ispirato molti degli sviluppi successivi nel campo dell'energetica.

3.5. Gli anni Sessanta e Settanta

Negli anni successivi l'interesse per la quantificazione del lavoro investito nelle costruzioni monumentali ha conosciuto un notevole sviluppo, sia in ambito teorico sia applicativo. Un riferimento essenziale in questa fase è rappresentato dal lavoro di Morton Fried, che nel saggio *The Evolution of Political Society* ha proposto un modello evolutivo per interpretare il passaggio da società egalarie a forme politicamente stratificate, sottolineando come la capacità di mobilitare lavoro collettivo per la costruzione di architetture pubbliche costituisca un indice fondamentale di centralizzazione del potere⁷⁸³.

Nel 1975, Stephen Aaberg e Jay Bonsignore hanno pubblicato uno dei primi tentativi di formalizzazione energetica su larga scala, elaborando stime quantitative del lavoro necessario alla realizzazione della Piramide del Sole a Teotihuacan, nel Messico centrale, e dei tumuli monumentali di Poverty Point in Louisiana, negli Stati Uniti⁷⁸⁴. La loro analisi si è basata su coefficienti derivati da manuali ingegneristici e dati di letteratura, applicati a strutture reali, e ha contribuito a definire una metodologia replicabile per la stima del lavoro collettivo in contesti archeologici privi di fonti scritte.

⁷⁸² Erasmus 1965.

⁷⁸³ Fried 1967. "At the heart of an egalitarian society is a fundamental egalitarian economy" (p. 35).

⁷⁸⁴ Aaberg e Bonsignore 1975.

Il dibattito si è arricchito negli anni successivi grazie ai contributi di studiosi impegnati in diversi ambiti geografici e cronologici. J. Stephen, lavorando nell'Ecuador centrale, ha impiegato l'approccio energetico per analizzare i processi costruttivi nell'area di La Florida, cercando di coniugare dati materiali, demografia e organizzazione del lavoro⁷⁸⁵. In Egitto, Robert J. Wenke ha studiato i sistemi di costruzione dei villaggi neolitici nella valle del Nilo, criticando l'approccio strettamente tecnico e richiamando l'attenzione sulla necessità di integrare le variabili ideologiche, simboliche e sociali nella valutazione del lavoro architettonico⁷⁸⁶. Nel frattempo, Randall McGuire, operando nel sud-ovest degli Stati Uniti, ha impiegato l'energetica architettonica per analizzare le disuguaglianze nella distribuzione del lavoro all'interno delle società *pueblo*, connettendo i dati quantitativi a riflessioni di tipo marxista sulla stratificazione sociale⁷⁸⁷. In ambito mesoamericano, Mark Nathan Cohen ha proposto una lettura energetica delle grandi costruzioni pubbliche come indicatori di potere coercitivo⁷⁸⁸, mentre John M. Coles, conducendo sperimentazioni nel sud-ovest dell'Inghilterra, ha dimostrato come le prove pratiche potessero fornire un importante supporto empirico alla stima delle risorse impiegate nei cantieri preistorici⁷⁸⁹.

Una significativa espansione dell'approccio energetico si è verificata anche in contesti specifici di area maya e pacifica. J. E. Arnold e A. Ford hanno lavorato nel sito guatemalteco di Tikal, ricostruendo la logistica del trasporto e della posa in opera dei blocchi lapidei per le grandi strutture templari⁷⁹⁰. R. H. Cordy, nelle isole Hawaii, ha impiegato stime energetiche per valutare la costruzione di templi cerimoniali (*heiau*) e altre strutture in pietra⁷⁹¹.

Contemporaneamente, contributi fondamentali alla costruzione della cornice teorica dell'approccio energetico sono venuti da studi più generali. Robert Heizer ha sottolineato l'importanza del lavoro comunitario nelle società native nordamericane⁷⁹², Marshall Kaplan, ha discusso il rapporto tra monumentalità e potere simbolico, sottolineando l'importanza dell'accuratezza dei dati – non sempre possibile – per interpretare la dimensione politico-sociale di un progetto architettonico⁷⁹³. Nel volume *Before Civilization*, Colin Renfrew ha proposto di

⁷⁸⁵ Athens 1977.

⁷⁸⁶ Wenke 1981.

⁷⁸⁷ McGuire 1983.

⁷⁸⁸ Cohen 1977.

⁷⁸⁹ Coles 1973; p. 1979.

⁷⁹⁰ Arnold e Ford 1980.

⁷⁹¹ Cordy 1981.

⁷⁹² Heizer 1966.

⁷⁹³ Kaplan 1963. "Unless we can be more precise in our estimates of how these man-hours were distributed over time, any attempts to derive the size or character of political units from the size or number of structures in question is highly dubious" (p. 401).

considerare la scala dell'impegno collettivo richiesto dall'architettura monumentale, misurabile in termini di tempo e forza lavoro investiti, come un indicatore della complessità sociale⁷⁹⁴. Pur non elaborando una metrica quantitativa formale, egli ha suggerito che la presenza di costruzioni monumentali su larga scala implichi una capacità redistributiva e decisionale centralizzata⁷⁹⁵, fornendo così un modello teorico che anticipa alcune delle direttrici concettuali alla base delle future analisi energetiche applicate all'architettura.

Tra la fine degli anni Settanta e i primi anni Ottanta, Philip Startin ha proposto uno dei primi tentativi sistematici di stima del lavoro collettivo impiegato nella realizzazione delle grandi opere di movimento terra della preistoria britannica⁷⁹⁶, concentrandosi sull'area del Wessex, e in particolare sui tumuli e sui *causewayed enclosures* ("recinti a fossati segmentati"⁷⁹⁷) della regione dell'Oxfordshire. Nel saggio *Prehistoric Earthmoving*⁷⁹⁸, Startin ha affrontato il problema del calcolo dell'energia lavorativa necessaria per tali costruzioni, proponendo una metodologia basata sulla quantificazione dei volumi movimentati e sull'applicazione di coefficienti di produttività tratti da manuali tecnici ottocenteschi e novecenteschi⁷⁹⁹, dei quali sembra essere stato il primo a farne uso⁸⁰⁰.

Sulla base di questi coefficienti, Startin ha elaborato stime quantitative del numero di giornate-lavoro necessarie alla costruzione di strutture come il recinto neolitico di Abingdon, dimostrando come la valutazione dello sforzo collettivo potesse offrire un valido indicatore del grado di coordinamento sociale raggiunto da comunità prive di scrittura. Occupandosi di Silbury Hill, il più grande tumulo preistorico d'Europa, ha stimato la costruzione dell'imponente struttura in gesso compatto in circa 500.000 giornate-lavoro (quattro milioni di ore-lavoro)⁸⁰¹. Il suo lavoro anticipa il metodo energetico in diverse componenti fondamentali, sia sul piano operativo, attraverso il calcolo standardizzato del lavoro, sia su quello interpretativo, ponendo l'accento sulla relazione tra impegno lavorativo e complessità organizzativa. La sua proposta si inserisce così nel solco teorico aperto da Colin Renfrew, che già nel 1973 aveva suggerito la possibilità di

⁷⁹⁴ Renfrew 1973, p. 212.

⁷⁹⁵ Renfrew 1973.

⁷⁹⁶ Startin 1976; p. 1982; Startin e Bradley 1981.

⁷⁹⁷ Cfr. Palmer 1976. La traduzione in italiano è mutuata da Campana et al. 2005, p. 156, dove si specifica che "recinto" non è associabile a priori ad una funzione specifica ma indica più generalmente un'area delimitata da un fossato, un terrapieno o una palizzata.

⁷⁹⁸ Startin 1982.

⁷⁹⁹ Rankine 1866; Hurst 1865; Rea 1902 (1913). Cfr. il capitolo specifico sull'uso dei manuali ottocenteschi.

⁸⁰⁰ Remise 2022, p. 210.

⁸⁰¹ Startin 1982, p. 155.

leggere l'architettura monumentale come espressione visibile della capacità redistributiva e della stratificazione sociale emergente nelle società preistoriche.

Il geografo Billie Lee Turner ha quantificato l'impegno costruttivo richiesto per la realizzazione e il mantenimento dei principali sistemi agricoli dei Maya⁸⁰², analizzando i requisiti costruttivi associati ai principali agrosistemi sviluppati dalle popolazioni dell'area, con l'obiettivo di valutare le implicazioni in termini di sforzo collettivo e capacità organizzativa. L'autore prende in esame diverse categorie di infrastrutture agricole, come canali, rialzamenti, terrazze e modificazioni del terreno, stimandone i volumi di terra movimentata per unità di superficie. Per ciascun tipo di sistema, Turner calcola il *constructional input* espresso in metri cubi per ettaro, confrontando poi tra loro i diversi agrosistemi tra loro sulla base di tali valori. Il lavoro non quantifica direttamente la manodopera in termini di tempo o forza-lavoro, ma si concentra sulla valutazione comparativa dei volumi di lavoro fisico richiesti per la costruzione e il mantenimento dei sistemi agricoli, utilizzando termini come *work days/ha* o *m³/day/worker*. Questo lavoro si distingue per l'approccio sistematico e per l'uso esplicito di parametri quantitativi, offrendo un modello utile alla comprensione delle capacità organizzative implicate nella realizzazione di infrastrutture agricole di larga scala.

3.6. Elliot M. Abrams e la definizione dell'energetica architettonica

Nel sito di Copán, nell'Honduras occidentale, Charles D. Cheek ha condotto un'analisi sistematica delle strutture monumentali della *Plaza Principal*, in particolare delle grandi piattaforme cerimoniali e dei programmi edilizi associati all'élite del periodo Classico della civiltà Maya⁸⁰³. Nello studio, viene utilizzata la sequenza costruttiva come base per indagare la variabilità dell'attività edilizia nel tempo, adottando un approccio che, pur non formalmente energetico, anticipa diverse componenti del metodo. In particolare, viene messo in luce come le fluttuazioni nell'intensità costruttiva non riflettano necessariamente una contrazione demografica, ma possano piuttosto indicare cambiamenti nella capacità di centralizzazione politica o trasformazioni nell'organizzazione interna dell'élite⁸⁰⁴. Cheek ha inoltre proposto che eventi esterni abbiano avuto un impatto diretto sulla produttività edilizia, alterando l'equilibrio politico e riducendo temporaneamente la capacità della città di realizzare progetti monumentali su larga scala⁸⁰⁵. In questo senso, la sequenza edilizia di Copán è stata interpretata come un

⁸⁰² Turner 1983.

⁸⁰³ Cheek 1983; p. 1985; p. 1986.

⁸⁰⁴ Cheek 1986, p. 66.

⁸⁰⁵ Cheek 1986, p. 68. L'autore fa riferimento alla cattura e decapitazione del re di Copán *18 Rabbit* (Uaxaclajuun Ub'aah K'awiil) da parte del sovrano di Quiriguá, *K'ak' Tiliw Chan Yopaat*, nel 738 d.C., che segnò l'indipendenza

indicatore della capacità organizzativa e della tenuta istituzionale delle autorità centrali, offrendo così un modello di lettura del cantiere antico come spazio sensibile a dinamiche di potere, coesione e crisi.

Proprio in seno al sito honduregno di Copán, il metodo assume una forma compiutamente archeologica, grazie al lavoro di Elliot M. Abrams, specialista delle architetture Maya, che si proponeva di capire non solo come venissero costruiti gli edifici, ma anche quale livello di organizzazione sociale ne rendesse possibile la realizzazione. Il suo modello metodologico, iniziato con la sua tesi dottorale del 1984⁸⁰⁶ e perfezionato⁸⁰⁷ fino alla pubblicazione, dieci anni dopo, del volume *How the Maya Built Their World*, si articola in tre fasi operative: scomposizione dell'edificio in unità costruttive (muri, fondazioni, tetti), calcolo del volume e del peso di ciascuna unità, e assegnazione di un coefficiente energetico a ogni attività edilizia, sulla base di dati sperimentali, etnografici e ingegneristici⁸⁰⁸.

La novità introdotta da Abrams è duplice. Da un lato, egli propone un sistema coerente e replicabile per calcolare il costo energetico complessivo di un edificio, rendendo così possibile il confronto tra costruzioni differenti. Dall'altro, interpreta questi dati alla luce della struttura sociale del gruppo a monte dell'impulso produttivo. L'energia richiesta per la costruzione non costituisce quindi solo una misura tecnica, ma un indice della capacità politica di coordinare risorse e persone. In questa prospettiva, l'energetica architettonica diventa uno strumento per analizzare il potere, la divisione del lavoro e le forme di centralizzazione nella società antica⁸⁰⁹. Il contributo di Elliot M. Abrams allo studio dell'architettura antica si colloca all'interno di un programma di ricerca esplicitamente volto a rendere l'architettura un dato analitico controllabile, comparabile e metodologicamente fondato. Abrams formula con chiarezza questa impostazione, dove definisce l'*architectural energetics* come un metodo attraverso cui gli edifici sono quantificati in termini di costo energetico, dunque non con un'accezione direttamente monetaria, coincidente con la spesa di energia umana, espressa in giornate-persona o ore-persona⁸¹⁰.

politica di Quiriguá e un momento di crisi per Copán. La città subì quindi un'interruzione dell'attività edilizia monumentale, verosimilmente legata alla perdita di centralizzazione e di controllo sulle rotte commerciali lungo il Motagua. Sebbene il caso copaneco non trovi un parallelo diretto nelle colonie greche d'Occidente, eventi come la distruzione di Sibari (V sec. a.C.), la presa lucana di Poseidonia (fine V sec. a.C.) e alcune interruzioni nei cantieri templari a Metaponto potrebbero riflettere, in forma diversa, la relazione tra crisi politica, mutamento delle élite e rimodulazione dell'attività edilizia monumentale, ovvero postulare *a posteriori* una contrazione del cantiere con un evento traumatico non ricavabile altrimenti dalle fonti.

⁸⁰⁶ Abrams 1984a.

⁸⁰⁷ Abrams 1984b; p. 1987; p. 1989; p. 1995.

⁸⁰⁸ Abrams 1994, pp. 37-43.

⁸⁰⁹ Abrams e Bolland 1999, pp. 263-291.

⁸¹⁰ Abrams e Bolland 1999, p. 264. "*Architectural energetics is a method through which buildings or building episodes are quantified in terms of cost, with cost serving as the analytic unit of measurement upon which comparative assessments of power or status within and among archaeological societies are based.*"

L'approccio non è presentato come una rottura radicale, ma come una formalizzazione metodologica di intuizioni già presenti nella tradizione antropologica e archeologica finora esposta: l'*architectural energetics* viene collocata esplicitamente nel solco delle teorie che mettono in relazione flussi energetici e complessità sociale⁸¹¹, con un dichiarato debito teorico nei confronti dell'antropologia "energetica" e una concezione del potere inteso come accesso differenziale alle risorse, in particolare alla forza lavoro. Il legame tra costo architettonico e potere politico è tuttavia presentato come condizionale, e non deterministico, consentendo di evitare letture meccaniche⁸¹².

Il presupposto fondamentale è che ogni manufatto architettonico costituisca "energia umana solidificata" e che tale energia possa essere stimata attraverso il tempo-lavoro necessario alla sua produzione, adottando una misura operativa dell'energia che si fonda sul lavoro umano, osservabile e stimabile tramite dati etnoarcheologici e sperimentali⁸¹³.

Dal punto di vista operativo, l'applicazione del metodo richiede la disponibilità di due insiemi di dati indipendenti: le dimensioni degli elementi architettonici e il costo energetico per ogni operazione edilizia⁸¹⁴. Il primo insieme di dati deriva dalla documentazione archeologica degli edifici e consente di stimare i volumi dei materiali impiegati; il secondo è costituito dai costi energetici associati alle singole attività costruttive, ricavabili tramite l'osservazione di attività costruttive contemporanee, esperimenti replicativi controllati o interviste etnografiche. Il processo costruttivo viene quindi scomposto in diversi passaggi: descrizione dell'edificio, conversione degli elementi in volumi, elaborazione di un flusso delle operazioni e, infine, l'aggregazione dei costi in giornata-persona⁸¹⁵. Questa scomposizione consente non solo di stimare il costo complessivo, ma anche di identificare quali fasi del processo costruttivo siano energeticamente dominanti sul resto. Tale aspetto risulta fondamentale per l'interpretazione sociale, poiché permette di individuare i principali vincoli organizzativi del cantiere.

L'esito della più nota applicazione del metodo, nel già citato sito di Copán, ha permesso di contraddire interpretazioni precedenti che ipotizzavano un'ampia classe di artigiani specializzati per la realizzazione del monumentale sito Maya, stimando un costo complessivo di 30.499 giornate-persona e l'impiego di 40 unità di manodopera specializzata a fronte di 371 di

⁸¹¹ Adams 1975; Price 1982; Trigger 1990.

⁸¹² Abrams e Bolland 1999, p. 267. "*This equation of cost with power is a conditional correlation; higher cost ... does not always equate with higher power*".

⁸¹³ Abrams 1989, p. 64. "*A labor-time measurement is the most common unit of energy cost in construction*".

⁸¹⁴ Abrams 1989, p. 64.

⁸¹⁵ Abrams e Bolland 1999, p. 266.

manodopera non specializzata⁸¹⁶. Questi dati suggeriscono che la realizzazione di grandi cantieri fosse possibile attraverso la mobilitazione di manodopera generalista, probabilmente reclutata tramite obblighi sociali e politici: questa interpretazione viene ulteriormente analizzata collegando la scala della mobilitazione all'esistenza di un modello di *corvée*⁸¹⁷. Tale obbligo lavorativo viene confrontato con dati storici, suggerendo che, nel caso di Copan, un individuo adulto potesse essere chiamato a prestare lavoro edilizio una volta ogni 15-20 anni, ovvero due o tre volte nell'arco di una vita. Questi esempi indicano che, nei sistemi privi di mercato del lavoro edilizio, la costruzione monumentale è sostenibile solo se l'obbligo di lavoro viene diluito su un bacino demografico ampio, in modo che la quota di lavoro richiesta a ciascun individuo risulti bassa e poco frequente. Ne consegue che la frequenza della *corvée* deve essere inversamente proporzionale alla densità e all'ampiezza del bacino demografico di reclutamento.

3.6.1. Limiti del metodo di Abrams

Abrams affronta in modo diretto e sistematico le principali critiche che possono essere rivolte all'*architectural energetics*, soprattutto nei lavori più tardi e riflessivi. Il nucleo delle obiezioni riguarda l'indeterminazione inevitabile dei dati archeologici e il rischio che l'accumulazione di stime parziali comprometta l'affidabilità del risultato finale. Viene riconosciuto esplicitamente che l'analisi energetica è esposta al problema dell'impossibilità di conoscere con precisione i volumi, i comportamenti e i costi del passato e che la presenza di numerosi passaggi estimativi può far apparire il metodo epistemologicamente fragile⁸¹⁸. Tuttavia, questa critica viene ribaltata osservando che tale indeterminazione non costituisce una debolezza specifica dell'*architectural energetics*, ma una condizione strutturale di qualunque ricostruzione archeologica basata su modelli e analogie. Pretendere una conoscenza completa e puntuale dei processi costruttivi del passato equivale, secondo l'autore, a porre un requisito irrealistico. In modo esplicito egli afferma che una conoscenza perfetta di tutti i volumi e di tutte le attività del processo edilizio è impossibile e aggiunge che essa non è necessaria per l'analisi⁸¹⁹. Con una spiegazione discutibile, si assume quindi che la validità del metodo non risiederebbe dunque nella precisione assoluta delle singole stime, ma nella capacità di isolare le componenti energeticamente dominanti del processo costruttivo, poiché il metodo è progettato per operare su ordini di grandezza e su relazioni comparative, non su valori puntuali. Per dimostrare concretamente come questa impostazione funzioni nella pratica, viene discussa

⁸¹⁶ Abrams 1987, p. 496.

⁸¹⁷ Abrams 1994, p. 106.

⁸¹⁸ Abrams e Bolland 1999, p. 266.

⁸¹⁹ Abrams e Bolland 1999, p. 267.

la possibilità di escludere dal calcolo alcune attività o materiali energeticamente marginali, osservando che costi di entità molto ridotta, una volta quantificati sperimentalmente, non incidono sulle conclusioni interpretative e possono quindi essere eliminati senza perdita di significato analitico. A questo proposito afferma che tali costi non hanno alcun impatto e che, proprio per questa ragione, la loro esclusione è metodologicamente giustificata⁸²⁰. Nel complesso, Abrams propone una concezione pragmatica e comparativa del metodo: l'*architectural energetics* non mira a ricostruire con esattezza i cantieri del passato, ma a produrre stime sufficientemente robuste da sostenere inferenze sulla scala della mobilitazione del lavoro, sull'organizzazione sociale e sui rapporti di potere. I limiti riconosciuti non indeboliscono l'approccio, ma ne definiscono esplicitamente il campo di validità, rendendolo uno strumento controllabile e criticabile all'interno del dibattito archeologico.

Uno degli aspetti più rilevanti dell'approccio di Abrams è la sua applicabilità a contesti archeologici privi di documentazione testuale: dal momento che documenti contenenti informazioni su costi e organizzazione del lavoro sono rari o perfino assenti in questo campo, l'archeologo deve rivolgersi alle strutture stesse come principale fonte di dati⁸²¹. Al di là del merito di aver definito con rigore l'approccio energetico, ai fini dell'interpretazione dei cantieri antichi è interessante l'elaborazione, questa volta supportata da un metodo di calcolo, dell'assunto che edifici più "costosi" implicano maggiore capacità di mobilitazione, dunque maggiore concentrazione del potere: in questo senso, il metodo si avvicina all'antropologia politica.

Nello stesso anno della pubblicazione di *How the Maya Built Their World*, un contributo indiretto ma rilevante nella riflessione sull'impiego della forza lavoro nei cantieri antichi proviene dal lavoro di Tony J. Wilkinson sul funzionamento dei *dry-farm states*⁸²² dell'Alta Mesopotamia, che vale la pena citare nel solco di questa dissertazione cronologica. Wilkinson descrive un modello a zone concentriche correlando la distanza tra insediamenti e aree produttive al grado di sforzo organizzativo necessario per mobilitare lavoro collettivo⁸²³. Questo modello, applicato originariamente alla gestione agricola, può essere efficacemente traslato allo studio della logistica dei cantieri templari: maggiore è la distanza (o la complessità del processo), maggiore è la quantità di lavoro gestito centralmente, e dunque la capacità organizzativa implicata.

⁸²⁰ Abrams 1994, p. 53.

⁸²¹ Abrams e Bolland 1999, p. 266.

⁸²² Sistemi statali fondati sull'agricoltura pluviale, ovvero con un'economia agricola sviluppata in aree prive di irrigazione artificiale, in cui la produzione dipende esclusivamente dalle precipitazioni stagionali.

⁸²³ Wilkinson 1994.

3.7. Janet De Laine e i *labour constants*. Un modello per i cantieri antichi mediterranei.

Alla fine degli anni Novanta, il lavoro sulle terme di Caracalla, condotto da Janet De Laine, si è imposto come punto di riferimento nell'ambito dei cantieri di età imperiale romana, influenzando significativamente più in generale i successivi studi sui cantieri del Mediterraneo antico⁸²⁴, trattati fino ad allora caso per caso⁸²⁵. Pur non prendendo in considerazione alcuno degli studi del continente americano finora esposti, né di quelli che per riflesso erano stati condotti in Nord Europa - che pure costituivano una base metodologica solida e finalmente formalizzata - l'autrice ha sostanzialmente applicato l'energetica a uno dei cantieri monumentali della Roma imperiale, calcolando il costo del lavoro umano, la logistica dei materiali e le implicazioni organizzative del progetto. Per farlo, ha combinato rilievi architettonici, dati storici, trattati antichi, analisi dei materiali e stime ingegneristiche, potendo contare su informazioni ampiamente trattate in precedenza interpretandole in una prospettiva diversa. Da un lato, quindi, ha sviluppato il metodo su un contesto urbano e documentato, di cui erano disponibili dati come provenienza dei materiali, trasporti fluviali, impiego di manodopera schiavile e controllo statale. Dall'altro, ha dimostrato che il metodo poteva essere usato per comprendere le finalità ideologiche della costruzione: le terme non erano solo spazi funzionali, ma strumenti di rappresentazione e di evergetismo imperiale. La studiosa ha aperto anche una riflessione sulla coesistenza di lavoro salariato, lavoro servile e obbligazioni collettive, anticipando tematiche oggi centrali nel dibattito storiografico.

Nell'introduzione al suo lavoro, DeLaine individua nell'edilizia pubblica la principale espressione del potere da parte delle aristocrazie di reperire risorse materiali, economiche, umane e specializzate, e dunque fonte privilegiata di conoscenza rispetto a contesti privi di fonti letterarie, asserendo che i dati che l'architettura può fornire sono innumerevoli, specialmente se si considera che le variabili di calcolo sono molto ridotte rispetto a categorie più frequentemente analizzate, come la ceramica: il contesto, le dimensioni e i materiali di un edificio sono infatti quasi sempre noti o facilmente ricostruibili e la sua determinazione nello spazio consente elucubrazioni circa attività collaterali come l'approvvigionamento di materiale⁸²⁶. A impostare la direzione di tutta la modellazione di calcolo successiva è proprio questa: l'idea che l'approvvigionamento non sia un capitolo accessorio ma una condizione di successo del

⁸²⁴ Nonostante la conclamata validità del lavoro, l'entusiasmo per il metodo in esso descritto ha generato una eccessiva fiducia che ha portato molti autori a utilizzare ciecamente dati e coefficienti elaborati da DeLaine, senza verificare a loro volta le numerose fonti da cui l'autrice a tratto e interpretato le complesse informazioni in esse contenute.

⁸²⁵ Per la sua natura di "punto di svolta" della letteratura sui cantieri antichi di area mediterranea la trattazione di questo testo sarà maggiormente articolata e dettagliata rispetto agli autori precedenti analizzati.

⁸²⁶ De Laine 1997, pp. 11-12.

cantiere⁸²⁷, pur rilevandone le criticità legate alla necessità di garantire continuità nelle forniture, affidabilità e sufficienza della qualità dei materiali, facilità di reperimento e metodi di trasporto. Questa impostazione consente di leggere la sequenza costruttiva come una catena di trasformazioni vincolate: il progetto architettonico si materializza solo se la catena di fornitura e di conversione (estrazione–produzione–trasporto–messa in opera) rimane stabile. Tra i vari obiettivi della ricerca c'è quello di costruire un impianto metodologico ripetibile che consenta di passare dal manufatto finito alla sequenza produttiva che lo rende possibile, controllando le ipotesi tramite coefficienti espliciti e parametri misurabili.

In questa prospettiva, il cantiere viene trattato come un sistema produttivo scomponibile in operazioni elementari, quantificate in unità coerenti (m³, m², numero di pezzi, numero di viaggi), a loro volta convertite in tempo-lavoro tramite coefficienti di produttività⁸²⁸, ciascuna dotata di una “costante di lavoro” (*labour constant*)⁸²⁹ e di un profilo di competenze (*unskilled, skilled, supervision*), così da produrre bilanci di giornate-uomo (*man-days*) comparabili fra fasi e fra progetti⁸³⁰.

I *labour constants* non sono misure dirette del passato, ma ipotesi di lavoro che devono essere rese trasparenti, motivate e, dove necessario, corrette attraverso scelte prudenti e confronti tra fonti. Questo punto è fondamentale perché definisce la natura epistemica del modello: non una pretesa di precisione assoluta, ma un quadro quantitativo che rende tracciabili le ipotesi e quindi discutibili e falsificabili gli esiti. In tal senso, la procedura richiede che per ogni coefficiente sia chiarita la provenienza, la conversione delle unità e l'eventuale criterio di selezione fra valori divergenti⁸³¹.

L'autrice, poi, distingue sistematicamente fra manodopera specializzata e non specializzata e calcola una quota di supervisione come moltiplicatore percentuale della manodopera di base, variabile a seconda della lavorazione. Tale scelta non è soltanto descrittiva, perché consente di stimare in modo coerente il peso della coordinazione e del controllo nel costo totale delle fasi e,

⁸²⁷ “It should never be underestimated how critical a factor is the supply of materials”. DeLaine 1997, pp. 84–85.

⁸²⁸ DeLaine 1997, pp. 176–177.

⁸²⁹ Negli studi di archeologia dell'architettura, il termine *labour constant* viene reso in italiano soprattutto in modo descrittivo, perché non esiste un'unica traduzione cristallizzata in tutti i filoni disciplinari. Le rese più comuni e accettate sono: *costante di lavoro* (è la traduzione più letterale e si trova in testi che seguono da vicino la terminologia anglosassone); *coefficiente di lavoro* / *coefficiente di manodopera* (molto usata quando il termine è impiegato come parametro tecnico per il calcolo); *indice di lavoro* (più interpretativa, ma frequente quando si vuole enfatizzare la funzione comparativa del parametro). Un'espressione esplicativa molto comune in ambito accademico è pure “*ore-uomo per unità di volume/superficie*” (es. ore-uomo per m³ di muratura).

⁸³⁰ DeLaine 1997, pp. 176–177; Appendix 5.

⁸³¹ DeLaine 1997, p. 176; p. 269.

soprattutto, di distinguere operazioni a forte intensità artigianale da attività prevalentemente “di braccia”⁸³².

Nell'utilizzo dell'unità *man-days* la scelta terminologica è voluta e motivata, dal momento che viene dato per scontato che il tipo di lavoro svolto in cantiere - pesante - non poteva che essere sostenuto da una forza maschile. Infatti, pur ammettendo la possibilità che donne o bambini potessero essere comunque impiegati in attività minori, come la raccolta di materiali facilmente trasportabili o la produzione di corde, canestri e altro materiale simile, la capacità energetica di un uomo è ritenuta doppia rispetto a quella femminile e dunque atta, in termini di efficienza, a massimizzare il risultato produttivo riducendo il numero di bocche da sfamare⁸³³. Se da un lato però viene esclusa la componente femminile, dall'altro viene osservato con acume che può invece sfuggire ai calcoli quantitativi la presenza - quasi certa - di apprendisti, molto probabilmente adolescenti, necessaria alla sopravvivenza e alla continuità della macchina cantieristica monumentale imperiale.

3.7.1. Le fonti antiche e l'utilizzo dei manuali e dei prezziari preindustriali

Il metodo proposto da DeLaine è caratterizzato dal costante ricorso a fonti antiche, principalmente coeve alla cultura architettonica romana, ma anche più recenti, in ogni caso adeguatamente selezionate affinché possano essere comparate alle condizioni di lavoro preindustriale del caso di studio⁸³⁴. Per esempio, quando discute il trasporto urbano e le restrizioni alla circolazione dei carri, richiama la *Lex Iulia Municipalis* osservando che il trasporto di materiali pesanti all'interno del tessuto urbano avveniva verosimilmente soprattutto di notte o in fasce orarie limitate, con implicazioni dirette su tempi e capacità giornaliera di consegna⁸³⁵. Allo stesso modo, quando affronta le capacità di carico e le velocità dei mezzi di trasporto, usa riferimenti testuali e normativi, come il Codice Teodosiano per limiti di carico, o Senofonte, per talenti e capacità, confrontandoli con la meccanica dei veicoli, osservando, per esempio, che quelli a quattro ruote, su strade non perfette e senza una capacità di arresto efficace, rendono il trasporto in terreno collinare più lento e problematico. Per i carichi pesanti, riporta anche una velocità di riferimento di circa 1,67 km/h che, nel suo impianto, serve a tradurre distanze in tempi operativi e quindi in fabbisogni di forza lavoro e organizzazione⁸³⁶.

⁸³² Questa tripartizione è formalizzata nella tabella dei *labour constants*, dove per numerose attività la supervisione è espressa come “0.1 × unskilled” o “0.1 × skilled”, e in alcuni casi come “0.2 × skilled”. DeLaine 1997, Appendix 5.

⁸³³ DeLaine 1997, p. 106.

⁸³⁴ Sui limiti di questa scelta vedi *infra*.

⁸³⁵ DeLaine 1997, p. 99.

⁸³⁶ DeLaine 1997, pp. 108–109.

Una seconda famiglia di fonti antiche viene considerata nel modello per ancorare i processi tecnici a descrizioni storiche: per esempio, nell'analisi della produzione di calce DeLaine interpreta passi di Catone⁸³⁷ per l'organizzazione e le dimensioni della calcara e richiama la questione della scelta del combustibile e dei tempi di cottura e raffreddamento⁸³⁸.

Una delle scelte pioneristiche del lavoro di DeLaine è il ricorso a manuali e prezziari di età preindustriale per la definizione delle formule operative⁸³⁹. L'autrice ha messo a confronto i testi di Batty Langley (1749)⁸⁴⁰, Edward Dobson (1850)⁸⁴¹, John Thomas Hurst (1865) e John T. Rea (1902)⁸⁴², presentando un quadro sinottico delle costanti di lavoro⁸⁴³. Tuttavia, il nucleo più "parametrico" dell'apparato deriva in larga misura dal *Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione per uso degli ingegneri ed architetti* di Giovanni Pegoretti del 1863⁸⁴⁴, che DeLaine utilizza come repertorio di *labour constants* per operazioni di cantiere: scavi, fondazioni, malte, ponteggi, centine, trasporto e altre attività vengono ricondotte a coefficienti per unità di lavoro, con rinvii puntuali alle pagine del manuale. Questa operazione è metodologicamente rilevante perché consente di configurare il cantiere non in base a categorie generiche di manufatto, ma in base a operazioni, cioè a micro-processi che possono essere ricomposti in un bilancio complessivo⁸⁴⁵. DeLaine osserva che i dati pubblicati da Pegoretti sono così accurati che appaiono più frutto di un'estrapolazione che dell'esperienza diretta, ma che restano comunque utili per il calcolo⁸⁴⁶.

Un esempio chiave della derivazione e della trasformazione delle fonti in formule applicabili è offerto dalla posa muraria. DeLaine riporta una formula attribuita a Pegoretti, concepita per stimare il tempo in ore in funzione di variabili operative e geometriche, fra cui l'altezza del muro e lo spessore; nella nota, l'autrice esplicita i parametri impiegati (in particolare un tempo base per 100 pezzi) e indica come questa formulazione venga ricondotta a un coefficiente "per volume", cioè in giornate per m³, così da poter essere inserita in una tabella di calcolo uniforme. Questo passaggio dalla costante "pezzi/tempo" alla costante "volume/tempo" è essenziale per

⁸³⁷ Cato, *Agr.* 6.3-4, 37.5, 38, 55, 130, 144.3, 151.1-2.

⁸³⁸ DeLaine 1997, pp. 111-113.

⁸³⁹ Cfr. il capitolo della tesi dedicato in maniera specifica al tema.

⁸⁴⁰ B. Langley, *The London prices of bricklayers materials and works* (London 1749).

⁸⁴¹ E. Dobson, *A rudimentary treatise on the manufacture of brick and tiles* (London 1850).

⁸⁴² J. T. Rea, *How to estimate, being the analysis of builders' prices* (London 1902).

⁸⁴³ DeLaine 1997, p. 269. Nel caso della produttività legata alla muratura, per esempio, il calcolo è stato espresso in numero di mattoni per giornata per diverse tipologie di lavoro in laterizio, segnalando esplicitamente che alcuni dati, in particolare per Hurst, sono stati ricalcolati, al fine di rendere comparabili i coefficienti, perché forniti dall'autore in una forma differente.

⁸⁴⁴ Pegoretti 1863, ristampato nel 1869.

⁸⁴⁵ DeLaine 1997, p. 269; Appendix 5.

⁸⁴⁶ DeLaine 1997, p. 177. Per una disamina approfondita dei limiti di Pegoretti e del suo uso, cfr. il capitolo sui manuali e i prezziari preindustriali.

l'applicazione del modello, perché consente di collegare il computo metrico o la ricostruzione volumetrica archeologica alla stima della manodopera⁸⁴⁷. La stessa attenzione alla trasparenza e alla prudenza emerge nel trattamento del legname segato. DeLaine segnala che alcuni coefficienti di lavoro risultano coerenti con stime ottocentesche, come quelle di Hurst, ma divergono dall'interpretazione dell'editto diocleziano proposta da Meiggs⁸⁴⁸; di conseguenza, l'autrice esplicita una scelta prudente sul valore adottato e riconosce la possibilità che il valore reale fosse più elevato. Il punto metodologico non starebbe quindi nella preferenza per un numero, ma nel rendere esplicita la ragione della scelta e nel riconoscere l'incertezza come parte del modello⁸⁴⁹.

3.7.2. Le formule di DeLaine

Il repertorio delle formule operative adottate, formalizzato nella *Table of labour constants* alla fine della trattazione, consente di rendere esplicita la relazione tra tipo di attività e coefficiente, distinguendo categorie di manodopera e quota di supervisione⁸⁵⁰. Vengono incluse nel computo tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dell'opera, non limitandosi alla costruzione strutturale ma incorporando la messa in opera delle casseforme, le centine, l'impasto della calce, il sollevamento, il trasporto e altri passaggi che incidono sensibilmente sul fabbisogno complessivo. Questa impostazione non considera la logistica come un aspetto secondario ma come una componente strutturale del costo e dell'organizzazione del cantiere: nel computo rientrano infatti non solo le attività di messa in opera in senso stretto, ma anche tutte le operazioni che le rendono possibili, cioè caricare i materiali, trasportarli, scaricarli, spostarli all'interno dell'area di lavoro e sollevarli fino al punto previsto. In questa prospettiva la costruzione non è soltanto un problema di “fabbricare” o “posare”, ma anche – e spesso soprattutto – di “muovere” risorse e componenti nel modo e nel momento opportuni. Per questo nel modello l'altezza di lavoro e la distanza di trasporto interno non vengono lasciate implicite, ma sono trattate come variabili esplicite: all'aumentare dell'altezza cresce il tempo necessario per l'elevazione di materiali e attrezzi (perché aumentano le manovre, i tempi di movimentazione e i fabbisogni di manodopera), mentre all'aumentare della distanza tra il deposito e il punto di

⁸⁴⁷ DeLaine 1997, Appendix 5, nota 5.

⁸⁴⁸ Meiggs 1982, p. 368 e nota 145.

⁸⁴⁹ DeLaine 1997, p. 269, nota 8.

⁸⁵⁰ A titolo di esempio, nell'ambito dello scavo e del movimento di terra, DeLaine adotta per lo scavo in argilla e reinterro (“digging in clay, throwing behind”) un coefficiente di 0,15 giorni per m³ per lavoro non specializzato, con supervisione calcolata come 0,1 volte la manodopera non specializzata. Per lo scavo delle fondazioni con asporto di materiale, distingue per profondità: fino a 1,6 m il coefficiente è 0,14 giorni per m³ (non specializzata) più 0,1 × non specializzata, mentre oltre 1,6 m è 0,15 giorni per m³ (non specializzata) più 0,1 × non specializzata. Per le fondazioni, invece, la lavorazione viene attribuita a manodopera qualificata, con coefficiente 0,015 giorni per m³ e supervisione pari a 0,1 × qualificata.

posa di un elemento cresce il lavoro richiesto dal trasporto anche se i materiali sono già in cantiere, con effetti cumulativi molto rilevanti quando le quantità sono grandi. In altre parole, l'inclusione della logistica nel calcolo obbliga a rendere misurabili quei parametri – quota di impiego in elevazione e distanza di movimentazione – che, pur essendo spesso trascurati nelle descrizioni del monumento finito, determinano in modo diretto i ritmi di cantiere e l'eventuale insorgenza di nodi critici nel processo⁸⁵¹.

Tradurre questo impianto in una procedura replicabile significa, in primo luogo, adottare la stessa logica *quantità – coefficienti di manodopera – giornate-uomo* che DeLaine esplicita quando presenta il metodo e lo implementa nelle tabelle, e in secondo luogo strutturare un flusso di lavoro che garantisca tracciabilità delle fonti e delle conversioni. La struttura di scomposizione del lavoro del cantiere (corrispondente in altre parole alla *Work Breakdown Structure*)⁸⁵² deve essere articolata almeno in scavi e preparazione, fondazioni, strutture in elevato, opere provvisoriale, produzione e impiego di malte o calce, logistica (carico, trasporto, sollevamento) e finiture, coerentemente con l'articolazione delle operazioni calcolate e discusse⁸⁵³. Perché il metodo sia effettivamente replicabile, non basta ripetere la stessa sequenza di passaggi (scomposizione del lavoro, quantificazione, applicazione di coefficienti): è necessario che i dati di partenza siano raccolti e organizzati in forme quantitative compatibili con quelle richieste dal modello. In altri termini, la replicabilità dipende dal fatto che le grandezze misurate o ricostruite, come volumi, superfici, conteggi, distanze, altezze, pesi, siano espresse nelle stesse unità di riferimento sulle quali sono calibrati i coefficienti di produttività e le funzioni correttive. Se i coefficienti operano, ad esempio, “per m³” o “per m²”, ma le quantità vengono registrate in modo non omogeneo (per blocchi, per metri lineari, per pesi senza conversione, etc.), l'applicazione del modello diventa arbitraria e i risultati non sono confrontabili tra cantieri o tra scenari.

Nel metodo adottato, questa coerenza si traduce in una regola operativa: ogni unità elementare di lavorazione deve essere descritta tramite una quantità misurabile che corrisponda direttamente alla variabile indipendente del coefficiente utilizzato. Per le lavorazioni volumetriche (ad esempio scavi, riempimenti, getti o corpi murari) la misura deve essere espressa in metri cubi (m³); per le lavorazioni legate a estensioni superficiali (ad esempio opere provvisoriale,

⁸⁵¹ DeLaine 1997, pp. 184–185; Appendix 5.

⁸⁵² In inglese WBS (Work Breakdown Structure), che DeLaine però non cita. Si tratta di un modello gerarchico che scompone un progetto complesso in componenti sempre più piccoli fino ad arrivare a unità gestibili e misurabili. La sua funzione non è quella di un cronoprogramma, ma creare la composizione logica del progetto: cosa esiste, cosa va prodotto, quali parti lo compongono e quali lavori servono per ottenerle. Senza il WBS, i coefficienti di manodopera rimangono numeri sparsi; con un WBS, ogni numero si aggancia a una parte del processo che è così possibile quantificare e confrontare.

⁸⁵³ DeLaine 1997, pp. 176–177; pp. 184–185.

carpenterie, finiture di faccia) la misura deve essere espressa in metri quadrati (m²); per le attività legate a elementi discreti (ad esempio montanti, blocchi, tamburi, architravi) la quantificazione deve essere espressa come numero di pezzi (n) e, quando rilevante, integrata da peso per pezzo e quota di posa; per le operazioni di movimentazione e trasporto la quantificazione deve includere distanze (m o km), numero di viaggi e, quando necessario, variabili di contesto come pendenza e modalità di traino. In modo analogo, quando il coefficiente incorpora un correttivo geometrico o operativo (ad esempio dipendenza dall'altezza di lavoro o dalla profondità di scavo), tali variabili devono essere registrate esplicitamente, perché il modello le tratta come parametri che modificano direttamente la produttività. Questa disciplina sulle unità di misura rende il calcolo non solo ripetibile, ma anche verificabile: chi dovesse applicare il metodo su un cantiere diverso è così messo nelle condizioni di verificare con immediatezza la catena di calcolo. Per ciascuna quantità inserita si può identificare a quale fase o unità elementare di lavorazione essa si riferisca, quale coefficiente di produttività le venga associato e in che misura la variazione di un parametro di contesto si traduca in uno scostamento del risultato complessivo. In assenza di una corrispondenza rigorosa fra le unità in cui sono espresse le quantità di input e le unità implicate dai coefficienti, il modello conserverebbe soltanto una coerenza formale, ma perderebbe solidità analitica: verrebbe meno la confrontabilità tra casi e, soprattutto, sarebbe compromessa la validità delle stime prodotte.⁸⁵⁴

Nel momento in cui l'analisi si sposta dalla sola quantificazione delle operazioni alla loro articolazione per stadi esecutivi e al controllo del ritmo complessivo del cantiere, viene introdotto il concetto di percorso critico (*critical path*), inteso come la sequenza di attività tra loro dipendenti che determina la durata minima del completamento. In questo quadro, una fase diventa "critica" quando è soggetta a vincoli di precedenza o di interferenza – ad esempio perché non può essere svolta in parallelo con altre lavorazioni o perché richiede il completamento di un passaggio propedeutico – e quindi non dispone di margini temporali senza ripercussioni sulla data finale. DeLaine utilizza tale impostazione per mettere in relazione le scelte organizzative, in particolare la modalità di suddivisione del cantiere e l'allocazione della forza lavoro fra gli stadi, con il rischio di rallentamenti sistemici. Una scomposizione in stadi appropriati, infatti, consente di attenuare la probabilità che una singola sequenza vincolata diventi il principale fattore limitante della durata complessiva, configurando un percorso critico eccessivamente penalizzante e quindi anche troppo oneroso⁸⁵⁵.

⁸⁵⁴ DeLaine 1997, Appendix 5; p. 269, nota 12.

⁸⁵⁵ "to minimise the likelihood of establishing a critical path". DeLaine 1997, p. 185.

Il sistema di calcolo, infine, è espresso in modo diretto nelle tabelle in appendice al testo. Per ciascuna operazione (*i*) e per ciascuna categoria di manodopera (*cat*), i *man-days* (*MD*) si ottengono come prodotto tra quantità (*Qi*) e *labour constant* (*LCi*), ovvero, in formula:

$$MD(i,cat) = Q_i \times LC_i$$

mentre la supervisione si ottiene applicando il moltiplicatore indicato in tabella (ad esempio 0,1 volte la manodopera di base per molte attività, oppure 0,2 per alcune lavorazioni di carpenteria)⁸⁵⁶.

3.7.3. Limiti del metodo di DeLaine. Un esempio dalla stima sui trasporti.

La replicabilità del metodo di DeLaine richiede di documentare per ogni coefficiente il relativo percorso di costruzione, ovvero la fonte primaria, la conversione delle unità e l'eventuale ricalcolo per rendere comparabili formati diversi, come l'autrice dichiara di aver fatto per Hurst; richiede anche di rendere esplicite le scelte prudenti nei casi in cui le fonti divergono, come avviene nella discussione sulla segagione del legname in rapporto alle interpretazioni dell'editto dei prezzi diocleziano proposto da Meiggs⁸⁵⁷. Nell'approccio metodologico l'autrice dichiara la natura strettamente ipotetica del calcolo e la necessità di utilizzare il condizionale per ogni interpretazione⁸⁵⁸ (al punto di ammettere la possibilità un ampio margine di errore)⁸⁵⁹.

Per esempio, per il trasporto del materiale viene ipotizzato l'utilizzo di carri, trainati da due buoi⁸⁶⁰, lunghi 4,5 m e capaci di viaggiare a una velocità di 1,5 - 2 miglia all'ora (tra i 2,4 e i 3,2 km orari), prevedendo che un'eventuale congestione stradale sulla Via Appia avrebbe potuto forse essere diluita preferendo un impiego indifferenziato del giorno e della notte⁸⁶¹. Si presume inoltre che lo smaltimento dei detriti potesse avvenire per il tramite degli stessi carri utilizzati per l'approvvigionamento di materiale, magari scaricandoli proprio nei moli o nelle cave da cui provenivano i carichi. Nel modello logistico adottato, la capacità di carico utile di un carro trainato da buoi è ricavata da DeLaine non come dato diretto, ma come stima operativa derivata indirettamente da fonti normative tardoantiche e da considerazioni sul peso del veicolo. In

⁸⁵⁶ DeLaine 1997, Appendix 5.

⁸⁵⁷ DeLaine 1997, p. 269; nota 8.

⁸⁵⁸ De Laine 1997, p. 175.

⁸⁵⁹ "We are to some extent just playing with figures here (sic!), and the margin of possible error in the actual numbers is large". De Laine 1997, p. 223.

⁸⁶⁰ Lo stesso carico poteva essere trasportato anche da 4-6 muli o asini. De Laine 1997, p. 200.

⁸⁶¹ De Laine 1997, pp. 190-192. I dati non sono assunti a partire da una fonte verificata, anzi l'andirivieni dei carri in fila sull'Appia è addotto sulla base del semplice confronto con le foto d'epoca prima dell'urbanizzazione dell'area.

particolare, DeLaine richiama i limiti massimi legali per il carico dei carri indicati nel *Codex Theodosianus*, gli *angaria*⁸⁶², pari a 1500 *librae* (circa 500 kg), e nell'*Edictum de pretiis* di Diocleziano⁸⁶³, pari a 1.200 *librae* (circa 400 kg), interpretandoli come ordini di grandezza per la capacità lorda movimentabile da un carro⁸⁶⁴.

Poiché tali limiti si riferiscono al carico complessivo, e quindi includono anche il peso del carro stesso, DeLaine procede implicitamente a una sottrazione del peso del veicolo per ottenere una stima della portata utile. Assumendo per il carro un peso nell'ordine di alcune centinaia di chilogrammi (circa 150-250 kg), coerente con veicoli robusti da trasporto pesante attestati nella letteratura tecnica sui trasporti antichi, il carico netto disponibile per i materiali risulta ridotto a una frazione del limite legale lordo. Su questa base, DeLaine adotta un valore operativo prudenziale di circa 0,23 t (230 kg) come carico utile per viaggio, che viene poi impiegato nei calcoli di numero di viaggi e di fabbisogno logistico⁸⁶⁵. Per esempio, sempre in via presuntiva, calcola che se il peso minimo di un architrave si aggirava intorno alle 10 tonnellate, allora erano dunque necessarie 40 coppie di animali, corrispondenti al numero minimo di bestie impiegate⁸⁶⁶. È metodologicamente importante sottolineare che questo valore non rappresenta una capacità tecnica certa, ma una ipotesi teorica derivata dalla combinazione di limiti legali e stime ingegneristiche sul peso del veicolo. Di conseguenza, nel lavoro sulle terme tale parametro viene trattato non come costante fissa, ma come variabile soggetta a incertezza. In coerenza con l'approccio di DeLaine, che tende ad adottare ipotesi conservative orientate a minimizzare i fabbisogni stimati, la capacità di 0,23 t può essere interpretata come stima minima (*lower bound*)⁸⁶⁷.

3.7.4. Ipotesi di applicazione del “metodo DeLaine” ai cantieri templari arcaici.

Se si volessero applicare le osservazioni di DeLaine, per esempio sul trasporto, ai cantieri templari arcaici della Magna Grecia, caratterizzati rispetto al contesto dell'Urbe da differenti condizioni stradali, pendenze, tipologie di veicolo e organizzazione del trasporto, apparirebbe opportuno utilizzare un *range* operativo di, ad esempio, 0,20 - 0,40 t per carro ed eseguire analisi

⁸⁶² CTh. 8.5.28; p. 8.5.30. Sul termine *angaria* si veda O. Seeck, *Angaria*, in RE, 1.1, 1894, p. 2184. Sul tema anche Stoffel 1994, pp. 15 ss.

⁸⁶³ *De pretiis*, 17.3; p. 14.8.

⁸⁶⁴ DeLaine 1997, p. 108.

⁸⁶⁵ DeLaine 1997, p. 108.

⁸⁶⁶ La stima è molto alta, e non è chiaro, ancora una volta, da dove questi calcoli provengano e con che margine di affidabilità.

⁸⁶⁷ Per stima minima si intende un valore che viene scelto o costruito in modo tale che, con alta probabilità, il valore reale sia uguale o maggiore, non minore. In questo contesto costituisce una capacità di carico “prudente” (bassa) per non rischiare di sovrastimare l'efficienza del trasporto, tendendo a dare un quadro “pessimista” sul piano logistico (più viaggi, più tempo), ma conservativo sul piano metodologico senza sovrastimare la capacità.

di sensibilità, al fine di valutare l’impatto della capacità di carico sulle stime complessive di trasporto, tempi e manodopera. Il caso di studio delle Tavole Palatine mette in luce i limiti di trasferibilità dei coefficienti e l’ampiezza dello scarto che può prodursi quando essi vengano applicati senza adeguata contestualizzazione. Il trasporto di materiale dalle cave tarantine⁸⁶⁸ a Metaponto, stimato intorno alle 2442 tonnellate, avrebbe richiesto, applicando i coefficienti di DeLaine circa 10.100 viaggi. Se si applicassero i soli valori espressi dal manuale di Pegoretti⁸⁶⁹, che l’autrice dichiara essere la sua principale fonte di calcolo, il margine di scostamento è altissimo: solo 890 viaggi, una cifra ben dieci volte inferiore. Dall’utilizzo indiscriminato e ciecamente fiduciario dei valori riportati nel testo di DeLaine da parte dei successivi studiosi, emerge la chiara necessità di approfondire la natura dei parametri e stabilire un adeguato compromesso⁸⁷⁰, tanto più che, trattandosi di numeri e calcoli, la storicizzazione degli errori può portare alla pubblicazione di dati errati e a stime, già labili per loro natura, lontane dalla realtà.

Elemento architettonico	Volume tot. (m ³)	Peso (ton) 27,0 kN/m ³	Trasporto (n. viaggi) (Pegoretti 1863)	Trasporto (n. viaggi) (De Laine 1997)
Tavole Palatine				
Colonne (grezze)	170,7	460	168	2.000
Colonne (rifinite)	134,1	362	132	1.574
Capitelli	44,8	121	44	44
Architravi	47,1	127,25	47	526
Cella	270	729	265	3.170
Stilobate (I)	193	521	190	2.265
Fregio***	44,8	121	44	526
TOTALE	904,45 m³	2441,25 ton	890	10.105

Tabella 1. Applicazione dei coefficienti di trasporto al caso di studio delle Tavole Palatine (Metaponto)

Tuttavia, la possibilità di applicare più in generale il metodo allo studio dei templi arcaici è elevata sul piano della logica di modellazione, perché la ricostruzione del cantiere può essere affrontata come scomposizione operativa e conversione quantitativa in manodopera; nondimeno, ancora una volta la trasposizione non può essere meccanica, poiché il modello di DeLaine, nel caso studiato, è calibrato su un contesto romano in cui sottostrutture complesse, murature e una

⁸⁶⁸ Lazzarini 2010.

⁸⁶⁹ Pegoretti 1863, p. 24. “Ogni coppia di buoi in strade di pianura, ed anche discendendo per le strade di montagna coi carichi sopra carri a ruote ferme, o sopra traini o slitte, può trasportare ogni viaggio dai 2750 ai 3000 chilogrammi di materiali, secondo la natura del veicolo da adoperarsi”.

⁸⁷⁰ Comunicazione personale di Ann Brysbaert.

serie di operazioni standardizzabili per volumi e superfici occupano un ruolo centrale nell'economia di cantiere⁸⁷¹.

Nei templi arcaici della Magna Grecia il processo è invece dominato dalla catena cava–lavorazione–trasporto–posa di elementi lapidei e dalla gestione di blocchi seriali e pesanti. Di conseguenza, l'adattamento richiede l'estensione della *Work Breakdown Structure* con moduli specifici per l'estrazione in cava, per la sbazzatura e finitura, per il trasporto fuori del cantiere, per il sollevamento e la messa in opera di elementi pesanti e per il montaggio dell'ordine con tolleranze e precisioni di incastro. Questa proposta è coerente con l'impostazione di DeLaine e ne estende il dominio materiale, costruendo nuovi coefficienti con la medesima disciplina di trasparenza, normalizzazione e prudenza che l'autrice esplicita quando discute fonti, ricalcoli e divergenze⁸⁷². L'estensione ai templi comporta inoltre un cambiamento nel tipo di grandezze dominanti: mentre molte costanti di DeLaine operano su volumi e superfici (m^3 e m^2) e su conteggi semplici, per i templi diventa spesso necessario introdurre peso per elemento (t), numero di pezzi per tipologia e altezza di posa specifica per classi (stilobate, colonnato, trabeazione), così da modellare in modo realistico le operazioni di lavorazione e di sollevamento. La coerenza con l'impianto di DeLaine sta nel trattare queste nuove variabili come parametri espliciti⁸⁷³.

Sul piano critico, va ribadito che il punto di forza del metodo è l'esplicitazione delle condizioni di base: ogni passaggio è tracciabile, e ciò consente confronti e verifiche interne ed esterne⁸⁷⁴. Il limite principale, invece, consiste nel rischio di precisione apparente quando coefficienti e parametri non sono calibrati sul contesto tecnico e logistico specifico. La soluzione coerente con DeLaine non è rinunciare al modello, ma moltiplicare la trasparenza: introdurre intervalli di grandezza e scenari, rendere esplicite le ipotesi topografiche (come DeLaine fa con i 105 m), e costruire i nuovi coefficienti documentando fonte, conversione, ricalcolo e criterio prudenziale⁸⁷⁵.

In termini di validazione operativa, stando alle parole dell'autrice, la *coerenza interna* richiede controlli dimensionali e verifiche dell'andamento delle funzioni di dipendenza da altezza e profondità, analogamente a quanto è implicito nelle costanti di sollevamento del materiale e posa delle fondazioni; la *coerenza esterna* richiede invece il confronto con evidenze archeologiche e

⁸⁷¹ DeLaine 1997, pp. 176–177; pp. 184–185.

⁸⁷² DeLaine 1997, p. 269; p. 176.

⁸⁷³ DeLaine 1997, Appendix 5; p. 269, nota 12.

⁸⁷⁴ DeLaine 1997, p. 176.

⁸⁷⁵ DeLaine 1997, p. 269; p. 269, nota 12; p. 269, nota 8.

con ordini di grandezza delle sequenze di lavoro, secondo la stessa logica con cui l'autrice utilizza tabelle di forza-lavoro per leggere la distribuzione del lavoro fra componenti e fasi⁸⁷⁶.

In conclusione, il metodo di DeLaine fornisce un impianto robusto per lo studio dei cantieri antichi perché rende computabile la relazione tra forma costruita, sequenza operativa, manodopera e logistica, e perché incorpora nel calcolo quelle operazioni ancillari che spesso determinano il costo reale del costruire. L'applicabilità ai templi arcaici della Magna Grecia è sì alta sul piano della struttura del modello, ma richiede l'estensione del repertorio dei coefficienti verso l'intera catena di estrazione e lavorazione della pietra, mantenendo invariata la disciplina metodologica che l'autrice esplicita nella costruzione e nella discussione dei *labour constants*, nelle normalizzazioni delle fonti e nelle scelte prudenziali quando i dati divergono⁸⁷⁷.

In seguito a quest'opera, ritenuta magistrale da molti autori successivi, Janet DeLaine ha ampliato le considerazioni e il metodo già descritti per le terme di Caracalla in altri contesti romani come il Pantheon e altri edifici ad Ostia, aprendo la strada a nuove riflessioni⁸⁷⁸.

3.8. Il Duemila e i seminari *Arqueología de la construcción*

L'inizio del XXI secolo è stato segnato da un rinnovato interesse per i cantieri in quanto tali, che per la prima volta diventavano oggetto dichiarato degli studi, dalla sistematizzazione dei metodi quantitativi e da un confronto accademico maturo che ha finalmente messo in relazione le diverse e diacroniche realtà dei contesti mediterranei.

Due grandi incontri, in particolare, sono ritenuti inaugurali di questa nuova stagione. Il primo, dedicato in maniera specifica ai cantieri antichi, si è tenuto nel 2001 presso l'Istituto Archeologico Germanico di Roma⁸⁷⁹, nato nel contesto di nuove indagini sui grandi monumenti e capace di riportare in primo piano dati sull'organizzazione e costruzione dei complessi pubblici; nel secondo, tenutosi a Parigi nel 2006 con un focus sulle opere pubbliche⁸⁸⁰, la comparazione fra contesti geografici diversi ha messo in evidenza sia la ricchezza delle singolarità locali, sia l'assenza di un metodo di analisi proprio per registrare sistematicamente i dati dell'organizzazione di cantiere.

⁸⁷⁶ DeLaine 1997, pp. 178–179; Appendix 5.

⁸⁷⁷ DeLaine 1997, pp. 176–177; pp. 184–185; p. 269; Appendix 5.

⁸⁷⁸ DeLaine 2000a; 2000b; 2001; 2015; 2017; 2018.

⁸⁷⁹ *Cantieri Antichi*. Giornata di studio tenutasi il 25 Ottobre 2001, *RM*, 109, 2002, pp. 340–429, Roma.

⁸⁸⁰ Bukowiecki, Dessales, Dubouloz, (coord.) 2006.

<http://www.diffusion.ens.fr/index.php?res=cycleseidcycle=276>.

Alla fine del primo decennio del secolo ha preso forma un gruppo di lavoro internazionale, concretizzato nei seminari dal titolo *Arqueología de la construcción*, tenutisi in diverse città tra il 2007 e il 2015⁸⁸¹, con l'obiettivo dichiarato di dare centralità a temi raramente autonomi nelle monografie: dinamica produttiva, tempi, modalità e organizzazione del lavoro, approvvigionamento dei materiali, qualità e quantità della manodopera. I seminari e i relativi atti, pubblicati in altrettanti volumi, si configurano come l'esito di una convergenza fra filoni di ricerca che, fino ai primi anni Duemila, avevano trattato l'edificio antico soprattutto come forma, per tipologie, stile, decorazione, lasciando spesso sullo sfondo la ricostruzione del cantiere come processo produttivo. Sul piano metodologico, la serie di studi si colloca in continuità con l'archeologia dell'architettura e basa l'analisi sul riconoscimento di elementi materiali che informano l'organizzazione e gestione del cantiere, usando metodi e sistemi di registrazione non differenti dall'archeologia stratigrafica. La conseguenza è un cambio di scala analitica: la successione stratigrafica dei contesti, in particolare quelli "orizzontali" di cantiere, e la lettura di tracce spesso ignorate come materiali non impiegati, residui di malta, dispositivi di organizzazione, diventano dati per quantificare ciascuna operazione e avvicinarsi alla definizione dei ritmi e dei tempi della costruzione; in questa prospettiva, la tradizionale articolazione in unità e fasi può risultare insufficiente quando l'obiettivo è ricostruire dinamiche e tempi del lavoro.

È precisamente su questo terreno che la serie *Arqueología de la construcción* innesta con decisione la quantificazione in senso "energetico", ovvero il calcolo delle ore-uomo o giornate-uomo come prodotto di volumi e superfici per i coefficienti di produttività, assumendo come riferimento ricorrente il modello inaugurato dagli studi di Janet DeLaine, indicato come esempio solido e "da seguire" per la ricostruzione di cantieri monumentali⁸⁸² e come valore di riferimento (o *benchmark*) che stimola, già a partire dai primi seminari, una moltiplicazione di tentativi di calcolo circa manodopera, materiali e lavoro.

Nei contributi del primo volume⁸⁸³, la quantificazione viene utilizzata per misurare la fattibilità tecnica del cantiere e i suoi vincoli. Jean-Luc Prisset, con il caso studio del portico Nord di Saint-Romain-en-Gal (metà I sec. d.C.), esplicita l'uso di dati quantitativi per stimare volumi di terra e murature, fabbisogno di materiali, esigenze di trasporto e, in modo più cauto, la manodopera.

⁸⁸¹ Mérida (ottobre 2007), Siena (novembre 2008), Parigi (dicembre 2009), Padova (novembre 2012), Oxford (aprile 2015).

⁸⁸² Pizzo 2009, p. 32; p. 40.

⁸⁸³ Camporeale et al. 2008.

In particolare, riprende i coefficienti per lo scavo di fondazioni di DeLaine⁸⁸⁴ e li discute come valori massimali confrontandoli con l'ordine di grandezza del cantiere delle terme di Caracalla⁸⁸⁵. Nello stesso studio, la traduzione dei vincoli logistici in giornate di trasporto e l'ipotesi di “quindici carri a tempo pieno” con rischio di ingorgo del cantiere mostra come la stima della forza-lavoro non sia separabile dalla capacità di assorbire quotidianamente il flusso dei materiali⁸⁸⁶.

Camporeale, Papi e Passalacqua applicano invece un protocollo esplicitamente comparativo a Volubilis⁸⁸⁷, nella Mauretania Tingitana, dichiarando che, in assenza di sperimentazioni dirette sui tempi di lavorazione della pietra, ricorrono a un manuale di estimo per ottenere valori minimi di riferimento (quantità di materiali, manodopera, durata), richiamando il quadro metodologico contenuto negli studi di DeLaine⁸⁸⁸. Per la posa dei blocchi in calcare dichiarano l'uso della formula adottata in DeLaine⁸⁸⁹ e per i tempi di squadratura assumono, con cautela, valori più bassi da Pegoretti del 1869⁸⁹⁰. Il modello incorpora poi parametri climatici, assumendo 300 giorni per anno come finestra complessiva delle attività, ma solo 200 giorni per murature con malta per evitare estremi termici che influirebbero sul “tiraggio”, con rinvii espliciti a DeLaine⁸⁹¹ e Frontino⁸⁹². Da qui derivano stime di forza-lavoro in base alle competenze (giornate-uomo sulla base di manodopera specializzata e non) e, infine, una proposta di squadra tipo, stimata in circa 10–12 uomini, incluso il capomastro, per sostenere il ritmo del cantiere di una domus nel periodo dei 200 giorni⁸⁹³. Nella stessa logica, l'arco di Caracalla studiato dagli autori viene tradotto in fabbisogno di pietra lavorata e quindi in giornate-uomo: per 1.160 blocchi vengono calcolate circa 2.320 giornate-uomo e la necessità di almeno 10 scalpellini impiegati a tempo pieno per fornire il materiale in meno di un anno. Un dato ancora più interessante è che, per il trasporto, vengono utilizzate inedite “stime tratte da un'indagine iniziata sui trasporti a trazione animale nelle fattorie del territorio di Siena e Grosseto all'inizio del XX secolo”⁸⁹⁴, calcolando che per 1350 tonnellate di materiale fossero necessari almeno 1700 carri con una velocità oraria di circa 3 km.

⁸⁸⁴ 0,14 giorno/m³/uomo per fondazioni <1,6 m e 0,15 giorno/m³/uomo per fondazioni >1,6 m. DeLaine 1997, p. 268.

⁸⁸⁵ Prisset 2008, p. 135, n. 15.

⁸⁸⁶ Prisset 2008, p. 137.

⁸⁸⁷ Camporeale, Papi, Passalacqua 2008, p. 298, n. 65.

⁸⁸⁸ DeLaine 1997, pp. 103–109; 2000a; p. 1996.

⁸⁸⁹ DeLaine 2000a, p. 258.

⁸⁹⁰ Camporeale, Papi, Passalacqua 2008, p. 299, n. 67.

⁸⁹¹ DeLaine 1997, pp. 105–106, DeLaine 1996, p. 177.

⁸⁹² *Aq.* 123.

⁸⁹³ Camporeale, Papi, Passalacqua 2008, p. 301.

⁸⁹⁴ Camporeale, Papi, Passalacqua 2008, p. 307, n. 81.

Nel secondo volume⁸⁹⁵ la quantificazione entra anche nei grandi cantieri urbani di Roma. Meneghini e Bianchi impostano il cantiere del Foro di Nerva, della fine I sec. d.C., come sistema traducibile in cifre, mediante il calcolo volumetrico dei materiali, ottenendo per le sole opere in *opus caementicium* poco più di 26.000 giornate lavorative e traducendole in una presenza media di 120 persone per 220 giorni all'anno, escludendo i mesi freddi o piovosi, con una stima complessiva di 140-150 presenze al giorno, includendo altre maestranze⁸⁹⁶. Gli stessi autori mostrano come la quantificazione della forza-lavoro si giochi anche sul confronto fra coefficienti: per il lastricato marmoreo del Foro di oltre 4.500 m² stimano l'apporto di circa 40 uomini per sei mesi, applicando Pegoretti, e 50-55 persone per 145 giorni, applicando i coefficienti di DeLaine ed esplicitando anche la regola di calcolo di Pegoretti⁸⁹⁷.

Nello stesso volume, Mar e Pensabene formalizzano un set di indici e formule per passare dalla geometria del manufatto alle ore-lavoro e poi al costo: per la sbazzatura in cava adottano indici in ore/m³⁸⁹⁸, mentre per l'apparecchio rustico introducono formule di approssimazione delle superfici di lavoro di forme complesse⁸⁹⁹, convertendo infine le ore in *denarii* attraverso l'applicazione dell'Editto di Diocleziano e integrando i parametri tratti da DeLaine per i rivestimenti e i pavimenti⁹⁰⁰.

La stessa logica viene applicata anche a fenomeni di smontaggio e reimpiego: Simon Barker stima per il Pantheon 4.600 giornate-uomo per la sola demolizione del portico e 43.000 per l'intero edificio, equivalenti a una forza-lavoro di 200 uomini per un anno, e confronta questi valori con le stime di costruzione fornite da DeLaine e Triantafyllou, ovvero 340.000 giornate-uomo oltre a 63.000 per la lavorazione degli elementi architettonici⁹⁰¹.

Accanto ai coefficienti tratti dalla manualistica ottocentesca, il secondo volume ospita modelli fondati sull'archeologia sperimentale: a Doura Europos, Matilde Gelin assume come riferimento una produttività di 0,2241 m³/ora-uomo⁹⁰² e la usa per tradurla in ore di lavoro; in uno scenario d'urgenza come l'attesa dell'arrivo di truppe nemiche⁹⁰³, introduce un parametro organizzativo

⁸⁹⁵ Camporeale et al. 2010.

⁸⁹⁶ Meneghini e Bianchi, 2010, p. 76.

⁸⁹⁷ m² × coefficiente 16,25 = ore totali: 73.653. Meneghini, Bianchi 2010, p. 78, n. 22.

⁸⁹⁸ Ad esempio per i fusti 160 ore/m³; per capitelli, basi ed epistili 157,5 ore/m³.

⁸⁹⁹ Ad esempio per i fusti: $a(2 + 0,25/x)$.

⁹⁰⁰ Mar e Pensabene 2010, pp. 533–534.

⁹⁰¹ Barker 2010, pp. 137–139.

⁹⁰² Ricavati da Fathy 1970, p. 153 e Aurenche 1977, p. 42 (che cita D'Aloay).

⁹⁰³ Il tema è interessante e può essere applicato alle dinamiche tra *poleis* in Occidente in contesti storici di conflitto.

di tre turni (8 ore per 3 squadre ogni 24 ore) e arriva a ipotizzare l'impiego di 240 persone per sostenere a pieno ritmo la produzione di mattoni crudi⁹⁰⁴.

Il terzo incontro viene presentato come un cambio di passo⁹⁰⁵, preferendo abbandonare l'impostazione regionale dei primi due volumi per proporre una sintesi tematica dei dati disponibili sull'economia delle opere⁹⁰⁶. Tale scelta è collocata esplicitamente in una genealogia storiografica che riconosce ad Auguste Choisy il merito di aver posto per primo il problema dell'economia della costruzione romana, leggendo l'arte del costruire come una questione di organizzazione e come ricerca di economia dei mezzi orientata alla riduzione dei costi e alla rapidità di esecuzione⁹⁰⁷.

Un caso eccezionale di quantificazione diretta dei tempi di cantiere è offerto dalle terme di Traiano, dove nell'edera sud-ovest sono state identificate almeno 60 iscrizioni dipinte con date relative alle giornate di lavoro, con una frequenza tale da suggerire un'apposizione quasi quotidiana. La comparazione delle iscrizioni permette di riconoscere più squadre in parallelo e di stimare che sono stati necessari quasi due mesi per realizzare 15 m di muratura d'alzato⁹⁰⁸.

Un ulteriore parametro quantitativo, spesso assente nelle sole stime volumetriche, riguarda lo stoccaggio e la movimentazione dei materiali in cantiere. Evelyne Bukowiecki propone, per Roma, un modello di deposito modulare basato su un'unità di $1,8 \times 1,8$ m (circa 3,2 m²) con altezza verosimilmente limitata a 1,2-1,5 m per consentire una movimentazione agevole⁹⁰⁹.

Dopo i primi tre incontri volutamente ad ampio raggio, gli editori hanno dichiarato la scelta di avviare una nuova fase di *workshop* dedicati alle singole fasi del processo costruttivo, affrontando a Padova nel 2012 una delle operazioni a monte del cantiere, ovvero la scelta e il reperimento delle materie prime, con particolare attenzione ai materiali naturali e quindi alle cave per pietra da costruzione⁹¹⁰. Viene criticata la prevalenza di studi indiretti sulle cave, come la ricostruzione a ritroso dal manufatto al luogo di provenienza, spesso orientati soprattutto al

⁹⁰⁴ Gelin, 2010, pp. 447–448.

⁹⁰⁵ Camporeale et al. 2012.

⁹⁰⁶ Gli autori precisano che l'espressione "economia delle opere" è usata in senso plurimo e almeno su due piani: una economia interna del cantiere, intesa come gestione del processo costruttivo (materiali, tecniche, ripartizione delle maestranze, tempi di esecuzione); una economia esterna, cioè l'inserimento dell'opera in un contesto economico più ampio, leggibile attraverso costo reale e quantificazione del lavoro, e attraverso le relazioni giuridiche e sociali che determinano protagonisti, promotori e condizioni dell'intervento. Camporeale et al. 2012, pp. 10–11.

⁹⁰⁷ Camporeale et al. 2012, pp. 9–10.

⁹⁰⁸ Volpe e Rossi 2012, p. 75.

⁹⁰⁹ Bukowiecki 2012, p. 166. L'autore si riferisce in questo caso allo stoccaggio di *bipedales*.

⁹¹⁰ Bonetto et al. 2014.

commercio dei materiali lapidei, in particolare i marmi, e alla gestione e amministrazione delle cave imperiali: l'obiettivo del convegno è stato invece quello di raccogliere contributi che analizzassero l'estrazione mettendo in relazione cave e cantieri.

Jean-Claude Bessac, pioniere della materia, quantifica la resa di un cavatore tradizionale in 3-4 m³ al giorno⁹¹¹ per blocchi in grande apparecchio; in condizioni meno favorevoli i tempi possono arrivare, per l'autore, a circa 60 ore per m³. Nello stesso passaggio si propone anche una catena produttiva semplificata costituita da tre figure con differenti e rispettive capacità di lavoro: per un cavatore 7-8 m³/giorno, per uno scalpellino 2 m² di paramento, per un muratore o manovale 2 m³ di muro⁹¹².

Rita Volpe presenta una stima esplicita per le mura Aureliane, dove per circa 11 km di fortificazione sarebbero necessarie 2.310.000 giornate-uomo (210 giornate-uomo per metro lineare), e traduce l'ordine di grandezza in contingenti: assumendo una stagione lavorativa di circa 270 giorni elabora una stima di 8.555 persone impiegate per almeno un anno⁹¹³.

Yuri Marano riporta il dato sperimentale dell'estrazione di un blocco di marmo tasio (1×0,50×0,25 m; circa 357 kg) che richiede 22 ore e 30 minuti di lavoro di un operaio, confrontandolo poi con l'economia della Carrara medievale e moderna, dove il prezzo di una "carrata" di marmo grezzo (grossomodo 1/3 m³, circa 800 kg) equivale all'incirca al costo di 2-3 giornate di lavoro di una squadra di 3-4 individui⁹¹⁴.

Infine, nell'ultimo volume⁹¹⁵ la quantificazione assume una dimensione di pianificazione, nella misura in cui consente di ricostruire la curva temporale di impiego della forza-lavoro e, di conseguenza, i picchi e le flessioni della domanda di manodopera nel corso del cantiere. Per esempio Maschek stima lo sforzo costruttivo, ancora una volta sulla scorta di DeLaine, correlando i calcoli con la finestra annuale dedicata alla gettata del calcestruzzo, ovvero tra marzo-aprile e ottobre-novembre, ricavata da Frontino⁹¹⁶ e dalle iscrizioni delle terme di Traiano, e individua, per il santuario a terrazze di Tusculum, picchi iniziali di produzione di circa 50 lavoratori non specializzati⁹¹⁷.

⁹¹¹ Per una giornata calcolata come "di una decina d'ore".

⁹¹² Bessac 2014, p. 28.

⁹¹³ Volpe 2014, p. 65. Si discute anche l'ipotesi di 92.400 giornate-uomo all'anno, che su una stagione di otto mesi corrisponderebbe a circa 385 persone contemporaneamente, ritenute poche su un circuito di 11 km.

⁹¹⁴ Marano 2014, p. 417.

⁹¹⁵ Camporeale et al. 2016.

⁹¹⁶ *Aq.* 122-123.

⁹¹⁷ Maschek 2016, pp. 320-321.

Nel loro insieme, questi casi mostrano come *Arqueología de la construcción* si collochi nella storia degli studi sui cantieri come un passaggio fondamentale e condiviso dalla descrizione delle tecniche alla costruzione di grandezze confrontabili (volumi, coefficienti, giornate/ore-uomo, costi), facendo della standardizzazione dei parametri e della loro esplicita dichiarazione, come coefficienti, formule, stagionalità, organizzazione per squadre e turni, il presupposto per una comparazione storicamente significativa fra cantieri, epoche e contesti diversi.

3.9. Una nuova attenzione per l'Egeo minoico e miceneo. Il lavoro di Maud Devolder

In una sempre più crescente serie di contributi sull'Egeo preclassico, il volume di Maud Devolder, *Construire en Crète minoenne. Une approche énergétique de l'architecture néopalatiale* del 2013, si colloca esplicitamente nel filone dell'*architectural energetics* inaugurato, in ambito mesoamericano, dal lavoro contenuto in *How the Maya Built Their World*. L'autrice indica il testo di Elliot M. Abrams come "fondatore", dichiarando di farvi riferimento in modo ricorrente; al tempo stesso riconosce la necessità di ampliare il campo delle fonti per adattare i costi standard al contesto minoico⁹¹⁸. In parallelo, il lavoro si innesta nella tradizione mediterranea inaugurata per l'architettura romana da Janet DeLaine, che nella ricostruzione storiografica rimane un antecedente metodologico importante, seppure usato da Devolder in modo non sistematico.

Nel quadro egeo, l'apporto costituisce un punto di svolta perché sposta l'attenzione dalle sole tecniche e dai materiali, ambito in cui si erano già distinti dagli anni Settanta i lavori di Joseph Shaw⁹¹⁹, o da un impiego sporadico del metodo⁹²⁰, verso la misura comparabile del lavoro necessario a costruire le opere architettoniche, con l'intento di rendere confrontabili edifici diversi mediante un lessico quantitativo comune. In questa prospettiva, va rilevata la scelta consapevole dell'autrice di evitare un lessico architettonico connotato in termini di civiltà, privilegiando invece una terminologia più neutra, come "ambiente costruito"⁹²¹, e, in parte, un vocabolario di matrice industriale, insieme a un'impostazione marcatamente economica: elementi che nel loro complesso attestano il carattere innovativo della ricerca. L'obiettivo esplicito è fornire un metodo "energetico", termine che ricorre emblematicamente già nel titolo del volume⁹²², con cui calcolare il tempo necessario alla costruzione degli edifici della Creta

⁹¹⁸ Devolder 2013, p. 11.

⁹¹⁹ Shaw 1973; Shaw 1985; Shaw 2009; Shaw 2015.

⁹²⁰ Wright 1987; McEnroe 2010.

⁹²¹ Devolder 2013, pp. 4-6.

⁹²² "...aucun n'avait osé en faire, comme c'est le cas ici, le cœur de ses travaux, encore moins d'une monographie. Saluons d'ores et déjà l'originalité du sujet." (Rougier-Blanc 2014, p. 255).

neopalaziale e testarne la validità tramite l'applicazione a più casi studio, precisamente 23 edifici in 8 siti, discutendo poi i risultati in forma comparativa con tabelle e diagrammi, con l'ambizione di passare dal costo-lavoro alla scala della forza lavoro.

Il nucleo del modello è la nozione di *coût standard*: la durata del cantiere viene ricondotta alla somma dei costi standard delle singole operazioni edilizie, espressi come coefficienti medi in m³ per *h-p* o m² per *h-p* (dove *h-p* = *heure de travail par personne*)⁹²³. Questi coefficienti vengono applicati ai volumi e alle superfici dei diversi materiali e componenti per stimare la durata complessiva del processo costruttivo. La procedura coincide ancora una volta con una catena in due passaggi: la quantificazione dei volumi o superfici e la conversione in costi di lavoro mediante costi standard per ciascun compito (approvvigionamento, trasporto, manifattura, posa, etc.). Devolder organizza i costi standard secondo compiti e materiali, trattando in sequenza: preparazione del terreno, murature in pietra e mattoni, elementi lignei, soprattutto orizzontamenti e coperture. I parametri sono poi ricapitolati in tabelle sinottiche dettagliate⁹²⁴, di grande utilità per un confronto comparato e per un tentativo di elaborazione di un metodo applicato ai cantieri arcaici⁹²⁵.

Dal punto di vista effettivo, l'insieme delle fonti risulta composito: accanto ai già citati Abrams e a DeLaine, entrano nella costruzione delle formule manuali tecnici ottocenteschi⁹²⁶, letteratura etnografica dall'Egitto contemporaneo⁹²⁷, contributi sperimentali dall'Egitto antico⁹²⁸ e formule ingegneristiche per la trazione e il trasporto da un caso di studio greco⁹²⁹. Questa pluralità di fonti costituisce una risorsa, perché consente di colmare vuoti documentari, ma anche uno dei

⁹²³ D'ora in avanti nel testo verranno utilizzati indifferentemente "h-p" o "ore-persona".

⁹²⁴ Devolder 2013, pp. 42-47.

⁹²⁵ Si veda il capitolo dedicato all'elaborazione del metodo per le fabbriche templari arcaiche.

⁹²⁶ Pegoretti 1869.

⁹²⁷ Fathy 1989. Nel suo resoconto (vedi anche la prima edizione del 1969 e il testo del 1972) sulla riscoperta delle tecniche tradizionali in terra cruda nel villaggio di Gournah, nell'Egitto contemporaneo, Hassan Fathy offre indicazioni operative su pianificazione e processo di cantiere, discutendo pro e contro di scelte tipologiche ed elementi architettonici: particolarmente utili sono le appendici, dove formalizza costi e stime di manodopera e materiali e i tassi di esecuzione delle lavorazioni (*rates*), cioè parametri replicabili per stimare tempi e lavoro (Fathy 1989, pp. 251 ss.).

⁹²⁸ Stocks 2003. L'autore analizza e ricostruisce le principali tecniche di lavorazione della pietra nell'Egitto faraonico per il tramite di evidenze archeologiche dirette (tracce di segazione e di foratura, nonché residui di abrasivo e di prodotti di corrosione rameosa), letteratura egittologica di riferimento su tecniche e materiali (in particolare Petrie 1917; Lucas e Harris 1962, oltre ad altri studi su cave e strumenti), e confronto con sperimentazioni moderne. Su tale base adotta e sistematizza un approccio quantitativo, definendo e misurando parametri replicabili — quali la velocità di asportazione (*cutting rate*), il tasso di usura (*wear rate*), il consumo di abrasivo e l'organizzazione delle squadre — e sottoponendo i risultati a verifica mediante confronto con le tracce osservabili nei manufatti e nei contesti antichi.

⁹²⁹ Raepsaet 1987; Raepsaet e Tolley 1993.

punti più discussi del modello, perché amplia lo spazio delle analogie e quindi dei possibili scarti rispetto al contesto antico specifico⁹³⁰.

3.9.1. La formulazione dei *coût standards*

Per la preparazione del sito, Devolder formalizza l'operazione del livellamento predisponendo costi standard distinti per le operazioni di sbancamento e reinterro⁹³¹. Il dato più facilmente replicabile è la tabella delle costanti orarie medie di estrazione della terra (m³ per ora-persona), articolata per tre tipi di terreno: leggero e granuloso (1–1,2 m³/h-p), pesante, ovvero marnoso e argilloso (0,4–0,6 m³/h-p), duro e roccioso (0,3–0,4 m³/h-p). Nello stesso passaggio viene aggiunto un valore specifico per l'estrazione di calcare molto tenero (0,3398 m³/h-p) ricavato dal manuale di ingegneria di Rea⁹³². Sul piano critico, è stato rilevato che l'adozione di questi costi standard, derivati da contesti moderni o extra-egei come l'Africa tropicale e la Gran Bretagna, o dalla manualistica ottocentesca, pone problemi di comparabilità, soprattutto per le differenze di attrezzi e di condizioni locali⁹³³.

Nella costruzione delle costanti per la pietra, stima l'estrazione di 1 m³ di materiale litico in 101 h-p, ricavato dalla media dei dati forniti dai lavori di Pegoretti (1 m³ estratto in quattro giorni da un lavoratore specializzato e due assistenti, ovvero in 120 h-p)⁹³⁴ e di Christiane Klapisch-Zuber (1/3 di m³ di marmo di Carrara estratto da 2, 5 a 3 giorni da un solo uomo, ovvero 75-90 h-p per m³)⁹³⁵, scartando invece quelli di Tony Kozelj (0,125 m³ di marmo tasio estratto in 22,5 ore, ovvero 180 h-p per m³)⁹³⁶. Il dato si differenzia di molto dalle stime di Bessac, riportate dall'autrice nel testo, di 1 m³ per giorno per persona, sottolineando la difficoltà di calcolare questi standard quando si attinge da contesti diversi, con l'impiego di differenti strumenti (anche il metallo dello strumento di taglio incide sulla resa produttiva), o senza tenere in conto la dimensione delle facce dei blocchi, che condizionano direttamente i canali preparatori di estrazione: a parità di volume, le superfici dei blocchi possono variare in relazione alle dimensioni delle facce, e questo inevitabilmente fa entrare nelle formule valori diversi in m² per uno stesso volume in m³⁹³⁷. Un elemento metodologicamente importante è anche l'attenzione

⁹³⁰ Fotou 2016, p. 73.

⁹³¹ Devolder 2013, pp. 12–13.

⁹³² Devolder 2013, p. 13.

⁹³³ Fotou 2016, p. 60.

⁹³⁴ Pegoretti 1869, I, pp. 159, 280-283 (citato anche da DeLaine 1997, p. 121). Per giorno si intende la giornata-tipo di lavoro che Pegoretti stima in 10 ore.

⁹³⁵ Klapisch-Zuber 1969, p. 147 (citato anche da DeLaine 1997, p. 121).

⁹³⁶ Kozelj 1988, pp. 36-39. L'autrice tuttavia scarta questo dato in quanto, da una comunicazione personale dell'autore apprende che il calcolo è basato sull'uso di uno scalpello (*ciseau*) e non di un piccone (*pic*).

⁹³⁷ Devolder 2013, p. 22, nota 103.

alla massa dei materiali: l'autrice include una tabella di masse volumiche per diversi tipi di pietre, utile per trasformare volumi in pesi e quindi per stimare trasporto e trazione (graniti 2,54–2,80; calcari poco consolidati 1,70–2,60; calcari o dolomie compatti 2,65–2,85; etc.)⁹³⁸.

Nel trattare il trasporto, Devolder non mira tanto a ricostruire in modo realistico ogni singolo spostamento, quanto a costruire un insieme di relazioni generali e applicabili anche quando la documentazione archeologica è incompleta. L'obiettivo dichiarato, infatti, è rendere il trasporto calcolabile e comparabile tra casi diversi mediante poche grandezze osservabili o stimabili: carico, distanza, pendenza, velocità e tempo di lavoro, esplicitando sempre dove finiscono i dati e dove iniziano le ipotesi⁹³⁹. In questo senso, la parte innovativa è l'operazione di ricomposizione di fonti eterogenee, ingegneristiche, sperimentali e storico-etnografiche in un set ridotto di formule operative. Nell'approccio al problema, vengono distinte due situazioni operative. Il trasporto dei carichi pesanti, come i blocchi, è legato alla trazione: si rende necessario capire se, date le resistenze del fondo, ovvero il piano su cui si muove il carico, e le pendenze, sia fisicamente possibile muovere quel peso. Il trasporto dei materiali divisibili, come terra o pietrame minuto, è invece legato all'efficienza del ciclo, ovvero a quante volte si riesce a compiere viaggi di andata con carico e ritorno senza carico in una giornata⁹⁴⁰.

Per i carichi pesanti, Devolder usa una formula semplice per dire quanta forza di trazione serve a muovere un blocco lungo un percorso: la trazione T richiesta aumenta quando aumenta il peso del carico Q , ma aumenta anche se il percorso è sfavorevole. La relazione è esplicitata dalla formula:

$$T = (f + p) Q$$

Questo effetto del percorso è riassunto in due termini: f , che rappresenta le resistenze dovute al fondo e al modo di trasporto (ruote, rulli, slitte), e p , che rappresenta l'aumento di fatica dovuto alla pendenza. In sostanza si esprime un assunto logico: più il carico è pesante, più il terreno è difficile e più la strada è in salita, più forza serve. La formula serve quindi a rendere esplicite queste dipendenze, invece che lasciarle implicite nel calcolo⁹⁴¹. Quando non è possibile descrivere il percorso e la tecnologia del traino, la stima viene ricondotta a un modello: si assumono una velocità e un carico standard per viaggio, quindi si calcolano numero di viaggi e

⁹³⁸ Devolder 2013, p. 22, tab. 3, a sua volta ricavati da Schumann 1989, pp. 226, 254, 302, 328. La durezza delle pietre e gli utensili, tuttavia, incidono drasticamente sui costi standard, rendendo rischiosa una trasposizione "per famiglie" di materiali (Fotou 2016, pp. 65–66).

⁹³⁹ Devolder, 2013, pp. 24–25.

⁹⁴⁰ Devolder, 2013, pp. 26–31.

⁹⁴¹ Devolder, 2013, pp. 26–27.

tempo totale in funzione della distanza. Devolder esplicita il procedimento e indica determinati valori convenzionali, ad esempio un carico di 2.100 kg per viaggio, dedotto dai calcoli di Raepsaet, e una velocità di 1,67 km/h⁹⁴², formalizzata da DeLaine.

Per i materiali divisibili, Devolder imposta il trasporto in termini di rendimento giornaliero tramite una formula, attribuita ad Aaberg e Bonsignore, che esplicita il ciclo andata-ritorno:

$$Q * \left(\frac{1}{\frac{L}{v} + \frac{L'}{v'}} \right) * h$$

dove il carico Q è rapportato al tempo di un ciclo e moltiplicato per le ore disponibili h ⁹⁴³. Anche qui Devolder rende il modello applicabile assumendo un carico medio per viaggio, di circa 40 kg, quando mancano misure specifiche⁹⁴⁴. In questo ambito, l'errore principale non nasce tanto dalla formula quanto dai parametri: velocità non motivate e conversioni massa-volume basate su densità standard possono produrre stime poco solide; quando possibile, sarebbe preferibile derivare tali conversioni da misure campionarie sui materiali reali. Inoltre, esiste il rischio che segmenti di trasporto difficili da modellare, come ad esempio il trasporto via acqua, vengano esclusi senza essere trattati come fonte esplicita di sottostima⁹⁴⁵. Un passaggio metodologico significativo, infatti, e molto rilevante per templi costieri o con cave servite da fiumi o dal mare, è la scelta di non quantificare il trasporto marittimo e quello fluviale perché impossibile da definire⁹⁴⁶. Per i mattoni crudi, la critica entra nel merito di una differenza di processo: la preparazione dell'impasto per laterizi cotti, derivata dalla manualistica con Pegoretti e adottata anche da DeLaine, non è sovrapponibile alla produzione tradizionale di mattoni crudi analizzata da Fathy, e questo scarto si riflette nei coefficienti per l'impasto che risultano molto divergenti. Il punto è importante perché mostra come, anche a parità di categoria, in questo caso i mattoni, la filiera produttiva modifica radicalmente le costanti⁹⁴⁷.

3.9.2. Critiche e limiti del metodo di Devolder

Le criticità maggiori formulate per il metodo esposto nella monografia di Devolder non colpiscono l'impianto generale del metodo del quantificare volumi e superfici e convertirli in

⁹⁴² Devolder, 2013, pp. 27–28.

⁹⁴³ Aaberg e Bonsignore, 1975, p. 46, citato in Devolder, 2013, p. 30.

⁹⁴⁴ Devolder, 2013, pp. 29–31.

⁹⁴⁵ Fotou, 2016, p. 65.

⁹⁴⁶ Devolder 2013, p. 28.

⁹⁴⁷ Fotou 2016, p. 67.

ore-persona, bensì la robustezza empirica dei coefficienti e la coerenza delle catene operative. Da un lato, l'adozione di costanti derivate da contesti distanti tra loro, geograficamente (la giungla honduregna analizzata da Abrams, ben differente dalle montagne cretesi) e cronologicamente (manualistica preindustriale, fonti tecniche moderne), espone il modello a scarti difficilmente controllabili quando cambiano strumenti, materiali e condizioni di lavoro; questo problema è segnalato già nelle scelte relative ai costi standard per lo scavo, dove differenze di attrezzi e contesti locali possono alterare sensibilmente i coefficienti adottati. Dall'altro lato, alcuni passaggi sensibili della catena sono trattati con semplificazioni che, proprio perché incidono su voci ad alto peso, come trasporto, lavorazione della pietra o legname, possono distorcere i risultati⁹⁴⁸.

Per quanto riguarda il trasporto, in particolare, la generalizzazione applicata alle sue formule presenta una serie di limiti. Infatti, se, da un lato, un modello per viaggi rischia di sottostimare il trasporto laddove non includa tempi inevitabili come carico e scarico, e soprattutto il rientro del mezzo, dall'altro, l'idea di un carico standard unico è fragile, poiché tale valore dipende da pendenze, attriti e configurazione del tiro, e usarlo come standard indipendentemente dalla topografia o dal percorso effettivo può rivelarsi metodologicamente incoerente. Inoltre, alcuni confronti con capacità di carico discusse in letteratura indicano valori molto inferiori, suggerendo ulteriore prudenza nell'assumere come neutro il parametro normalizzato⁹⁴⁹.

Nel trasporto manuale, pur riconoscendo l'interesse della formalizzazione, si osserva che la conversione massa-volume e l'uso di densità tipologiche per materiali molto variabili, come il pietrame, rischiano di essere poco praticabili senza campionamenti diretti sul materiale reale⁹⁵⁰. Un punto cieco particolarmente rilevante per contesti costieri è la scelta di non sistematizzare il trasporto marittimo e fluviale, motivata dall'eccesso di incognite⁹⁵¹; la critica insiste però sul fatto che, in alcuni casi, il trasporto di blocchi o di travi poteva svolgersi quasi interamente via acqua e che l'omissione dovrebbe quantomeno riflettersi in modo esplicito nei risultati complessivi⁹⁵².

Per quanto riguarda il taglio della pietra, invece, usare costi standard di taglio ricavati da prove su pietre diverse e con utensili in acciaio pone un problema strutturale, perché i tempi di

⁹⁴⁸ Devolder (2018, p. 166) ammette tuttavia: *"we should remind that the decimals kept after commas are no pretention for providing absolute labour costs, but the illustration for a wish at coherent calculations"*.

⁹⁴⁹ Fotou, 2016, p. 63.

⁹⁵⁰ Fotou, 2016, p. 64.

⁹⁵¹ Devolder 2013, p. 28.

⁹⁵² Fotou 2016, p. 65.

lavorazione cambiano molto al variare delle proprietà fisiche della pietra, come durezza e tessitura. Anche quando il dato sperimentale è solido, come negli esperimenti di Stocks, resta discutibile non applicare la correzione che lo stesso autore propone per avvicinare il risultato a un ritmo coerente con quello antico, stimato circa doppio⁹⁵³. Inoltre, altre prove di Stocks mostrano che non si può estendere un unico valore per pietre dure a qualsiasi litologia: per esempio, con una sega in rame, il taglio di calcare duro e calcite risulta rispettivamente 9 e 18 volte più veloce del granito⁹⁵⁴. Questo rende rischioso adottare un solo coefficiente di taglio per materiali differenti. C'è infine un problema pratico: molti blocchi di arenaria tenera, poros e gesso possono essere lavorati sia a scalpello sia a sega; quando però non si vedono tracce di utensili sui blocchi, non è chiaro quale dei due costi standard applicare, e la stima del lavoro diventa incerta⁹⁵⁵.

Un altro punto delicato è riscontrabile nella sezione sul legno, dove la costruzione dei costi standard poggia quasi interamente su due sole voci: abbattimento e prima movimentazione del tronco, che vengono poi applicate a pali, travetti, travi principali e perfino ai fusti di colonna. Questa procedura presuppone classi dimensionali fissate a priori (diametri medi differenziati per quattro categorie) e vengono ricavati così tempi in ore-persona per ciascun elemento, arrivando anche a stimare il tempo per metro quadrato nel caso dei pali più piccoli, mediante l'ipotesi di una lunghezza standard. Il problema è che, così impostata, la quantificazione tende a fermarsi alla gestione primaria dell'albero e non include passaggi determinanti per un cantiere: riduzione in pezzi di lunghezza uniforme, come tagli trasversali e rifilature, e squadratura, operazioni che possono incidere in modo rilevante sul tempo complessivo⁹⁵⁶. A ciò si aggiunge una seconda lacuna: l'assenza di una stima per la carpenteria di connessione (incastri, tacche, tenoni e mortase), per la messa in opera e per il fissaggio degli elementi lignei e dei pali. In sostanza, il computo considera quanto costa ottenere il legname e maneggiarlo in prima battuta, ma non quanto costa trasformarlo e assemblarlo come sistema strutturale in solai e coperture, che è spesso la parte più dispendiosa in termini di manodopera specializzata⁹⁵⁷. Sul piano logistico, il trasporto del legname è stimato assumendo una distanza fissa di 250 m tra fonte di approvvigionamento e cantiere, parametro importato dalla letteratura mesoamericana⁹⁵⁸: una scelta che può forse funzionare per terre e pietrame locale, ma è difficilmente estendibile al

⁹⁵³ Stocks 2001, p. 94.

⁹⁵⁴ Stocks 2003, p. 115, tab. 4.2, 117 tab. 4.4.

⁹⁵⁵ Fotou 2016, p. 65.

⁹⁵⁶ Fotou 2016, p. 72; Devolder 2013, p. 41.

⁹⁵⁷ Fotou 2016, p. 72.

⁹⁵⁸ Devolder 2013, p. 42, n. 261; che cita Erasmus 1965, fig. 8 (ma in realtà si tratta della tab. 3 a p. 287), il quale utilizza tale misura solo in quanto "sottomultiplo" del kilometro, dunque non derivata da calcoli realmente replicabili.

legno, la cui provenienza può essere molto più variabile e lontana. Inoltre il tempo di trasporto viene di fatto calcolato solo per gli elementi maggiori, come travi principali e fusti, mentre non vengono inclusi sistematicamente carico, scarico e ritorno alla fonte di approvvigionamento; la movimentazione di travetti e pali è addirittura esclusa in quanto ritenuta trascurabile, senza una dimostrazione quantitativa e sempre sulla base della letteratura sui casi studio Maya⁹⁵⁹. Ne deriva una sottostima potenzialmente significativa proprio in una voce, quella del trasporto, che, nei modelli energetici, tende ad avere invece un peso importante.

Un altro fattore decisivo è il riuso⁹⁶⁰ e, più in generale, la storia edilizia del sito. Se un edificio neopalaziale incorpora porzioni della fabbrica precedente, come muri, fondazioni o altri materiali reimpiegati, alcune voci di costo, in particolare livellamenti e fondazioni, rischiano di essere sovrastimate se vengono trattate come lavori svolti interamente da zero: riconoscere fasi e trasformazioni non basta, perché bisognerebbe valutare quanto del costruito precedente poteva essere mantenuto e quanto invece richiedeva demolizioni, adattamenti o nuove opere, dato che ciò cambia in modo sostanziale il fabbisogno di manodopera.

In sintesi finale, per quanto il lavoro venga riconosciuto come un tentativo audace di introdurre l'approccio energetico negli studi egei, la base documentaria necessaria è stata ritenuta da alcuni insufficiente, sia per fissare costanti affidabili sia per stabilire la forma originaria degli edifici, con il rischio che l'intero processo produca più congetture che stime controllabili⁹⁶¹.

In tal senso, se si vuole sfruttare il metodo di Devolder, occorre tenere conto dei limiti finora esposti sui quali ci si è, per tale motivo, lungamente soffermati, e orientarsi verso costanti più locali e verificabili, come contratti e contabilità, quando le fonti lo consentono, o sperimentazioni con repliche di utensili, oppure privilegiare studi completi del processo costruttivo o analisi mirate su singoli compiti attraverso serie di edifici

3.9.3. Come applicare la lezione di Devolder ai templi arcaici della Magna Grecia

Nella disamina dei casi studio, l'attendibilità del calcolo dipende prima di tutto da quanto è possibile ricostruire in modo argomentato l'edificio completo, non solo nelle parti conservate ma soprattutto nell'elevato e nei piani superiori. Quando mancano studi ricostruttivi solidi e, idealmente, accompagnati da disegni e da una discussione tecnica su materiali e soluzioni

⁹⁵⁹ Abrams 1994, p. 52.

⁹⁶⁰ Devolder cita soltanto il riutilizzo di blocchi, in particolare per Cnosso. In un altro articolo aveva ammesso apertamente che il riuso dei materiali e altre variabili materiali, come densità effettiva della pietra, scarti di lavorazione, proporzioni di malta, sono omessi dal calcolo (Devolder 2012, p. 166).

⁹⁶¹ Fotou 2016, pp. 79–80.

costruttive, la quantificazione finisce per appoggiarsi a ipotesi generali: a quel punto i confronti tra edifici, e anche le percentuali dei singoli compiti rispetto al totale, diventano deboli e potenzialmente fuorvianti, perché non è chiaro su quali volumi e su quali tecniche si stia davvero calcolando.

In questo senso, quanto finora esposto può fornire un interessante opportunità nell'applicazione del metodo energetico ai casi di studio templari, in particolare arcaici, poiché possono costituire un terreno fertile dove affinare un metodo riconosciuto valido, pur nelle sue imperfezioni, in un contesto di identico silenzio delle fonti ma di estremamente maggiore precisione dimensionale, fattore auspicato dagli studiosi egeisti, tanto più che la modularità templare permette notoriamente di poter ricostruire l'interezza dell'edificio anche da pochi frammenti. L'apporto di Devolder è particolarmente utile non tanto come insieme di numeri da trasferire direttamente, quanto come architettura metodologica e come repertorio di formule che rendono esplicito il passaggio dal dato geometrico al tempo-lavoro. Ciò che si può riutilizzare con profitto, per i templi arcaici, è innanzitutto la scomposizione del cantiere in catene operative, nella successione di approvvigionamento, trasporto, lavorazione e posa, e l'adozione di coefficienti dichiarati in $\text{m}^3/\text{h-p}$ o $\text{m}^2/\text{h-p}$, da applicare a un computo metrico rigoroso⁹⁶². In secondo luogo, sono trasferibili come strumenti le soluzioni di base: coefficienti di scavo articolati per suolo, utile per fondazioni e spianamenti⁹⁶³, densità litiche per trasformare volumi in pesi, indispensabili per blocchi, tamburi e trabeazioni⁹⁶⁴, formule per il trasporto su ruote e per il trasporto manuale, che obbligano a esplicitare pendenza, attrito, distanza e velocità⁹⁶⁵.

Le parti più significative mutuabili dal lavoro sulla Creta neopalaziale nell'approccio ad un tempio arcaico della Magna Grecia, quali il trasporto via acqua, la lavorazione della pietra da taglio, la gestione del sollevamento e dei percorsi, richiedono coefficienti appositamente calibrati sui siti in questione (*site-specific*) e una sistematizzazione più aderente alle condizioni locali. La proposta di Vasso Fotou di implementare le fonti dei coefficienti per l'area minoica consultando contratti della Creta veneziana e ottomana⁹⁶⁶, appare replicabile e promettente per i casi di studio magnogreci, trattandosi di siti collocati in regioni del Sud Italia ampiamente trattate da questo punto di vista nella manualistica pre e post-unitaria⁹⁶⁷. Ne deriva un criterio pratico, quello di impiegare i dati di Devolder come griglia di calcolo e come lessico quantitativo, ma costruendo

⁹⁶² Devolder 2013, p. 11.

⁹⁶³ Devolder 2013, p. 13.

⁹⁶⁴ Devolder 2013, p. 22.

⁹⁶⁵ Devolder 2013, pp. 26, 30.

⁹⁶⁶ Fotou 2016, p. 79.

⁹⁶⁷ Si veda il capitolo della tesi dedicato al metodo.

le costanti per il contesto magnogreco mediante fonti e prove pertinenti, evitando di trasformare automaticamente il totale in ore-persona in “durata del cantiere” e “dimensione della forza lavoro” senza vincoli storicamente difendibili. A tal fine si ripropongono alcune delle formule dei costi standard elaborati da Devolder⁹⁶⁸, in particolare le più adattabili ai casi di studio dell’architettura arcaica e applicabili al contesto magnogreco:

Costo standard dell'estrazione di terra o dello sbancamento	
Terreno leggero e sabbioso	1 à 1,2 m ³ x h-p
Terrain pesante (marna e argilla)	0,4 à 0,6 m ³ x h-p
Terreno di tipo <i>kouskouras</i>	0,3398 m ³ x h-p
Terreno duro e ciottoloso	0,3 à 0,4 m ³ x h-p

Costo standard del riempimento	
$[0,35 + 0,01 (F - 1)] / 10$ dove F è la profondità delle fondazioni espressa in m. Il risultato è il numero di h-p necessario per m³ di riempimento. Occorre quindi moltiplicare il volume totale di riempimento per il numero ottenuto per conoscere il costo totale in h-p.	

Costo standard dell'estrazione di pietra da taglio	
Per canali (poros, grès)	1 m ³ x 101 h-p

Costo standard della raccolta di pietrame	
$(V \times d) / 900,$ dove V è il volume raccolto e d la densità della pietra. Il risultato è espresso in ore di lavoro per persona.	

Costo del trasporto di carichi pesanti e indivisibili	
Il peso totale di materiale trasportato diviso per 2100 kg fornisce il numero di viaggi effettuati. Si moltiplica quindi il risultato per la durata in h-p di ciascun viaggio, considerando la distanza percorsa a una velocità di 1,67 km/h.	

Costo del trasporto di carichi leggeri e/o divisibili	
$Q \times [1 / (L/v + L/v')]$ dove Q è il volume di materiale trasportato per viaggio (quando il carico è divisibile si suggerisce un valore medio di 0,02 m ³), L la distanza percorsa (in km), v la velocità con carico (3 km/h), v' la velocità senza carico (5 km/h). Il risultato ottenuto sarà la quantità di materiale trasportato (espressa in m³) per ora di lavoro per persona.	

Costo standard della lavorazione della pietra da taglio	
Sbozzatura dei blocchi per percussione diretta o indiretta con utensili in metallo	0,0162 m ³ x h-p ou 61 h-p x m ³
Taglio di pietre dure	0,001 m ² x h-p ou 1000 h-p x m ²
Taglio di lastre di gesso	0,041 m ² x h-p ou 24 h-p x m ²

Costo standard della lavorazione sommaria del pietrame	
0,162 m³ x h-p	

Costo standard della costruzione di muri in pietra da taglio	
0,1 m³ x h-p	

Costo standard della costruzione di muri in pietrame	
0,1274 m³ x h-p	

⁹⁶⁸ Devolder 2013, pp. 42-47, tabelle 7 e 8. Traduzione in italiano dell'autore.

Costo standard dell'estrazione della terra per i mattoni	
0,1 m³ x h-p	

Costo standard della produzione dei mattoni	
Miscela dei materiali che compongono i mattoni	0,1315 m³ x h-p
Produzione mattoni in stampi	0,33 m³ x h-p

Costo standard della costruzione di muri in mattoni	
0,105 m³ x h-p	

Costo standard della miscelazione dei materiali che compongono la malta	
0,23 m³ x h-p	

Costo degli elementi architettonici in legno			
	Approvvigionamento	Lavorazione	Totale
Travi (0,12 m. diam.)	0,06 h-p per trave (2 travi x m²)	0,36 h-p per trave (2 travi x m²)	0,84 h-p x m²
Travetti (0,07 m. diam.)	0,0205 h-p per travetto (29 travetti x m²)	–	0,59 h-p x m²
Trave intermedia (facoltativa ; 0,18 m. diam.)	0,13 h-p per trave + 0,15 h-p (trasporto)	0,84 h-p per trave	1,12 h-p per pezzo
Colonna	0,67 h-p + 0,15 h-p (trasporto)	4,16 h-p	4,98 h-p per pezzo

Costo del rivestimento della carpenteria	
Piano	
Rivestimento in terra (spessore 0,05 m)	10,24 h-p x m³
Copertura in terra	
Rivestimento in terra (spessore 0,2 m)	7 h-p x m³
Copertura lastricata	
Rivestimento in terra (spessore 0,05 m)	10,24 h-p x m³
Lastricato	3,58 h-p x m²

Riassunto dei costi standard divisi per tecniche e fasi costruttive

Sbancamento	
Approvvigionamento	Terra : 1,0 à 1,2 m³ x h-p in terreno leggero e sabbioso 0,4 à 0,6 m³ x h-p in terreno pesante 0,3 à 0,4 m³ x h-p in terreno duro e ciottoloso Pierre : 0,3398 m³ x h-p in terreno di tipo kouskouras
Trasporto	– [Il trasporto non è considerato poiché i materiali estratti sono reintegrati nella costruzione]
Lavorazione	–
Costruzione	– [= approvvigionamento]

Riempimento	
Approvvigionamento	Verificare quali materiali provenienti dallo sbancamento siano integrati nel riempimento oppure Terra : 1,0 à 1,2 m³ x h-p in terreno leggero e sabbioso 0,4 à 0,6 m³ x h-p in terreno pesante 0,3 à 0,4 m³ x h-p in terreno duro e ciottoloso Pietra : 0,3398 m³ x h-p in terreno di tipo kouskouras
Trasporto	Verificare quali materiali provenienti dallo sbancamento siano integrati nel riempimento OU $Q \times [1 / (L/v + L/v')]$.

	Il risultato ottenuto corrisponde alla quantità di materiale trasportato (m³) x h-p
Lavorazione	–
Costruzione	$[0,35 + 0,01 (F - 1)] / 10$. Il risultato è il numero di h-p necessario per m³ di riempimento

Muri in pietra da taglio in calcare

Proporzione di pietra da taglio e pietrame da determinare caso per caso.

Facciata in pietra da taglio, senza malta. Rivestimento posteriore in pietrame, con 33 % di malta.

Approvvigionamento	Pietra da taglio (115 % del volume finale) 1 m³ x 101 h-p Rivestimento retrostante in pietrame Pietrame $(V \times d) / 900$. Il risultato è espresso in h-p Malta 0,8 m³ x h-p
Trasporto	Pietra da taglio (115 % del volume finale) Il peso totale di materiale trasportato diviso per 2100 kg fornisce il numero di viaggi effettuati. Si moltiplica quindi il risultato per la durata in h-p di ciascun viaggio, considerando la distanza percorsa a una velocità di 1,67 km/h. Pietrame : $Q \times [1 / (L/v + L/v')]$. Il risultato ottenuto è la quantità di materiale trasportato (m³) per h-p Malta : $Q \times [1 / (L/v + L/v')]$. Il risultato ottenuto è la quantità di materiale trasportato (m³) per h-p
Lavorazione	Pietra da taglio (115 % del volume finale) Sbozzatura per percussione diretta o indiretta con utensili in metallo : 0,0162 m³ x h-p Taglio di pietre dure : 0,001 m² x h-p Taglio di pietre tenere : 0,041 m² x h-p Pietrame : – o 0,162 m³ x h-p Malta : 0,23 m³ x h-p
Costruzione	0,1 m³ x h-p

Muri in apparecchio pseudo-isodomo (con 25 % di malta)

Approvvigionamento	Blocchi : $(V \times d) / 900$. Il risultato è espresso in h-p Malta : 0,8 m³ x h-p
Trasporto	Blocchi : $Q \times [1 / (L/v + L/v')]$. Il risultato ottenuto è la quantità di materiale trasportato (m³) x h-p Malta : $Q \times [1 / (L/v + L/v')]$. Il risultato ottenuto è la quantità di materiale trasportato (m³) x h-p
Lavorazione	Blocchi : 0,162 m³ x h-p Malta : 0,23 m³ x h-p
Costruzione	0,1274 m³ x h-p

Muri in mattoni (con 30 % di malta)

Approvvigionamento	Mattoni : 0,8 m³ x h-p Malta : 0,8 m³ x h-p
Trasporto	Mattoni: $Q \times [1 / (L/v + L/v')]$. Il risultato ottenuto è la quantità di materiale trasportato (m³) x h-p Malta : $Q \times [1 / (L/v + L/v')]$. Il risultato ottenuto è la quantità di materiale trasportato (m³) x h-p
Lavorazione	Mattoni: Miscelazione dei materiali che compongono i mattoni : 0,1315 m³ x h-p Modellazione con stampi : 0,33 m³ x h-p Malta : 0,23 m³ x h-p

Costruzione	0,105 m ³ x h-p

Elementi architettonici in legno che sostengono e costituiscono la carpenteria			
Travi (0,12 m diam.)	Approvvigionamento 0,06 h-p per trave (2 travi x m ²)	Lavorazione 0,36 h-p per trave (2 travi x m ²)	Totale 0,84 h-p x m ²
Travetti (0,07 m diam.)	Approvvigionamento 0,0205 h-p per travetto (29 travetti x m ²)	Lavorazione –	Totale 0,84 h-p x m ²
Trave intermedia (0,18 m diam.)	Approvvigionamento et trasporto 0,13 h-p + 0,15 h-p per trave	Lavorazione 0,84 h-p per trave	Totale 1,12 h-p per pezzo
Colonna	Approvvigionamento et trasporto 0,67 h-p + 0,15 h-p per colonna	Lavorazione 4,16 h-p	Totale 4,98 h-p per pezzo

Rivestimenti	
Rivestimento della carpenteria per il piano	
Spessore di rivestimento in terra 0,05 m	10,24 h-p x m ³
Rivestimento della carpenteria per la copertura in terra	
Spessore di rivestimento in terra 0,2 m	7 h-p x m ³
Rivestimento della carpenteria per la copertura in lastricato	
Spessore di rivestimento in terra 0,05 m	10,24 h-p x m ³
Lastricato	3,58 h-p x m ²

Tabella. Estratto di alcune formule dei costi standard elaborati da Devolder applicabili ai cantieri arcaici.

3.10. L'espansione quantitativa del metodo. Energetica architettonica, reti sociali e soglie di complessità nell'età del Bronzo egeo

Una delle elaborazioni più interessanti del metodo dell'energetica architettonica per il mondo egeo si deve a Rodney D. Fitzsimons⁹⁶⁹, il quale ha progressivamente ampliato la propria ricerca dai contesti dell'urbanizzazione arcaica cretese a quelli della formazione statale nella Grecia del Bronzo, costruendo un percorso d'indagine coerente in cui la monumentalità non è trattata come semplice esito della formazione della struttura statale, ma come una pratica che la precede, la accompagna e, in certe condizioni, la accelera. In uno studio sull'Argolide egli propone infatti di leggere l'emergere del potere miceneo attraverso una progressione per fasi nell'applicazione delle tecniche monumentali, dalle tombe a fossa alle *tholoi*, fino ai palazzi pienamente sviluppati, sostenendo esplicitamente che tali mutamenti riflettono ma anche ispirano trasformazioni del sistema socio-politico che li produce⁹⁷⁰. In questa cornice, l'architettura funeraria diventa una tecnologia di competizione: nelle prime fasi la distinzione elitaria si manifesta soprattutto nei corredi, ma già nelle tombe a fossa la costruzione entra nell'arena del consumo ostentativo⁹⁷¹;

⁹⁶⁹ Non sono mancate critiche alle generalizzazioni del suo metodo: vedi il paragrafo *infra* su Ann Brysbaert.

⁹⁷⁰ Fitzsimons 2007, p. 97.

⁹⁷¹ Sul *conspicuous consumption* vedi nota 7.

con le *tholoi*, poi, la competizione si sposta in modo più netto sulla forma costruita e sulla sua capacità di produrre un impatto durevole e pubblico⁹⁷². Il punto decisivo è l'attenzione al marcato incremento nella mobilitazione del lavoro⁹⁷³: Fitzsimons osserva che la *tholos* implica una forza-lavoro e un'organizzazione non più sostenibili entro la sola scala parentale, e richiama la possibilità di tradurre tale "scatto in avanti" in termini quantitativi (giorni-uomo) attraverso calcoli di tipo energetico già disponibili per alcuni monumenti⁹⁷⁴.

Questi presupposti vengono ripresi e raffinati in *Monumental Architecture and the Construction of the Mycenaean State*, dove l'autore esplicita con maggiore chiarezza l'idea che l'evoluzione delle pratiche edilizie monumentali a Micene si articoli in stadi parzialmente sovrapposti e che la costruzione su larga scala agisca da catalizzatore per la competizione e, più in generale, per la ristrutturazione delle relazioni di potere⁹⁷⁵. A livello metodologico, si insiste su un passaggio cruciale: se la monumentalità è concetto in parte soggettivo, esistono tuttavia indicatori valutabili e, almeno in parte, quantificabili; tra questi, la scala dell'opera, misurabile, è assunta come riflesso diretto dell'investimento di lavoro⁹⁷⁶. Su questa base, anche la tomba a fossa viene reinterpretata come dispositivo organizzativo oltre che simbolico: la sua costruzione richiede controllo e coordinamento di gruppi di lavoratori "oltre" la famiglia immediata, rendendo visibile, nel cantiere e nei suoi esiti materiali, l'emergere di capacità di comando e direzione del lavoro⁹⁷⁷.

Nello studio del sito di Azoria, a Creta, Fitzsimons impiega l'energetica per analizzare il costo costruttivo di residenze domestiche, proponendo una lettura politica della loro differenziazione⁹⁷⁸. L'ambizione epistemologica del metodo dichiarata non è quella di produrre valori assoluti perfetti, ma stime plausibili in termini di ordini di grandezza e formule standardizzate utili per confronti inter- e intra-culturali e, dunque, per inferenze sulla complessità socio-politica⁹⁷⁹. L'autore mostra che alcune case richiedevano uno sforzo lavorativo sei o sette volte superiore ad altre, pur appartenendo allo stesso quartiere. Ciò suggerisce che queste abitazioni non erano semplicemente case private, ma spazi collettivi, sedi di gruppi parentali o comunitari. Fitzsimons inverte così la prospettiva consueta: non applica il metodo alle architetture monumentali, ma a quelle domestiche, mostrando che anche il tessuto residenziale

⁹⁷² Fitzsimons 2007, p. 98; p. 106.

⁹⁷³ Fitzsimons 2007, p. 103: "notable rise in the size and nature of the workforce employed".

⁹⁷⁴ Fitzsimons 2007, p. 103 e n. 28.

⁹⁷⁵ Fitzsimons 2011, pp. 75–76.

⁹⁷⁶ Fitzsimons 2011, p. 79.

⁹⁷⁷ Fitzsimons 2011, p. 83.

⁹⁷⁸ Fitzsimons 2017.

⁹⁷⁹ Fitzsimons 2017, p. 351.

può rivelare strutture politiche emergenti. Il lavoro stimato diventa qui indice di partecipazione, cooperazione e mobilitazione, in un momento in cui la *polis* arcaica prendeva forma.

L'innovazione metodologica introdotta da Fitzsimons consiste nell'integrazione tra calcolo energetico e teoria delle soglie demografiche⁹⁸⁰. Riprendendo modelli sviluppati in precedenza⁹⁸¹, egli distingue tre "scatti"⁹⁸² di complessità organizzativa legati a precisi intervalli di popolazione. Fino a 150 persone si può avere una coordinazione diretta e relazioni di tipo familiare; tra 150 e 500 individui è necessaria una forma di controllo semi-centralizzata; oltre i 2.500 abitanti si rende inevitabile la formazione di strutture amministrative permanenti. Fitzsimons sovrappone questi intervalli al tipo di architettura funeraria realizzata: le tombe a fossa sono compatibili con una società familiare; quelle a camera indicano una maggiore articolazione; le *tholos*, infine, richiedono una tale mobilitazione di lavoro e risorse da presupporre una società già fortemente gerarchizzata. A supporto di questa tesi, l'autore fornisce un modello energetico duplice, in cui propone due distinte modalità di calcolo. La prima è basata sul peso dei blocchi e dei materiali edilizi: ad esempio, viene calcolato quante tonnellate di pietra siano state necessarie per edificare una tomba *tholos*, e si stima il numero di lavoratori richiesto per movimentarle, assumendo una media di 10 uomini per tonnellata. La seconda modalità parte invece da un dato temporale: si ipotizza che la costruzione di una tomba debba avvenire entro un tempo massimo fissato, in questo caso di 45 giorni, e si determina retroattivamente il numero di persone necessarie per rispettare tale vincolo⁹⁸³. Questa seconda opzione, fondata su dati etnografici ed esempi storici, viene considerata dall'autore come più realistica, in quanto tiene conto delle urgenze rituali e delle condizioni ambientali, come ad esempio la decomposizione del corpo, che impongono limiti stringenti alla durata del cantiere.

I risultati dell'analisi sono significativi: una tomba a fossa richiederebbe in media 120–200 giorni-persona; una tomba a camera circa 2.500–3.000; una *tholos* può arrivare a 20.000 giorni-persona, ovvero l'equivalente di circa 60 persone impiegate a tempo pieno per un anno intero⁹⁸⁴. Queste cifre non solo consentono confronti sistematici, ma evidenziano anche una discontinuità quantitativa che si traduce in una soglia qualitativa: costruire una *tholos* implica una capacità di mobilitazione sociale e logistica non compatibile con un'organizzazione tribale o parentale.

⁹⁸⁰ Fitzsimons 2020, pp. 25-29.

⁹⁸¹ Kosse 1990.

⁹⁸² Traduzione dello scrivente, l'autore usa "rise" (v. nota 241).

⁹⁸³ Fitzsimons 2020, pp. 18-24.

⁹⁸⁴ Fitzsimons 2020, p. 23.

L'architettura monumentale diventa, così, un sintomo e al tempo stesso un agente della transizione statale.

Un ulteriore elemento di rilievo è rappresentato dal tentativo di Fitzsimons di estendere il metodo energetico all'analisi del paesaggio infrastrutturale, come nel caso delle strade micenee e dei ponti in pietra⁹⁸⁵. Anche qui, la misurazione del lavoro necessario alla costruzione viene messa in relazione con la capacità politica di gestire opere pubbliche su scala territoriale. Il cantiere non è più un evento isolato, ma parte di una rete di investimenti pubblici che contribuiscono alla costruzione materiale dello stato.

Questa prospettiva può rivelarsi particolarmente promettente per l'applicazione del metodo a contesti coloniali, come quelli della Magna Grecia, dove le opere monumentali non riflettono solo necessità funzionali, ma rispondono a crisi di legittimazione, a bisogni di coesione interna o a strategie di differenziazione rispetto alle popolazioni locali. L'approccio di Fitzsimons sposta l'attenzione dalla somma dei singoli gesti tecnici alla totalità del progetto politico implicato nel costruire. Le sue stime, dettagliate e confrontabili, possono essere adottate, allora, anche come modello metodologico per l'analisi dei cantieri arcaici in Magna Grecia, consentendo di verificare ipotesi sulla dimensione demografica, sulla struttura politica e sulla distribuzione del lavoro nelle prime fasi della colonizzazione greca d'Occidente.

3.11. Ann Brysbaert e il progetto SETinSTONE. Dalla “contabilità” energetica alla storia sociale del cantiere

Restando nella sfera di influenza degli studi egei, i fondamentali lavori di Ann Brysbaert sulla Grecia dell'età del Bronzo si collocano in continuità con la tradizione dell'energetica architettonica, ma ne riorienta programmaticamente scopi e scala interpretativa. In Brysbaert, il calcolo del lavoro edilizio non è fine a sé stesso, ma diventa uno strumento per ricostruire relazioni di dipendenza tra persone, animali, risorse e paesaggi, e per valutare in termini storici e socio-politici la sostenibilità - o la non sostenibilità - di programmi monumentali su larga scala. Questa impostazione è già chiaramente formulata nella presentazione del progetto, avviato nel 2011, “*Set in Stone?*”, più tardi formalizzato in SETinSTONE, che nasce per studiare cittadelle, *tholoi*, opere idrauliche, strade e ponti micenei dell'Argolide, tra 1600 e 1100 a.C., con un approccio diacronico volto a chiarire i processi edilizi, gli spostamenti, le strategie socio-

⁹⁸⁵ Fitzsimons 2020, pp. 30–33.

politiche, tanto “dall’alto” quanto “dal basso”, messi in scena e le relazioni dinamiche tra persone e ambiente costruito⁹⁸⁶.

3.12. Il “modello Brysbaert”: integrazione di *chaîne opératoire*, energetica e *taskscape*

Brysbaert adotta l’energetica architettonica come strumento di base, ma ne dichiara sin dall’inizio una modalità d’uso specifica, ovvero come procedura di modellazione econometrica che traduce i resti materiali degli edifici in stime di costo espresse come unità di tempo-lavoro, in particolare in “giornate-uomo” (*man-days*)⁹⁸⁷, ricostruendo ogni passo del processo edilizio, dalla cava al trasporto fino alla costruzione e alla decorazione. Il punto decisivo, tuttavia, è che questa operazione non è intesa come applicazione di un formulario standard: l’analisi procede mediante un’energetica “accuratamente messa a punto e calibrata ad hoc” (*fine-tuned and customized*), combinandola con due cornici che ne orientano l’uso, ovvero la “catena operativa” (*chaîne opératoire*)⁹⁸⁸ e l’“interazione tra mestieri” (*cross-craft interaction*)⁹⁸⁹, esplicitamente impiegate per comprendere sia i processi pratici sia le pratiche sociali implicate nel costruire⁹⁹⁰.

Il legame con la storia precedente degli studi energetici è duplice: continuità tecnica, ma anche presa di distanza da usi riduttivi del metodo. Sul piano metodologico, scomporre un edificio in volumi e convertirli in giornate-uomo determina il rischio di progettare la ricerca in modo “numerocentrico”. Brysbaert osserva che l’avversione di Osborne per gli studi energetici⁹⁹¹ è comprensibile quando tali studi “non vanno oltre la produzione di calcoli”⁹⁹². La critica è metodologica ed epistemologica: il rischio non è il possibile errore nei calcoli in sé, quanto scambiare il risultato numerico per una conoscenza autosufficiente, come se la cifra finale fosse di per sé una spiegazione storica, finendo per naturalizzare un’inferenza.

Se si considera il risultato della ricerca una semplice tabella di *man-days*, non è stata soddisfatta alcuna domanda archeologica, che invece vuole tentare di stabilire chi mobilita quel lavoro, con quali vincoli, in quale calendario stagionale, con quale combinazione di mestieri, quali

⁹⁸⁶ Brysbaert 2013, p. 50; Brysbaert 2018, pp. 29-30; Brysbaert 2023, pp. 233–234.

⁹⁸⁷ Brysbaert 2013, p. 50. L’utilizzo di “uomo” anziché “persona” (come usato in Abrams e Bolland 1999, pp. 264–269) è consapevole e motivato, come già osservato *supra* nel testo (vedi DeLaine 1997, p. 106), dalla constatazione che i lavori edili erano e sono appannaggio principale di individui di sesso maschile.

⁹⁸⁸ Si veda Leroi-Gourhan 1943-45.

⁹⁸⁹ Si veda McGovern 1989. Per un approccio combinato vedi anche: Brysbaert 2007; 2008; 2011.

⁹⁹⁰ Brysbaert 2013, p. 50.

⁹⁹¹ Osborne 2014.

⁹⁹² Brysbaert 2018, p. 25.

infrastrutture, quali effetti su agricoltura e logistica. In altre parole, il dato numerico non è la conclusione ma un vincolo che deve essere interpretato dentro un problema storico.

Sul piano epistemologico, la critica è ancora più radicale e riguarda il tipo di conoscenza che si produce: “poiché il costo della manodopera si basa su comportamenti dedotti, tali stime dei costi non possono riferirsi solo a cifre assolute: ogni attività (delle quali alcune potrebbero esserci ignote) è stata svolta da persone con competenze e persino età, sesso o condizioni fisiche a noi sconosciute”⁹⁹³. Coerentemente, la studiosa osserva che, benché l’archeologia dell’economia del costruire e gli studi sul costo del lavoro siano divenuti centrali negli ultimi anni, sarebbe fin troppo facile produrre “banche dati e ‘nuvole’ piene di rapporti di lavoro e costi legati ai materiali” senza chiarire quale obiettivo interpretativo si intenda perseguire⁹⁹⁴: utilizzare l’energetica come un modulo quantitativo acquista senso solo se reinserito in un modello storico-sociale.

Lo scopo non è soltanto stimare quanta manodopera richiedano, per esempio, fortificazioni o *tholoi*, bensì valutare il rapporto fra tali investimenti e la situazione demografica in cambiamento della piana argiva, per stimare quante risorse umane e naturali siano state necessarie a sostenere programmi edilizi nella finestra temporale in questione, tra il 1600 e il 1070 a.C. circa. In questo quadro si insiste sul colmare il divario tra siti monumentali e popolazione effettivamente coinvolta nel costruire. Combinando dati di ricognizione, distribuzione insediativa e previsioni di zone di attività economica si possono riempire i vuoti tra i grandi siti e dare voce alla “maggioranza silenziosa che costruiva tutto”⁹⁹⁵. Con queste premesse, l’innovazione non è solo l’aggiunta di variabili, ma far dipendere la plausibilità delle stime energetiche da una cornice demografica e territoriale; infatti, si propone di mettere alla prova tali ricostruzioni attraverso modelli adattati di capacità di carico dell’ambiente (*land carrying capacity*)⁹⁹⁶, con l’ausilio, anche, dell’analisi delle tavolette in Lineare B riguardo la proprietà fondiaria, le razioni di cibo e gestione del lavoro⁹⁹⁷.

Brysbaert sostiene che, per capire come una società preindustriale riesca a mantenersi resiliente, occorre comparare il lavoro investito nella costruzione monumentale e domestica, nelle

⁹⁹³ Brysbaert 2018, p. 26.

⁹⁹⁴ Brysbaert 2018, p. 37. “The essential question remains: what do we want to achieve with the labour of collecting these data? Does it serve a larger goal?”.

⁹⁹⁵ Brysbaert 2013, p. 51. La locuzione “*silent majority*” è desunta da Cavanagh - Crouwel 2002.

⁹⁹⁶ Nel senso ecologico-demografico usato da Brysbaert la *land carrying capacity* si può definire, in alternativa, quanta popolazione un territorio può sostenere stabilmente in base alle sue risorse. I modelli a cui fa riferimento sono Bintliff 1989; p. 1997; Hansen 2006; Wright 2010.

⁹⁹⁷ Brysbaert 2013, p. 51.

infrastrutture, nei terrazzamenti, nello scavo di tombe, nella produzione ceramica e soprattutto nelle attività agricole e di trasformazione del cibo, stimando ore di lavoro per categoria e valutandone le implicazioni per la società nel suo insieme⁹⁹⁸. A tal fine si serve del concetto di *taskscape*⁹⁹⁹, traducibile come “paesaggio delle attività”, non un insieme astratto di pratiche, ma l’intreccio concreto dei compiti che persone e altri agenti svolgono vivendo in un ambiente: in questo contesto, le diverse attività devono quindi essere considerate nel quadro completo piuttosto che come attività autonome¹⁰⁰⁰. L’energetica, dunque, diventa anche un modo per misurare la competizione e l’integrazione fra attività, non solo per calcolare il costo di un muro.

L’aspetto più riconoscibile del modello di Brysbaert è la costruzione di un ponte stabile tra ricostruzione tecnica del processo edilizio e interpretazione sociale dell’organizzazione del lavoro. Operativamente, questo si traduce in procedure di rilievo e di registrazione dei dati e nell’analisi quantitativa, che mirano a rendere controllabili - e discutibili - le supposizioni. Per esempio, nella documentazione delle mura ciclopiche di Tirinto, uno dei principali casi di studio, esplicita un passaggio metodologico decisivo: la registrazione “pietra per pietra” con rilievi estensivi tramite stazione totale 3D senza prisma produce un gruppo di dati (*data set*) pienamente compatibili con elaborazioni statistiche¹⁰⁰¹; tali dati vengono poi elaborati in CAD per ricavare dimensioni, masse e volumi che alimentano le stime di costo in unità di tempo-lavoro¹⁰⁰². La tecnica di rilievo, quindi, permette di legare il monumento alle sequenze operative reali indagate.

Proprio perché il metodo pretende una ricostruzione completa della catena di processi, non mancano critiche puntuali agli approcci precedenti, soprattutto quando giudicati troppo sbrigativi o tecnicamente semplificati. L’impiego “abbreviato” dell’energetica architettonica da parte di Fitzsimons¹⁰⁰³ a Micene, che si era concentrato soprattutto sul lavoro di scavo e rimozione del terreno, sembra non considerare il ventaglio molto più ampio di operazioni e una cooperazione organizzata ben più complessa della sola movimentazione di suolo che invece dovevano richiedere le *tholoi* e le cittadelle micenee¹⁰⁰⁴. In modo analogo, Brysbaert critica alcune semplificazioni ricorrenti nella letteratura, per esempio quando si collega automaticamente

⁹⁹⁸ Brysbaert 2023, pp. 233–234.

⁹⁹⁹ Ingold 1993; 2000. Per task viene intesa una qualunque operazione pratica compiuta da un soggetto competente, che conta non come gesto isolato ma perché all’interno di un ensemble di attività reciprocamente connesse, che si sostengono e si danno significato a vicenda. Il landscape può essere visto come il taskscape “solidificato” nelle forme e tracce materiali lasciate dalle attività. Ingold 2000, pp. 198–199. Per una sintesi cfr. Gruppuso e Whitehouse 2020.

¹⁰⁰⁰ Brysbaert 2023, p. 233.

¹⁰⁰¹ Pakkanen 2009.

¹⁰⁰² Brysbaert 2015, p. 72.

¹⁰⁰³ Fitzsimons 2011.

¹⁰⁰⁴ Brysbaert 2015, p. 71.

l'impiego di grandi blocchi a procedure di trasporto semplici e a un presunto abbassamento del livello di competenza richiesto¹⁰⁰⁵.

Un ulteriore piano della critica di Brysbaert riguarda la qualità della base documentaria su cui poggiano sia le ricostruzioni delle filiere di approvvigionamento sia, di conseguenza, le stime energetiche. Nel discutere la letteratura sulle pietre di Tirinto, osserva che in alcuni casi mancano dati indispensabili alla verifica e segnala esplicitamente che non vengono forniti dati analitici o che le descrizioni cromatiche non sono classificate secondo il sistema Munsell, intervenendo anche mediante la correzione di refusi e imprecisioni nella terminologia geologica e nei processi di formazione, così da facilitare un monitoraggio successivo da parte di altri studiosi¹⁰⁰⁶. Verifica e revisione meticolose della letteratura precedente non diventano così solo auspiccate, ma entrano nel vivo del metodo, permettendo di aggiornare la base dei dati di partenza, in un'ottica di perfezionamento della conoscenza.

Sul versante dell'estrazione, questa non è presentata come un ambito inaccessibile alla formulazione dei calcoli¹⁰⁰⁷, ma come un segmento in cui alcune variabili restano incerte e vanno dichiarate e trattate in modo esplicito. Nello stadio preliminare della ricerca ritiene impossibile stimare con precisione quanti blocchi siano effettivamente stati prodotti in cava; di conseguenza adotta un valore medio (peso/volume) per costruire scenari plausibili, richiamando anche comparazioni sperimentali e modelli di riferimento per le operazioni di movimentazione¹⁰⁰⁸. Inoltre, non emerge una differenza calcolabile significativa nei costi di estrazione, tra blocchi grandi e blocchi di taglia media: l'incertezza allora non va rimossa artificialmente, ma resa controllabile attraverso scelte dichiarate, come medie, intervalli e scenari, che mantengono il modello discutibile e migliorabile¹⁰⁰⁹.

3.12.1. Il dialogo con i modelli: DeLaine e Devolder

In questo impianto, il dialogo con modelli come quelli di DeLaine e Devolder non avviene per contrapposizione, ma per innesto e riallineamento degli obiettivi. Il lavoro di Janet DeLaine è un

¹⁰⁰⁵ Nel caso di Tirinto, Brysbaert (2013, p. 52) osserva che il trasferimento di un blocco di circa 13 tonnellate anche su distanze relativamente contenute, nell'ordine del kilometro, difficilmente può essere spiegato in modo realistico con il semplice "rotolamento", come suggerito genericamente da Fitzsimons (2007, p. 112). Al contrario, sottolinea che la costruzione di murature poligonali, proprio perché basata sugli incastri dei blocchi e sulla ricerca di stabilità, implica una selezione accurata degli elementi e un controllo tecnico della posa in opera, dunque competenze specifiche e non riducibili a un'esecuzione "meno esperta".

¹⁰⁰⁶ Brysbaert 2015, p. 73, in discussione di Varti-Matarangas et al. 2002.

¹⁰⁰⁷ Come asserito da Loder 1998, p. 67.

¹⁰⁰⁸ Brysbaert 2015, p. 94.

¹⁰⁰⁹ Brysbaert 2015, p. 94.

riferimento ricorrente per Brysbaert quando si tratta di impostare questioni su livelli minimi di risorse necessarie per programmi edilizi prolungati e sulle possibili conseguenze di crisi o riduzione delle risorse¹⁰¹⁰. La differenza principale, rispetto al contesto romano, è che Brysbaert deve costruire il modello attraverso l'integrazione tra energetica, demografia regionale, capacità produttiva e (quando possibile) dati amministrativi micenei, poiché le fonti non offrono lo stesso grado di dettaglio istituzionale¹⁰¹¹. Brysbaert prende in considerazione, a tal proposito, le tavolette di Pilo che registrano assegnazioni di *to-ko-do-mo* e razioni; nella tavoletta PY Fn 7, ad esempio, un individuo riceve razioni superiori e viene interpretato come supervisore (*pa-te-ko-to*), mentre due individui nominati, specialisti, ricevono razioni molto elevate, coerenti con forme di remunerazione per squadre miste impegnate in costruzione o riparazione¹⁰¹². L'interesse, in questo contesto, non è documentare l'ovvio, cioè che esistano specialisti, ma fornire vincoli empirici alla modellazione della differenziazione del lavoro e dei costi indiretti di supervisione, sulla scorta di quanto teorizzato da DeLaine.

Gli aspetti innovativi della ricerca di Brysbaert emergono con particolare forza quando l'analisi energetica viene reinserita in una storia della pianificazione e della stagionalità dei compiti. Il tema della trazione e del trasporto sono collegati al rischio di conflitto con le attività agricole, perché buoi e manodopera sono risorse stagionalmente richieste anche per aratura e raccolto; il problema non è quindi solo stimare quante coppie di buoi servano, ma comprendere come e quando tali risorse possano essere distolte da produzione agricola e allevamento¹⁰¹³. La stagionalità influisce sulla disponibilità degli animali da impiegare e le attività potenzialmente in conflitto fra loro possono essere distribuite nel tempo per evitare sovrapposizioni, e questo implica una struttura organizzativa capace di pianificazione anticipata¹⁰¹⁴. Si tratta, in sostanza, di capire come comunità preindustriali abbiano potuto svolgere molteplici compiti quotidiani, inclusa la costruzione, restando resilienti, e per farlo occorre un confronto esteso tra categorie di lavoro, non limitato a poche voci¹⁰¹⁵.

Un'altra innovazione metodologica importante è costituita dal considerare i costi indiretti e “generalisti” che spesso sfuggono alle ricostruzioni, cioè quelli sostenuti su aspetti diversi dalle

¹⁰¹⁰ Brysbaert 2015, p. 70.

¹⁰¹¹ Da questo punto di vista, insistono diverse similitudini con la Magna Grecia arcaica, come verrà analizzato *infra*.

¹⁰¹² Brysbaert 2013, p. 63.

¹⁰¹³ Brysbaert 2013, p. 59.

¹⁰¹⁴ Brysbaert 2015, p. 96. Nel discutere il ruolo della programmazione, l'autrice richiama qui anche il lavoro di Devolder.

¹⁰¹⁵ Brysbaert 2023, pp. 233–234; p. 236.

attività direttamente produttive¹⁰¹⁶, collegando questa dimensione alla gestione e manutenzione degli strumenti di lavoro. In particolare, viene sottolineato come gli utensili, soprattutto metallici, richiedono riparazioni e riaffilature frequenti quando impiegati nelle attività edilizie e che tale lavoro non può essere rinviato a cadenze annuali, configurandosi come compito costante nella catena logistica e amministrativa¹⁰¹⁷. L'energetica, in questo modo, smette di essere una stima del costruire in senso stretto e diventa davvero una lente d'ingrandimento sulla macchina sociale e materiale del cantiere.

Infine, uno dei passaggi più produttivi dell'impostazione di Brysbaert è il tentativo di tenere insieme la dimensione del costo, in termini di lavoro e risorse mobilitate, e la dimensione del significato, evitando di trattarle come ambiti separati o addirittura alternativi. Nel discutere la monumentalità, si osserva come la scelta dei megaliti non risponda primariamente a criteri di mera convenienza tecnica, ma al loro valore aggiunto, che sarebbe radicato nel paesaggio di provenienza e che, attraverso il trasferimento e l'incorporazione nell'edificio, viene in qualche modo "trasportato" nella costruzione stessa; in questa prospettiva, l'estrazione dei megaliti è descritta come "del tutto intenzionale"¹⁰¹⁸. La quantificazione energetica, quindi, invece che servire a ridurre il monumento a un costo, rende misurabile la scala dell'impegno investito in una scelta che è anche politica e simbolica, cioè in una decisione che produce valore sociale proprio perché è dispendiosa¹⁰¹⁹.

3.12.2. L'approccio di Brysbaert applicato ai cantieri arcaici

Trasporre l'approccio di Brysbaert ai templi arcaici della Magna Grecia non significa importare costanti di lavoro micenee in contesti coloniali del VII–VI secolo a.C., ma assumere un modo di costruire il problema storico del cantiere. L'idea di fondo che Brysbaert ripete in più luoghi è che le attività edilizie di lungo periodo devono essere comprese in relazione alle esigenze stagionali della sussistenza della comunità e inserite nel *taskscape* complessivo¹⁰²⁰. Applicata a un grande tempio arcaico, questa cornice obbliga a trattare il cantiere come una competizione regolata tra lavori agricoli, allevamento e mobilitazione di forza-lavoro, e a discutere non solo "quanto" lavoro richieda il tempio, ma "quando" esso possa essere sostenuto senza compromettere la riproduzione economica della comunità. La riflessione brysbaertiana sulla stagionalità e sull'eventuale distribuzione temporale di attività conflittuali (come l'uso di buoi

¹⁰¹⁶ Brysbaert 2023, p. 247.

¹⁰¹⁷ Brysbaert 2023, pp. 252–253.

¹⁰¹⁸ Brysbaert 2018, p. 32.

¹⁰¹⁹ Brysbaert 2018, p. 32.

¹⁰²⁰ Brysbaert 2023, p. 233; Brysbaert 2018, p. 27.

sia per trasporto sia per agricoltura) fornisce un lessico operativo per leggere fasi edilizie, rallentamenti e riprese come esiti di pianificazione e non solo di contingenze¹⁰²¹.

Un secondo elemento trasferibile è l'idea che il calcolo energetico debba essere ancorato a una ricostruzione realistica della *chaîne opératoire*, evitando scorciatoie tecniche. In Magna Grecia ciò significa, ad esempio, integrare nel modello le infrastrutture di connessione tra cave e santuario, e interrogare come le linee di contatto e di trasferimento di conoscenza tra specialisti (lapicidi, carpentieri, coroplasti per la decorazione fittile, metallurghi per attrezzi e grappe) abbiano funzionato come parte dell'economia politica locale.

Infine, Brysbaert offre un modo rigoroso per integrare economia e significato nel caso dei templi. Se, come sostiene, l'estrazione di megaliti è un'azione intenzionale legata a un "valore aggiunto" inscritto nel paesaggio di provenienza e trasferito nell'edificio, allora anche nei santuari arcaici la scelta della pietra, della cava e delle modalità di trasporto potrebbe essere letta non solo come ottimizzazione economica, ma come costruzione di un discorso politico e identitario. In contesti coloniali, dove il tempio ha spesso la funzione di marcatore territoriale – come il caso emblematico delle Tavole Palatine – e di dispositivo di legittimazione comunitaria, la quantificazione del lavoro non serve a "spiegare" il simbolico, ma a misurare la scala della performance sociale richiesta per renderlo credibile.

In sintesi, ciò che si può applicare del lavoro di Brysbaert ai cantieri templari della Magna Grecia non è un repertorio di valori numerici, bensì un protocollo di ricerca: scomporre tecnicamente il processo (*chaîne opératoire*), quantificarne in modo esplicito e di scenario i costi (energetica), reinserire tali costi nel *taskscape* e nei vincoli stagionali della comunità, e interpretare infine il cantiere come luogo in cui risorse e significati sono co-prodotti. È esattamente l'obiettivo che Brysbaert indica quando avverte che l'energetica, se ridotta a calcolo, rischia di produrre soltanto nuvole di dati senza scopo, mentre deve servire un obiettivo interpretativo superiore¹⁰²².

¹⁰²¹ Brysbaert 2015, p. 96.

¹⁰²² Brysbaert 2018, p. 37.

Fase/operazione	Quantità e parametri (unità)	Formula	Fonte del parametro
Premesse e conversioni (unità, densità, classi dimensionali)			
Conversione di base: man-day (md) ↔ ore-persona (ph)	Q = md oppure ph; durata giornata: 10 h/md (ipotesi di lavoro).	ph = md × 10; md = ph / 10.	Bessac 2007, 135 n. 495 (cit. in Brysbaert 2015, p. 94); cfr. anche DeLaine 1997, p. 106; Hurst 1902, p. 376 (cit. in Brysbaert 2015, p. 94).
Durata della giornata di lavoro (varianti discusse per l'Egeo preistorico)	Range discusso: 5 h/giorno; 8 h/giorno; 10 h/giorno.	giorni-lavoro = ph / h giorno; ph = persone × ore_effettive.	Brysbaert (2023, p. 24) adotta 8 h/giorno in calcoli comparativi.
Classi dimensionali dei blocchi (Tirinto, muro Cittadella Bassa)	Grandi: 0.8–5+ m³ (= 2–13 t), media 2.5 t, 65%; Medi: 0.2–0.8 m³ (= 0.5–2 t), media 1 t, 25%; Piccoli: 0.01–0.2 m³ (= 0.03–0.5 t), media 0.25 t, 10%.	M_classe = M_tot × %; n_blocchi ≈ M_classe / M_media_classe.	Brysbaert 2015, p. 94 (Table 1).
Quota di riempimento fine (infill) in murature ciclopiche	Riempimento argilla/terra: ~20% del volume lordo della muratura (ipotesi di lavoro).	V_riempimento_fine ≈ 0.20 × V_lordo_muratura.	Brysbaert 2023, p. 236 (nota metodologica a Table 2; con rinvii a Mylonas 1962; Wright 1978, p. 160; Küpper 1996, p. 33; Mundell et al. 2009, p. 205).
1) Sbancamento e movimentazione del suolo (terra, rampe, livellamenti)			
Sbancamento/scavo (benchmark): ore-persona per m³ (terreno compatto/roccia tenera)	Scavo ex novo: 9–12 ph/m³; riapertura: 4 ph/m³; chiusura: 2 ph/m³	L_ph = V(m³) × r; giorni-lavoro = L_ph / h giorno (Brysbaert usa 8 h/giorno nel calcolo).	Brysbaert 2023, p. 243 (Table 9: tassi ricavati da Turner 2020); discussione su h/giorno in Brysbaert 2023, p. 242.
Movimentazione di suolo (rampa): scavo e getto dietro	0.15 md/m³.	L_md = V_suolo(m³) × 0.15.	DeLaine 1997, pp. 107 e 268 (cit. in Brysbaert 2015, p. 97; tab. in Brysbaert 2015, p. 98, Table 4–5).
Movimentazione di suolo: carico in ceste	0.06 md/m³.	L_md = V_suolo(m³) × 0.06.	DeLaine 1997, pp. 107 e 268 (cit. in Brysbaert 2015, p. 97; Brysbaert 2015, p. 98, Table 4–5).
Movimentazione di suolo: trasporto manuale in ceste (costante sintetica)	0.075 md/m³ (oppure formula per viaggi riportata in tabella: md/viaggio + 0.0045 × n_viaggi).	L_md ≈ V_suolo(m³) × 0.075 (oppure usare la relazione per n_viaggi quando il dato è disponibile).	DeLaine 1997, pp. 107 e 268 (cit. in Brysbaert 2015, p. 97; Brysbaert 2015, p. 98, Table 4–5).
Movimentazione di suolo: compattazione	0.0367 md/m³.	L_md = V_suolo(m³) × 0.0367.	Hurst 1902, p. 377 (cit. in Brysbaert 2015, p. 97; Brysbaert 2015, p. 98, Table 4–5).
Movimentazione di suolo: supervisione	+10% del totale md (per le operazioni di rampa).	L_md_tot = L_md_base × 1.10.	Brysbaert 2015, p. 98 (Table 4–5).
Rampa: correzione per pendenza e riposizionamenti (scenario di calcolo)	Per pendenza 10%: volume di terra raddoppiato; se la rampa è spostata n volte, moltiplicare di conseguenza.	V_eff = V_iniziale × 2 × n_spostamenti (scenario).	Brysbaert 2015, p. 97 (discussione su calcoli Küpper & Grossmann; fattori basati su DeLaine 1997, pp. 107 e 268).
2) Estrazione e preparazione della pietra (cava, selezione, volumetrie)			
Estrazione in cava (calcare; blocchi non lavorati)	Costo estrazione: 1.0 md/m³ per blocchi grezzi	L_md = V_pietra(m³) × 1.0 (md/m³).	Bessac 2007, p. 136 (cit. in Brysbaert 2015, p. 94).
Estrazione (variante: blocchi da muratura)	Costo estrazione: 1.1 md/m³ per blocchi da muratura (esperimento moderno).	L_md = V_pietra(m³) × 1.1 (md/m³).	De Haan 2009, p. 3 (cit. in Brysbaert 2015, p. 94).
Estrazione (range per pietrame piccolo / confronti)	Range: 1.1–2.2 md/m³ per pietre piccole non lavorate; per Atene valori simili con quota di supervisione.	L_md = V × r_cava; con r_cava ∈ [1.1, 2.2] md/m³; opz.: L_md_sup = L_md × (1 + quota_supervisione).	Abrams 1994; Pakkanen 2013 (citato in Brysbaert 2015, p. 94).
3) Trasporto (dalla cava al cantiere; carico-scarico; tonnellata-km)			
Definizione di giogo (trazione bovina)	1 team = 1 giogo (2 buoi) + 1 guida.	n_guide = n_gioghi (se 1 guida per giogo).	Brysbaert 2013, p. 57 (n. 50).
Capacità di traino per giogo (ordine di grandezza; scenari)	Valori discussi: 500 kg/giogo; 800 kg/giogo; (varie ipotesi in letteratura).	n_gioghi ≈ carico(kg) / cap_giogo(kg); con cap_giogo = 500 kg oppure 800 kg (scenario).	Brysbaert 2013, p. 59 (n. 61: Burford 1960; Burford 1969; DeLaine 1997; Loader 1998).
Gioghi necessari per carichi elevati (10–15 t; 13 t)	10 t: 19 gioghi; 10–15 t: 12–18 gioghi;	Usare come controllo di plausibilità: n_gioghi osservato vs stime letteratura.	Burford 1960, p. 8; DeLaine 1997, p. 99 (cit. in Brysbaert 2015, p. 95; per 13 t: Brysbaert 2015, p. 97).

	13 t: min. 16 gioghi (per inferenza dai valori DeLaine).		
Velocità di trasporto (ciclo cava-cantiere)	Velocità di riferimento: ~2 km/h; confronti: 1.67 km/h e 1.8–2.5 km/h.	$t_{andata} = d / v_{andata}$; $t_{ritorno} = d / v_{ritorno}$; $t_{ciclo} = t_{andata} + t_{ritorno}$.	Brysaert 2015, p. 96; DeLaine 1997, p. 108 e Loader 1998, p. 69 (entrambi cit. in Brysaert 2015, p. 96).
Trasporto: carico per viaggio e numero di viaggi (scenario Tirinto)	Carico grande: ~3.5 t/viaggio; carico medio/piccolo: ~1 t/viaggio.	$n_{viaggi} = M(t) / \text{carico\_viaggio}(t)$.	Brysaert 2015, p. 96 (Table 3).
Trasporto: viaggi al giorno (derivazione dal ciclo)	Scenario: $d \sim 1$ km; ciclo ~1 h; giornata 10 h $\rightarrow$ ~10 viaggi/giorno.	$\text{viaggi/giorno} \approx h_{giorno} / t_{ciclo}(h)$.	Brysaert 2015, p. 94 ($d \sim 1$ km) e p. 96 (Table 3: viaggi al giorno = viaggi/10).
Trasporto: coefficiente normalizzato (tonnellata-km)	Costo di trasporto: 0.7 md per tonnellata per km.	$L_{md} = 0.7 \times M(t) \times d(\text{km})$.	Brysaert 2015, p. 96.
Carico/scarico su carri: tempo per azione	Per blocchi ~2.5–3.5 t: 20 min per carico; 20 min per scarico (40 min per viaggio).	$t_{tot}(\text{min}) = (t_{carico} + t_{scarico})$; $ph = \text{persone} \times t_{tot}/60$; $md = ph/10$.	De Haan 2009, p. 7 (cit. in Brysaert 2015, p. 96).
Carico/scarico: squadre e conversione in md (calcolo esplicitato)	Grandi: 8 persone; Medi/piccoli: 4 persone; $t_{tot} = 40$ min.	Per blocco grande (2.5 t): $md_{blocco} = (8 \times 40/60)/10 = 0.533$ md; per 1 t: $md = (4 \times 40/60)/10 = 0.267$ md.	Brysaert 2015, p. 96 (Table 2); calcoli in Brysaert 2015, p. 103 (note finali f–g).
Carico/scarico: scenario alternativo (dispositivi a contrappeso)	Tempo dimezzato (~10 min/azione).	Sostituire t_{carico} e $t_{scarico}$ con 10 min: $t_{tot} = 20$ min; poi ph e md come sopra.	Dorka 2002, pp. 13 e 21 (cit. in Brysaert 2015, p. 96).
4) Lavorazioni in cantiere e messa in opera			
Traino (hauling) su rampa: produttività (scenario usato da Brysaert)	1 blocco da 2.5 t/ora con 8 persone; giornata 10 h $\rightarrow$ 25 t/giorno; rampa media: 175 m (valore di lavoro).	$t(\text{giorni}) = M_{tot}(t) / 25$; $L_{md} = t(\text{giorni}) \times 8$; (equiv.: $md/t \approx 0.32$).	Brysaert 2015, p. 99 (testo e Table 6; da Atkinson 1961, p. 297).
Traino (variante di controllo con attrito ridotto)	Scenario alternativo: 2.4 h con 6 persone ($\mu = 0.1$).	$ph_{blocco} = 6 \times 2.4 = 14.4$ ph per 2.5 t; $md/t = (14.4/10)/2.5 = 0.576$ md/t.	De Haan 2009, p. 6; Consiglio 1949, pp. 90 e 92 (cit. in Brysaert 2015, p. 103, nota finale j).
Posizionamento dei blocchi: velocità orizzontale e costo parametrico	Velocità: 0.60 m/min; 8 persone; distanza media per blocco: 4 m.	$t_{blocco}(\text{min}) = 4 / 0.60 = 6.67$; $md_{blocco} = (8 \times 6.67/60)/10 = 0.089$ md; $L_{md} = n_{blocchi} \times md_{blocco}$.	Hodges 1989, pp. 133–139 (cit. in Brysaert 2015, p. 99); parametri e tabella in Brysaert 2015, p. 100 (Table 7).
5) Costruzione (assemblaggio) e controlli complessivi; segmenti generalmente trascurati			
Preparazione del sito come rimozioni e livellamenti (segmento spesso non incluso nelle stime)	Nota metodologica: attività preliminari (es. rimozione di strutture preesistenti, livellamenti) possono incidere sui costi e vanno esplicitate come incluse/escluse.	— (indicazione metodologica: dichiarare inclusione/esclusione; se disponibile, modellare con tassi di movimentazione suolo).	Brysaert 2015, p. 91.
Costi indiretti (overheads): definizione e integrazione nel calcolo	Costi generali/incidentali: costi sostenuti su aspetti non direttamente produttivi (es. attrezzi, manutenzione).	— (inserire come quota percentuale o come voci dedicate quando i dati lo consentono).	Brysaert 2023, p. 247; Brysaert 2023, pp. 252–253.
Esempio di controllo (muro Tirinto): costi complessivi di base (somma attività)	Somma: estrazione, carico/scarico, trasporto, rampa, traino, posizionamento (scenari di altezza).	Usare come <i>benchmark</i> : valori già sommati in md per confrontare un nuovo modello parametrico.	Brysaert 2015, p. 100 (Table 8).

Tabella. Coefficienti di lavoro ricavate dai lavori di Ann Brysaert.

3.13. L'energetica architettonica nel dibattito accademico condiviso. Espansioni metodologiche

Negli ultimi anni, l'energetica architettonica ha visto una notevole espansione sia sul piano geografico sia su quello teorico. I recenti sviluppi del campo possono essere riassunti attraverso alcuni snodi testuali, qui selezionati e di seguito descritti perché rappresentano interessanti e mature forme di consolidamento e di ridefinizione dell'approccio.

Il volume curato da Leah McCurdy ed Elliot M. Abrams, *Architectural Energetics in Archaeology. Analytical Expansions and Global Explorations* del 2019 propone una sistemazione storiografica e un'espansione comparativa globale, dichiarando già nel titolo come soggetto l'architettura energetica. Da un lato, esso si presenta come un prodotto derivato e insieme ampliato rispetto al lavoro di Abrams del 1994¹⁰²³, a venticinque anni di distanza, dall'altro, vi si ribadisce che il volume intende celebrare ed proporre delle “espansioni analitiche” di un quarto di secolo di studi energetici, presentando sin nelle prime pagine una ricchissima tabella comparativa dei dati mutuati dalle ricerche condotte fino a quel momento.

Operazione o attività costruttiva	Contesto di riferimento	Produttività (tasso di lavoro)	Ore di lavoro al giorno	Riferimento bibliografico	Note
Approvvigionamento					
Estrazione in cava della pietra - calcare	Messico occidentale	0.46 m3/p-d	5	Erasmus 1965	
Estrazione in cava della pietra - calcare	Guatemala centrale	0.03 m3/p-d	n.d.	Woods e Titmus 1996	Blocchi di 75 cm x 50 cm x 50 cm
Estrazione in cava della pietra - tufo	Honduras occidentale	0.41 m3/p-d	5	Abrams 1994	
Estrazione in cava della pietra - tufo vulcanico (tepetate)	Messico centrale	0.9 m3/p-d	5	Murakami 2015 (modificato da Abrams 1994)	
Estrazione in cava della pietra - breccia basaltica	Messico centrale	0.66 m3/p-d	5	Murakami 2015 (modificato da Abrams 1994)	
Scavo di terra - suoli densi	Valle dell'Ohio	1.64 m3/p-d - 1.84 m3/p-d	5	Milner et al. 2010	Scavato con zappa in selce
Scavo di terra - terreno franco limoso denso	Valle dell'Ohio	1.7 m3/p-d	5	Davis et al., Capitolo 7	Media ricavata da Milner et al. 2010
Scavo di terra - suoli densi	Valle dell'Ohio	1.45 m3/p-d	5	Hammerstedt 2005	
Scavo di terra - sascab (marna)	Messico occidentale	2.0 m3/p-d	5	Erasmus 1965	
Scavo di terra - terreno franco limoso e argilloso	Nord America	2.1 m3/p-d	5	Gillette 1903	Corretto per l'uso di pala metallica
Scavo di terra	India	2.13 m3/p-d	5	ECAFE 1957	I tassi variano in base al clima
Scavo di terra	India	4.25 m3/p-d	5	ECAFE 1957	I tassi variano in base al clima
Scavo di terra - terreno sabbioso	Messico occidentale	2.6 m3/p-d	5	Erasmus 1965	
Scavo di terra - terreno franco	Italia	3.3 m3/p-d	5	DeLaine 1997	
Scavo di terra - gesso/calcare	Inghilterra meridionale	2.55 m3/p-d	5	Startin 1982	
Scavo di terra - terreno franco limoso con utensile in pietra	Cina sud-orientale	15.63 m3/p-d - 0.7 m3/p-d (mediana = 3.65 m3/p-d)	5	Xie et al. 2015	Esperimenti condotti in risaia moderna; valore di resistenza alla penetrazione (PR) del terreno franco limoso
Scavo di terra - terreno franco limoso con utensile in osso	Cina sud-orientale	20.00 m3/p-d - 0.36 m3/p-d (mediana = 2.94 m3/p-d)	5	Xie et al. 2015	Esperimenti condotti in risaia moderna; valore di resistenza alla penetrazione (PR) del terreno franco limoso
Scavo di terra	USA sud-orientali	kJ = M x (2.87 kJ/1 kg)	n.d.	Lacquement 2009	M = massa del tumulo
Raccolta di ciottoli	Honduras occidentale	7200 kg/p-d	8	Abrams 1994	
Abbattimento di alberi	Generale	Diametro 20 cm: 25 min	—	Hammerstedt 2005	Per tagliare e rifilare una specie arborea generica
Legno per architravi o segmenti rettilinei	Sconosciuto	7 lunghezze/3.76 p-d	8	McCurdy 2016 (basato su Carneiro 1979a)	1 architrave = 3 m x 1 m x 0,2 m
Trasporto					
Qualsiasi materiale	Nessun contesto	p-d = m3/(Q x (1/(L/V + L/V'))) x H)	5	Aaberg e Bonsignore 1975 (basato su ECAFE 1957)	Q = quantità per carico (richiede conversione in peso); L = distanza; V = velocità (a carico) 3 km; V' = velocità (a vuoto) 5 km

¹⁰²³ Si veda il paragrafo dedicato ad Abrams.

Terra	Messico	3.17 m3/p-d	5	Erasmus 1965	Distanza 50 m
Terra	Messico	1.76 m3/p-d	5	Erasmus 1965	Distanza 100 m
Pietra	Sicilia	5.6 m3/p-d - 6.1 m3/p-d	12	Lancaster, Capitolo 5	Distanza 25 m
Qualsiasi materiale	Messico occidentale	1 m3/9.023 p-h	8	Smailes 2011 (modificato da Erasmus 1965)	
Trasporto di mattoni d'adobe	Regione andina	1 m3/7.8 p-h	8	Smailes 2011	Intervallo: 1 m3/6.7-9 p-h
Carico in ceste (e trasporto a spalla)	Italia	1 m3/0.06 p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti I: 157)	
Sollevamento del terreno dalle fondazioni (> 1,6 m di profondità)	Italia	1 m3/0.018 p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti I: 243)	
Sollevamento dei materiali	Italia	1 m3/0.012(h-1) p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti I: 144)	h = altezza del muro
Trasporto su 105 m	Italia	1 m3/0.075 p-d + 0.0047 p-d/viaggio	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti I: 157)	105 m = distanza massima di trasporto dal deposito; metà del cantiere (dal deposito al centro del sito)
Trasporto di terra	USA sud-orientali	$kJ = ((L \times 0.35/L) + (L \times 0.22/L)) \times (M/11 \text{ kg})$	n.d.	Lacquement 2009	L = distanza; M = massa del tumulo
Produzione/Fabbricazione					
Lavorazione di conci - tufo	Honduras occidentale	0.086 m3/p-d	8	Abrams 1994	Dimensioni medie: 30 cm x 21 cm x 36 cm oppure 27 cm x 18 cm x 40 cm
Finitura di blocchi in muratura - vulcanico	Messico centrale	0.084 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Pietre di rivestimento (generale)	Messico centrale	0.13 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Pietre di rivestimento (talud-tablero)	Messico centrale	0.11 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Mattoni d'adobe	Messico centrale	1.1 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Mattoni d'adobe	Regione andina	1.1 m3/p-d	8	Smailes 2011	Intervallo: 1 m3/5.2-7.5 p-h; mattoni circa 10 cm x 25 cm x 35 cm
Mattoni adobe	Germania	0.6 m3/p-d - 1.3 m3/p-d	n.d.	Remise, Capitolo 4	Intervallo basato sulla scala del progetto
Mattoni adobe	Sicilia	0.7 m3/p-d - 4.0 m3/p-d	12	Lancaster, Capitolo	
Ciottoli grezzi	Honduras occidentale	0.86 m3/p-d	8	Abrams 1984b	
Preparazione del fango/impasto	Messico centrale	2.13 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Tepetate frantumato	Messico centrale	0.08 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Breccia frantumata	Messico centrale	0.12 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Miscelazione di amalgama d'argilla	Messico centrale	1.83 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Taglio degli architravi	Honduras occidentale	1 m2/p-d	8	Abrams 1984b	
Segatura del legname	Italia	1 m2/0.2 p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti II: 291)	Valore medio per una coppia di segantini
Scultura semplice	Honduras occidentale	321 cm2/p-d	8	Abrams 1994	
Scultura complessa	Honduras occidentale	89 cm2/p-d	8	Abrams 1994	
Produzione di intonaco	Honduras occidentale	1 m3/43.9 p-d	8	Abrams 1994	Include: 1) taglio di legno verde; 2) trasporto del legname; 3) impilamento in cataste; 4) estrazione del calcare; 5) preparazione del calcare (frantumazione in segmenti più piccoli); 6) trasporto e deposito della pietra sulla catasta
Cottura della calce (produzione di calce)	Messico centrale	0.03 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Spegnimento della calce (per volume di calce viva)	Italia	1 m3/1.2 p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti II: 131)	
Miscelazione dell'intonaco	Messico centrale	0.22 m3/p-d	8	Murakami 2015	Tasso generale; non considera ricette di intonaco distinte
Miscelazione della malta - fondazioni	Italia	1 m3/0.55 p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti II: 144)	
Miscelazione della malta - muri	Italia	1 m3/0.7 p-d	n.d.	DeLaine 1997	

Fabbricazione di pannelli di copertura	Regione andina	1 pannello/29.8 p-h	8	Smailes 2011	Pannelli di copertura su edifici in adobe dei Chimu; intervallo: 1 pannello/23.9-36.5 p-h
Costruzione/Assemblaggio					
Scavo in argilla e accumulo dietro	Italia	1 m3/0.15 p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti I: 155)	Scavo per costruzioni interrato
Scavo delle fondazioni e asporto (<= 1,6 m di profondità)	Italia	1 m3/0.14 p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti I: 241-245)	Scavo per fondazioni
Scavo delle fondazioni e asporto (> 1,6 m di profondità)	Italia	1 m3/0.15 p-d	n.d.	DeLaine 1997	
Puntellamento delle fondazioni (specializzato)	Italia	1 m3/0.15 p-d	n.d.	DeLaine 1997	
Posa delle fondazioni	Italia	1 m3/0.35 + 0.01(d-1) p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti II: 144)	d = profondità della fondazione
Posa di mattoni e nucleo dei muri (specializzato)	Italia	1 m3/4.18 + 0.13(h-1) p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti II: 144-145)	h = altezza del muro
Posa di mattoni e nucleo dei muri (non specializzato)	Italia	1 m3/(4.18 + 0.13(h-1)) x 0.5 p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti II: 144-145)	h = altezza del muro
Compattazione della terra	USA sud-orientali	kJ = M x (1.44/quantità di terreno kg/ora)	n.d.	Lacquement 2009	M = massa del tumulo
Ponteggi: montaggio su superficie di facciata (specializzato)	Italia	1 m2/0.021 p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti II: 6-7)	
Ponteggi: montaggio su superficie di facciata (non specializzato)	Italia	1 m2/(0.021) x 2 p-d	n.d.	DeLaine 1997	
Ponteggi: montanti (specializzato)	Italia	1 montante/0.25 p-d	n.d.	DeLaine 1997	
Ponteggi: montanti (non specializzato)	Italia	1 montante/(0.25) x 4 p-d	n.d.	DeLaine 1997	
Realizzazione delle centine (volta piccola o semplice)	Italia	1 m2/0.1 p-d	n.d.	DeLaine 1997 (cit. Pegoretti II: 209)	
Realizzazione delle centine (volta grande o complessa)	Italia	1 m2/0.2 p-d	n.d.	DeLaine 1997	
Muratura (nucleo e finitura) - tufo	Honduras occidentale	0.8 m3/p-d	8	Abrams 1984b, 1994	Include più componenti del compito complessivo, tra cui applicazione della malta, posa dei blocchi, discussione delle procedure, piccola rilavorazione per adattare i blocchi a condizioni specifiche di muro, installazione di linee guida
Muro di contenimento	Messico centrale	3.5 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Muri in adobe	Regione andina	1 m3/9.9 p-h	8	Smailes 2011	Intervallo: 1 m3/8.7-11 p-h
Muri (muratura di finitura)	Messico centrale	1.06 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Talud	Messico centrale	1.84 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Talud-tablero	Messico centrale	2 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Posa/montaggio di pannelli di copertura	Regione andina	1 pannello/4 p-h	8	Smailes 2011	Pannelli di copertura su edifici in adobe dei Chimu; intervallo: 1 pannello/3-19 p-h
Scalinata	Messico centrale	0.76 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Cella costruttiva (muri in ciottoli)	Messico centrale	3.5 m3/p-d	8	Murakami 2015 (vedi McCurdy 2016)	
Pavimenti della cella costruttiva	Honduras settentrionale	4 m3/p-d	n.d.	Carrelli 2004	"wet-laid fill"
Riempimento (piramidi maggiori)	Messico centrale	6.7 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Riempimento (altre strutture)	Messico centrale	3.7 m3/p-d	8	Murakami 2015	
Riempimento fine e riempimento delle murature della sovrastruttura	Honduras occidentale	4.8 m3/p-d	8	Abrams 1984b	Volume derivato da m2 di superfici finite verticali/in battere per profondità 0,1 m
Sottofondo in ciottoli	Honduras occidentale	9.6 m2/p-d	8	Abrams 1984b	
Applicazione dell'intonaco (muri)	Messico centrale	10.42 m2/p-d	8	Murakami 2015	
Intonacatura - applicazione dello strato di base	Messico centrale	19.27 m2/p-d	8	Murakami 2015	

Intonacatura - lisciatura	Messico centrale	45.1 m ² /p-d	8	Murakami 2015	
Intonacatura - lucidatura	Messico centrale	45.1 m ² /p-d	8	Murakami 2015	
Intonacatura (tutte le fasi)	Honduras occidentale	80 m ² /p-d	8	Abrams 1984b, 1994	Derivato da rapporti di costruzione moderni
Intonacatura su muri e pavimenti in adobe	Regione andina	1 m ³ /0.83 p-h	8	Smailes 2011	Intervallo: 1 m ³ /0.57-0.98 p-h
Applicazione dell'amalgama (muri)	Messico centrale	6.37 m ³ /p-d	8	Murakami 2015	
Applicazione di stucco decorativo	Honduras occidentale	1 m ³ /14.3 p-d	n.d.	Carrelli 2004	Decorazione in intonaco a rilievo profondo ("deep-relief")
Pittura (tinta unita)	Messico centrale	45.10 m ² /p-d	8	McCurdy 2016 (basato su Murakami 2015)	
Pittura (decorativa)	Guatemala orientale	1.05 m ² /p-d	8	McCurdy 2016 (basato su Hurst 2009)	
Costruzione in graticcio e fango (wattle-and-daub)	Honduras occidentale	p-d = -13.838 + 1.832 (m ²)	8	Gonlin 1993; Abrams 1994	Questa formula incorpora tutte le operazioni
Costruzione di champa	Honduras occidentale	p-d = (-13.838 + 1.832 (m ²))/10	8	Abrams 1994	
Supervisione					
Supervisione dei lavoratori	Europa occidentale	10%-25% del costo totale	n.d.	DeLaine 1997; Lancaster, Capitolo 5	
Supervisione dei lavoratori	Germania	5%-10% del costo totale	n.d.	Remise, Capitolo 4	
Supervisione dei lavoratori	n.d.	1 supervisore/4-8 lavoratori	n.d.	McCurdy, Capitolo 10	Basato sul modello di "scalar stress" di Johnson (1982)

Tabella. Sintesi dei coefficienti di manodopera presenti nei contributi del volume di McCurdy e Abrams del 2019.

La forza del contributo introduttivo di Abrams e McCurdy sta nell'offrire una grammatica metodologica sufficientemente esplicita da poter essere criticata, replicata e raffinata¹⁰²⁴. L'aspetto innovativo non è dunque solo la manualistica metodologica, ma la ricostruzione di una traiettoria disciplinare che sposta l'energetica dalla sfera mesoamericana, contesto in cui l'approccio aveva trovato precocemente un terreno di applicazione, al dialogo pieno con la tradizione classica e mediterranea. In questa storia, si consacra il punto di svolta individuato nel contributo di Janet DeLaine del 1997, presentato come lavoro che ha stabilito l'energetica architettonica come metodo significativo nella ricerca classica¹⁰²⁵. Vengono inoltre descritte quattro linee di sviluppo che, lette in controluce, possono essere intese come un programma di ricerca: l'espansione geografica, l'impiego di modelli e strumenti "di gestione di sistemi" (in senso *project-management*), l'attenzione alla specializzazione e alla capacità produttiva degli artigiani, e l'adozione di nuove tecnologie, in particolare 3D, per affinare misure e volumi. In questa prospettiva diventano particolarmente rilevanti, per un'applicazione all'Occidente greco, i lavori che affrontano contesti coloniali e di popolamento limitato. Si pensi, ad esempio, alla cautela metodologica con cui si discute la produzione architettonica in comunità ridotte, dove l'interpretazione energetica deve fare i conti con la composizione demografica e con la possibile intermittenza dei cantieri¹⁰²⁶: la stessa quantità di pietra lavorata assume significati diversi a

¹⁰²⁴ McCurdy e Abrams 2019, p. 4.

¹⁰²⁵ McCurdy e Abrams 2019, p. 17.

¹⁰²⁶ Lancaster 2019, pp. 96–97.

seconda della capacità di mobilitare manodopera, della durata “politicamente tollerabile” del cantiere e dell’impatto che esso produce sul calendario produttivo.

Tra i vari contributi, quello di Jerrad Lancaster rappresenta un passaggio particolarmente utile per l’età arcaica perché affronta un problema tipico delle colonie greche d’Occidente, ovvero la scarsità di fonti contabili e la necessità di costruire modelli solidi pur in presenza di dati archeologici incompleti. Lancaster esplicita infatti che, in un’economia ampiamente “non-numismatica” come la Sicilia arcaica, salari e costi vanno ricondotti a *person-days* (pd) o giornate-persona, costruendo l’intero ragionamento su questa unità, affiancandole gli *ox-carriage days* (od) o “giornate-carro”¹⁰²⁷ per la logistica del trasporto animale. Il contributo è rilevante perché chiarisce e rende trasferibili le ipotesi operative necessarie a far funzionare un modello energetico in contesti arcaici. In primo luogo stabilisce tre presupposti minimi: una forza lavoro maschile per il calcolo, senza che ciò escluda partecipazioni diverse¹⁰²⁸; una giornata di lavoro media di 12 ore (con 2 ore di pause) e un anno tipico di circa 220 giorni¹⁰²⁹, assunti come cornice teorica prima di introdurre le correzioni legate all’agricoltura; una sostanziale comparabilità della produttività manuale lungo due millenni, dato che strumenti e gesti del lavoro fisico non cambiano radicalmente¹⁰³⁰. È importante notare che Lancaster non si ferma a queste ipotesi manualistiche ma le problematizza subito in termini di calendario agricolo e di vincoli sulla trazione animale, richiamando evidenze secondo cui i lavori comunitari in società agrarie tendono a concentrarsi nei periodi “*off-seasons*” (nell’ordine di 60–120 giorni annui) e ricordando che i buoi impiegati nel trasporto non sono disponibili quando servono nei campi; in vari studi citati, la finestra di relativa libertà per l’impiego dei buoi cade tipicamente tra luglio e settembre¹⁰³¹. Un secondo punto forte, decisivo per applicazioni ai cantieri della Magna Grecia, è la formalizzazione della componente logistica. Lancaster misura il trasporto in *ox-carriage days* assumendo una percorrenza giornaliera di circa 8 km per una coppia di buoi (4 km all’andata e 4 km al ritorno) e introduce una correzione per la pendenza, rendendo esplicito che l’incremento di costo è proporzionale all’angolo del pendio¹⁰³². Nel caso di Kamarina, questa formalizzazione diventa operativa: per il trasporto dell’argilla dal fiume Ippari, con pendenza di poco superiore al 4%, applica un aumento del 7,5% ai costi di trasporto¹⁰³³. Per le colonie achee, spesso collocate tra piane costiere e terrazzi fluviali o collinari, questo è un dettaglio non

¹⁰²⁷ Lancaster 2019, p. 98 (mutuato da Pakkanen 2013, p. 70, n. 131). Traduzione “giornate-carro” mia.

¹⁰²⁸ Il concetto è mutuato dalle osservazioni sull’impiego di forza maschile, femminile, giovanile di DeLaine (v. *supra*).

¹⁰²⁹ DeLaine 1997, pp. 105–106; 5, pp. 638; Pakkanen 2013, p. 56.

¹⁰³⁰ Lancaster 2019, pp. 97–98.

¹⁰³¹ Lancaster 2019, p. 107.

¹⁰³² Lancaster 2019, p. 98.

¹⁰³³ Lancaster 2019, p. 104.

secondario: l'energetica non è solo il prodotto di volume e costo, ma anche geografia applicata. Diventa infatti interessante l'applicazione di tale calcolo nei casi studio dove si possono formulare diverse ipotesi sul tipo di percorso di trasporto: per il tempio extraurbano di Hera a Metaponto, prendere in considerazione il trasporto del materiale via terra o un scarico via Bradano può influire notevolmente sui risultati.

Lancaster dichiara per il suo metodo la preferenza di stime conservative¹⁰³⁴, ma fornisce intervalli e soprattutto dichiara i coefficienti adottati per operazioni e materiali¹⁰³⁵. Questo insieme di coefficienti e densità, in un contesto come quello delle colonie magnogreche, può funzionare come un formulario di base da calibrare sul caso di studio, soprattutto quando i dati stratigrafici e materiali non consentono di misurare direttamente tempi e modalità operative. Il valore del capitolo emerge con chiarezza quando Lancaster mostra come questi parametri permettano di trasformare evidenze frammentarie in ipotesi controllabili su processi coloniali. Per l'abitato arcaico di Siracusa, dove l'evidenza della fase di fondazione è scarsa, ricostruisce un edificio minimo sulla base dell'impianto planimetrico conservato¹⁰³⁶. Poiché l'assenza di mattoni non basta a escluderne l'uso, Lancaster produce due scenari: casa interamente in pietra e casa con zoccolo in pietra e alzata in mattoni crudi, rendendo la scelta tecnologica un parametro del modello, non un dogma interpretativo¹⁰³⁷. Tali strutture difficilmente sono il prodotto di un singolo nucleo domestico isolato, implicando invece squadre di manodopera e fasi coordinate (scavi, trasporti, messa in opera), e quindi una forma di organizzazione comunitaria già nei primissimi momenti della fondazione¹⁰³⁸. La stessa logica viene portata su scala urbana nelle fortificazioni di Kamarina, che Lancaster interpreta come risposta politico-militare in un contesto

¹⁰³⁴ Limiti inferiori plausibili: l'autore imposta i calcoli in modo da ottenere, di norma, il costo più basso ragionevole (in *person-days* e *ox-carriage days*), adottando i tassi di lavoro "base" e riservando i valori "highest" a scenari di sensibilità, oltre a evitare di introdurre costi logistici aggiuntivi quando non sono imposti dall'evidenza archeologica (Lancaster 2019, p. 98; p. 104; pp. 107–109).

¹⁰³⁵ Lancaster 2019, p. 109. Egli distingue, per esempio, la pietra delle fortificazioni di Kamarina (estrazione/raccolta a 1 p-d/m³, costruzione a 2 p-d/m³, riempimento a 0,07 p-d/m³) dalla pietra per la casa arcaica di Siracusa (estrazione a 0,25 p-d/m³, costruzione a 1 p-d/m³), segnalando anche valori molto alti per analisi di sensibilità; affianca poi un costo standard per scavo e fondazioni (0,14 p-d/m³, con +10% se serve puntellamento), per movimentazione a breve raggio (0,163 p-d/m³ per carico e trasporto su 25 m; 0,06 p-d/m³ per carico su carro), per mattoni (manifattura 0,25 p-d/m³, posa 0,4 p-d/m³) e per legno (abbattimento 2,7 p-d/m³, squadratura 0,14 p-d/m², più un coefficiente per travi di copertura). Nelle sue tabelle fissa anche due parametri che aiutano a rendere "risolutivi" i conti, quali un sovraccarico di supervisione (10% come base, 25% per scenari più onerosi) e densità utili a trasformare volumi in masse per il trasporto (calcare 2,6 t/m³, argilla 1,75 t/m³, legno 0,56 t/m³).

¹⁰³⁶ Un vano di 3,50 × 3,50 m con muri di 0,50 m. (Lancaster 2019, p. 99).

¹⁰³⁷ La ricostruzione assume fondazioni a 0,25 m e un'altezza muraria stimata per analogia (Zagora), ottenendo un volume di pietra di 14,38 m³; su questa base calcola costi articolati per livellamento, trasporto, elevato, copertura e porta, arrivando a un totale (con supervisione) di circa 27 p-d e 24 od per la casa tutta in pietra. L'alternativa con mattoni riduce il costo umano complessivo a circa 19 p-d, mentre la componente logistica (od) resta comparabile, perché vincolata soprattutto alla movimentazione dei materiali e alle distanze dalle fonti di approvvigionamento (Lancaster 2019, pp. 100–101).

¹⁰³⁸ Lancaster 2019, p. 107.

di conflittualità con la metropoli siracusana¹⁰³⁹. Poiché la costruzione appare frettolosa e di bassa qualità, propone che la pietra fosse raccolta localmente entro 0,50 km e applica invece la correzione di pendenza per l'argilla dei mattoni, portando a quantificare la catena operativa. Lancaster interpreta questi numeri non come costo astratto, ma come vincolo concreto: l'ostacolo principale può essere stato proprio il trasporto (*od*), più ancora della manodopera (*p-d*), e dunque la capacità di mettere in campo un numero sufficiente di carri e buoi in una finestra stagionale compatibile¹⁰⁴⁰. Lancaster esplicita infatti che, per stimare tempi di completamento, non basta la popolazione totale, ma occorre definire un “*labor pool*” realistico. Sulla base di ipotesi connesse alla demografia derivate da più autori¹⁰⁴¹, egli assume come valore operativo una forza lavoro pari a 22,5% della popolazione complessiva (Tab. X), proprio per tenere conto di esclusioni come fasce non idonee, non dispensabili, élites non impegnate in lavoro manuale¹⁰⁴², innestando infine su questo bacino il fattore della stagionalità agricola, ricavando scenari di disponibilità annua effettiva.

Autore	Bacino della “forza-lavoro”	% proposta	Correzioni o filtri esplicitati dall'autore	Lancaster
Beloch 1886	Uomini fisicamente abili tra 20 e 60 anni	≈ 25% della popolazione	La percentuale deriva dal restringere la manodopera ai maschi in età lavorativa “piena” (20–60)	Viene considerata troppo “grezza” perché non distingue esclusioni sociali (élite) o inidoneità.
Hansen 2011	Uomini tra 20 e 49 anni + criterio di esclusione funzionale	< 25%	Riduzione dell'età (20–49) rispetto a Beloch; esclusione fino a 25% degli adulti maschi come “inadatti or indispensabili”	È la giustificazione più chiara che il “25%” di Beloch sovrastima la forza lavoro effettivamente mobilitabile.
Abrams 1987	Variabile	20%–33%	L'intervallo dipende dall'inclusione o meno di donne adulte e/o maschi sub-adulti	Lo usa per mostrare che la quota di forza lavoro non è fissa, ma dipende dalle definizioni sociali e dai compiti (alcuni lavori possono coinvolgere categorie più ampie).
De Angelis 2016	Riprende la base di Beloch (25%), ma la “socializza”	25% – 10% = 22,5%	Mantiene il 25% come struttura di partenza, ma sottrae una quota stimata di ~10% di cittadini d'élite, che probabilmente non prendevano parte al lavoro manuale	Passaggio-chiave, perché produce un valore intermedio e motivato (né troppo alto né troppo basso) coerente con l'idea di esclusioni sociali reali.

Tabella. Ipotesi demografiche sulla composizione della forza-lavoro alla base dei coefficienti impiegati da Lancaster.

In una prospettiva adattata ai cantieri magnogreci, questa doppia parametrizzazione consente di confrontare colonie diverse non solo per “quanto costruiscono”, ma per la combinazione fra demografia, *hinterland* agricolo, accesso alla trazione animale e prossimità delle risorse, che possono funzionare come parametri energetici purché si mantenga la distinzione concettuale dimostrata nei due casi residenziale e difensivo: quando la pietra è raccolta e messa in opera con tecniche speditive, come Kamarina, il costo per m³ può essere più alto rispetto a contesti di edilizia domestica con approvvigionamento più regolare, come a Siracusa¹⁰⁴³. Analogamente, la separazione fra *p-d* e *od* è cruciale nei paesaggi della Magna Grecia, dove distanze tra insediamento, fonti d'acqua, d'argilla e cave possono essere il vero fattore determinante dei costi:

¹⁰³⁹ Lancaster 2019, p. 104.

¹⁰⁴⁰ Lancaster 2019, pp. 107-108.

¹⁰⁴¹ Beloch 1886, pp. 42, 53; Hansen 2011, p. 241; Abrams 1987, pp. 490, 493; De Angelis 2016, p. 146.

¹⁰⁴² Lancaster 2019, p. 105.

¹⁰⁴³ Lancaster 2019, p. 109.

la logistica può diventare il collo di bottiglia e la pianificazione dei trasporti è una variabile organizzativa che l'archeologia raramente registra ma che l'energetica può rendere esplicita¹⁰⁴⁴. Le pratiche replicabili della metodologia di Lancaster consistono dunque nel costruire scenari multipli, ancorati a geometrie minime ricostruibili, e nel discutere poi quali scenari siano compatibili con vincoli demografici e stagionali. La sua conclusione su Siracusa è paradigmatica: anche assumendo disponibilità limitata del lavoro, la comunità può plausibilmente raggiungere un livello di abitazione permanente in tempi relativamente brevi se coordina le fasi e integra mansioni meno specializzate (come rimozione terra o produzione di mattoni). In parallelo, nel caso Kamarina la scala dell'opera difensiva rende inevitabile postulare una mobilitazione più ampia, includendo *hinterland* e, probabilmente, manodopera non greca, con implicazioni dirette per i rapporti di potere e le relazioni interculturali.

Il contributo di François Remise, sebbene tratti un contesto celtico della Germania meridionale (Heuneburg), è interessante per la formazione di partenza dell'autore, ingegnere, che conferisce autorevolezza sul piano dei calcoli e spirito critico circa l'assunzione dogmatica di valori circolanti in letteratura. La sua va intesa anzitutto come una proposta critico-metodologica su come selezionare e giustificare i parametri dell'energetica, più che come una semplice nuova stima per un singolo caso studio. Remise parte da un dato di fatto: a causa dell'incertezza intrinseca delle stime energetiche, spesso si ottengono solo ordini di grandezza; tuttavia, questa incertezza può ridursi sensibilmente se si affronta con rigore la scelta dei valori di costo per ciascuna operazione¹⁰⁴⁵. In particolare, critica la prassi diffusa di usare per ogni compito uno o pochi valori, raramente più di cinque, e poi scegliere un numero finale tramite interpolazione o media, sottolineando che l'unico vantaggio di quest'ultima è minimizzare lo scarto rispetto al valore più probabile, ma quando i valori sono molto distanti ciò segnala condizioni sperimentali diverse, e quindi la media non è più giustificata, rendendo necessario comprendere perché i risultati sono dispersi¹⁰⁴⁶. Da qui viene definito un metodo in tre passaggi, che consiste nel raccogliere per ogni operazione il maggior numero possibile di valori pubblicati (da "dieci a centinaia"), identificare i fattori-chiave che spiegano la dispersione (ad esempio il tipo di manifattura, l'importanza del progetto, le ore giornaliere lavorate) e quantificare l'influenza di questi fattori, e, infine, scegliere il valore che rappresenta la migliore stima in base a tali fattori, invece di adottare una media o un valore selezionato senza criteri¹⁰⁴⁷. Remise rende poi questo

¹⁰⁴⁴ Lancaster 2019, p. 98; pp. 107–108.

¹⁰⁴⁵ Remise 2019, p. 79.

¹⁰⁴⁶ Remise 2019, p. 92, nota 3.

¹⁰⁴⁷ Remise 2019, p. 79.

approccio operativo attraverso due esempi (mattoni crudi e trasporto manuale), aggiungendo criteri di rifinitura del dato, utili quando si ricavano coefficienti dalla letteratura.

Nel caso della fabbricazione dei mattoni crudi, dichiara di aver individuato 32 valori, ma di averne selezionati solo quelli che consentono di ricavare un costo per unità di volume; scarta esplicitamente i valori espressi solo come “numero di mattoni per ora/giorno” senza dimensioni, quelli provenienti da comunicazioni personali poco chiare e quelli dei testi antichi in cui mancano le condizioni di produzione¹⁰⁴⁸. Questo passaggio è, di fatto, una lezione sulla scelta delle fonti: un parametro è riusabile solo se porta con sé metadati sufficienti (unità convertibili, condizioni descritte, contesto sperimentale). Sul piano dei risultati, si insiste che il fattore più robusto emerso per i mattoni crudi è la scala del progetto, ovvero all’aumentare della scala, la produttività giornaliera tende a diminuire, perché crescono spostamenti, operazioni accessorie, esigenze di coordinamento e tempi non produttivi¹⁰⁴⁹. La conclusione metodologica è molto netta: poiché molte stime in letteratura derivano da esperimenti brevi su piccola scala, i grandi cantieri rischiano di essere sottostimati se si trasferiscono quei tassi senza correzioni. La stessa logica guida la parte sul trasporto manuale, dove Remise mostra che molte applicazioni energetiche si appoggiano a due famiglie di dati, cioè formule di ECAFE e ONU¹⁰⁵⁰ e esperimenti replicativi di Erasmus, ma insiste sul fatto che parametri come velocità, carico, ore effettive e tempi di carico e scarico devono essere trattati come variabili esplicite, non come costanti canoniche¹⁰⁵¹. In questo quadro formula una raccomandazione direttamente trasferibile, quella di derivare, quando possibile, il carico medio da misure o osservazioni compatibili con il sito; in assenza di dati sul sito, occorre invece adottare valori ragionevoli da dati sperimentali più ampi, mentre la velocità va resa dipendente dal carico e, in condizioni di motivazione abbastanza alta, può essere collocata in un intervallo specifico, quello di 4-5 km/h¹⁰⁵². Infine, vengono introdotti e giustificati i costi “invisibili” di direzione, coordinamento e controllo, osservando che per lavori di grandi dimensioni è impensabile l’assenza di supervisione e capisquadra, e che la qualità della supervisione influisce fortemente sulla performance, richiama precedenti che quantificano la supervisione tra 5%¹⁰⁵³ e 10%¹⁰⁵⁴ e dichiara di usare 10% nei

¹⁰⁴⁸ Remise 2019, p. 80.

¹⁰⁴⁹ Remise 2019, pp. 81–82. Per questo propone esplicitamente intervalli distinti di produttività, senza supervisione, in funzione della scala: per piccoli progetti 1,10–1,80 m³ per giornata-uomo; per progetti medi 0,60–1,00 m³ per giornata-uomo; per grandi progetti 0,40–0,70 m³ per giornata-uomo; e raccomanda che le altre ipotesi (ore lavorate, tipo di manifattura, strumenti, motivazione) siano confrontate con le condizioni degli esperimenti pubblicati per selezionare il valore più appropriato dentro l’intervallo.

¹⁰⁵⁰ Vedi *supra*.

¹⁰⁵¹ Remise 2019, pp. 83–85.

¹⁰⁵² Remise 2019, p. 85.

¹⁰⁵³ Fathy 1989.

¹⁰⁵⁴ DeLaine 1997; Seeher 2007.

propri calcoli, trattandolo come parte integrante, sebbene nascosta, del costo complessivo¹⁰⁵⁵. Se per esempio applicassimo questo metodo alle Tavole Palatine, in particolare per gli elementi fittili di copertura, nell'ipotesi che vengano prodotti nel quartiere ceramico dell'area urbana distante circa 4 km, il trasporto manuale richiederebbe tra 105 e 175 *person-days* (incluso l'incremento di supervisione del 10%), a seconda del peso medio del pezzo; una squadra di 50 portatori lo potrebbe fare dai 2 ai 4 giorni.

Calcolo	Regola o valore (Remise 2019)	Applicazione alle Tavole Palatine (Metaponto)
1. Esplicitazione delle variabili	Non assumere valori di default	d = ~4 km (distanza stimata dal quartiere ceramico nell'area urbana al tempio extraurbano)
2. Velocità realistica	Trasporto manuale efficiente: 4–5 km/h	Assunto: 4,5 km/h (andata carico) e 5,0 km/h (ritorno scarico)
3. Ore effettive di lavoro	Usare ore effettive, non giornate nominali	Assunto: 7,8 h/giorno
4. Tempi di carico e scarico	Incidono sul numero di viaggi	Assunto: 0,10 h per viaggio (carico+scarico)
5. Carico per viaggio	Il carico va motivato; <i>benchmark</i> alto citato (38 kg)	Assunto operativo: 30 kg/viaggio
6. Quanto trasporta 1 portatore al giorno	La produttività si ricava dalle variabili sopra	Con i valori sopra e 4 km: 4,36 viaggi/giorno $\Rightarrow$ 131 kg/giorno (= 0,131 t per persona-giorno)
7. Quanti elementi di copertura	—	Densità: 7–9 pezzi/m ² . Con copertura ~498–541 m ² $\Rightarrow$ 3.486–4.869 pezzi (media $\approx$ 4.160)
8. Tradurre la produttività in elementi	Evitare dati opachi o non convertibili	Se il peso medio del pezzo è w kg, allora 1 portatore può trasportare 130,8 / w pezzi/giorno
9. Persona-giorno per trasportare tutti gli elementi (solo trasporto)	—	Min: 26,6·w p-g; Medio: 31,8·w p-g; Max: 37,2·w p-g (w in kg/pezzo)
10. Aggiungere gestione o supervisione	Per cantieri monumentali: aggiungere +10%	Min: 29,3·w; Centrale: 35,0·w; Max: 40,9·w p-g
11. Coordinamento delle squadre	~1 caposquadra ogni 10 lavoratori	Esempio: 50 portatori $\rightarrow$ ~5 capisquadra; 80 $\rightarrow$ ~8

Tabella. Calcoli con il metodo "cautelativo" di Remise, con valori minimi, centrali e massimi, e applicazioni alla copertura delle Tavole Palatine.

Peso medio pezzo (w)	Persona-giorno diretti (min–centrale–max)	Persona-giorno con +10% supervisione (Remise)
3 kg	80 – 95 – 112	88 – 105 – 123
4 kg	106 – 127 – 149	117 – 140 – 164
5 kg	133 – 159 – 186	146 – 175 – 205

Peso pezzo (w)	Totale p-g (+10%)	Con 30 portatori	Con 50 portatori	Con 80 portatori
3 kg	$\approx$ 105 p-g	3,5 giorni	2,1 giorni	1,3 giorni
4 kg	$\approx$ 140 p-g	4,7 giorni	2,8 giorni	1,7 giorni
5 kg	$\approx$ 175 p-g	5,8 giorni	3,5 giorni	2,2 giorni

Un'altra innovazione del volume, che incide direttamente sulla modellazione dei cantieri e non solo dei costi, è l'adozione di strumenti della *construction management science* per trasformare l'energetica da misura statica a simulazione temporale. Sapere “quanta manodopera” è solo una parte del problema: se l'obiettivo è capire la dinamica sociale, come il controllo del lavoro o strategie organizzative, serve stimare come le ore-uomo o le giornate-persona si distribuiscono nel tempo. Da qui l'uso del CPM (*Critical Path Method*) per modellare interdipendenze tra

¹⁰⁵⁵ Remise 2019, p. 91, nota 5.

attività e tempi minimi di completamento, e della PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) per trattare l'incertezza nelle produttività e nelle durate¹⁰⁵⁶. Anche in questo caso, l'ossatura procedurale è trasferibile ai cantieri della Magna Grecia: costruire una WBS (*Work Breakdown Structure*) scomponendo il tempio in pacchetti di lavoro (fondazioni, crepidoma, alzata, copertura, decorazione), fare il *quantity survey* (quantità installate), attribuire coefficienti unitari e calcolare le ore-persona; poi, con CPM, imporre la logica di cantiere, con sequenze obbligate e attività in parallelo, e ottenere durata e profilo di impiego della forza lavoro¹⁰⁵⁷. Il CPM è utile proprio perché consente scenari “*what-if*” su calendario e organizzazione (ad esempio giornate più lunghe, settimane diverse, pause stagionali), integrando nel modello i vincoli agricoli e rituali che spesso condizionano i cantieri templari, come già ribadito in altre occasioni *supra*.

Un punto ribadito con forza nel volume, cruciale proprio per templi arcaici, dove la precisione geometrica incide direttamente su basi, stilobati, alzati e coperture, è l'insistenza sulle volumetrie 3D ad alta risoluzione come modo per ridurre errori sistematici delle stime “a geometria semplificata”. Drennan e Kolb usano l'energetica per comparare lo sforzo edilizio di diversi sovrani al fine di inferire differenze di potere sociale lungo la storia costruttiva di Karnak, con l'obiettivo di confrontare l'impegno relativo dei leader che costruiscono nel complesso per “misurare” in modo comparativo la potenza dei faraoni¹⁰⁵⁸. Pur non trattando il mondo greco-arcaico, la metodologia della ricerca è pertinente a quella dei cantieri perché mostra una soluzione pratica quando i parametri delle operazioni di cantiere sono difficili da ricostruire con precisione. Gli autori riconoscono esplicitamente che i tassi pubblicati di lavoro non sono sempre applicabili al contesto egiziano per mancanza di dati tecnici e sperimentazioni ad hoc; in più, il reimpiego di materiali a Karnak rende problematico imputare costi di approvvigionamento e trasporto. Per questo adottano una strategia ibrida, usando le risorse digitali 3D come mezzo per ridurre ogni possibile scarto di errore dimensionale e il volume della pietra (m³) come *proxy* dei coefficienti di lavoro, dichiarando che è una scelta da trattare con cautela ma utile per comparazioni di lunga durata e per leggere oscillazioni di investimento del potere politico¹⁰⁵⁹. Allo stesso modo si potrebbe utilizzare questo tipo di confronto per ricavare dati sulle diverse *poleis* dei casi di studio in Magna Grecia, e stimare la portata degli interventi alla luce di disponibilità di risorse, potere “percepito” rispetto alle realtà coloniali attigue e dati materiali.

¹⁰⁵⁶ Smailes 2019, pp. 236–237.

¹⁰⁵⁷ Smailes 2019, pp. 236–237; pp. 250–253.

¹⁰⁵⁸ Drennan e Kolb 2019, p. 57. La disponibilità di dati digitali è cruciale, poiché il lavoro impiega dataset tridimensionali del Digital Karnak Project per calcolare costi di investimento nel tempo.

¹⁰⁵⁹ Drennan e Kolb 2019, pp. 64–66.

I modelli ricavati con fotogrammetria e superfici digitali permettono di distinguere tra una stima geometrica semplificata e una volumetria calcolata sul modello, in un caso studio rispettivamente 830 m³ e 747,5 m³, ovvero uno scarto dell'ordine del 10% già su una porzione relativamente regolare, che si traducono in differenze dello stesso ordine nei costi energetici¹⁰⁶⁰. L'errore può crescere molto se si usano approssimazioni manuali su geometrie complesse, per questo viene indicato esplicitamente l'impiego dei modelli 3D come uno degli sviluppi centrali dell'energetica¹⁰⁶¹.

3.14. Il valore aggiunto della digitalizzazione nei calcoli energetici

In questa direzione si muovono le più recenti trattazioni, costituite da articoli ma sempre più anche da intere monografie dedicate al tema, di cui si espongono di seguito, senza pretesa di esaustività, una serie di direttrici della sempre più crescente messe di pubblicazioni sull'argomento.

Nel lessico dell'*architectural energetics* la digitalizzazione non è un semplice apparato illustrativo, ma un vero dispositivo metodologico che incide sul punto più sensibile dell'intero procedimento, ovvero la trasformazione dell'evidenza archeologica, spesso incompleta, irregolare, stratificata, in dati volumetrici e metrici robusti, cioè in quelle grandezze che rendono calcolabile la spesa di lavoro. In altri termini, la modellazione e la documentazione tridimensionale agiscono come cerniera fra il l'evidenza materiale e l'astrazione quantitativa, riducendo l'ampiezza dell'errore nella quantificazione dei materiali, rendendo esplicite le assunzioni ricostruttive e permettendo di far scorrere il calcolo lungo scenari alternativi senza perdere la tracciabilità dei passaggi.

Uno snodo teorico-metodologico è ben leggibile in un contributo comparativo di Jari Pakkanen su tre casi studio (il porto antico di Kyllene in Grecia, una cisterna ellenistica a Pleuron in Grecia occidentale, Naxos di Sicilia)¹⁰⁶², dove l'integrazione fra fotogrammetria e la *line-drawing* della stazione totale è presentata non come "somma" di due tecniche, ma come costruzione di un *workflow* capace di rispondere a esigenze differenti (accuratezza metrica, leggibilità interpretativa, tempi/costi di rilievo). Pakkanen osserva che i prodotti fotogrammetrici, come ortomosaici e point clouds, possono essere ricchissimi dal punto di vista

¹⁰⁶⁰ Davis et al. 2019, pp. 146–149.

¹⁰⁶¹ McCurdy e Abrams 2019, p. 292. Sul tema, a cui è dedicato un capitolo specifico, si veda anche l'ampliamento dello studio appena esposto di Jarred Lancaster esteso alla Sicilia arcaica con un focus specifico sul rapporto tra ricostruzione 3D ed energetica: Lancaster 2021.

¹⁰⁶² Pakkanen 2018.

delle informazioni, ma non necessariamente leggibili quando occorre isolare dettagli minuti o discontinuità di superficie: la tracciatura automatica tende a spezzare le linee e, soprattutto, la relazione fra linea e target non è sempre univoca; inoltre, variazioni sottili di texture e dettaglio possono risultare poco distinguibili. In questo quadro, la sovrapposizione del dato vettoriale ottenuto con la stazione totale sul modello fotogrammetrico diventa un'operazione epistemica: aumenta la leggibilità e riduce l'ambiguità interpretativa nella fase in cui si passa dal modello al calcolo¹⁰⁶³. Pakkanen sottolinea che la fotogrammetria è divenuta rapidamente “*mainstream*” per il basso costo di hardware e software e per la rapidità con cui consente di generare piante, alzati e sezioni più informativi del disegno tradizionale; proprio questa rapidità può liberare tempo per lo studio del monumento. Se, tuttavia, si richiedono linee più tradizionali da pubblicazione, la stazione totale (con *laser reflectorless*) fornisce dati più precisi delle ricostruzioni 2D da misure manuali e stime posizionali¹⁰⁶⁴. In altre parole il 3D entra nell'energetica come ottimizzatore del rapporto fra accuratezza e costo della conoscenza, perché rende più controllabile il passaggio dalla geometria reale spesso irregolare al modello metrico.

Questo medesimo principio viene poi messo esplicitamente a servizio degli studi sui *labour cost* in un contributo sulla *tholos* di Tirinto¹⁰⁶⁵, dove la catena operativa è esplicitata in fotogrammetria, modello 3D di alta qualità, estrazione di dati areali e volumetrici, e infine, computo dei costi di lavoro. Gli autori combinano disegni editi e nuovi lavori sul campo e, soprattutto, usano la sovrapposizione fra disegni preesistenti e modello 3D per verificare l'impatto che la diversa accuratezza metrica può avere sul risultato finale, cioè se la differenza è significativa per il calcolo energetico. L'uso del 3D è descritto in termini propriamente econometrici: il modello viene analizzato per ricavare aree e volumi dei materiali impiegati e, quando serve, dimensioni dei singoli blocchi; inoltre, anche lavorazioni non più ben conservate, come porzioni di intonaco, possono essere reinserite nel calcolo ricavandone estensione e spessore attraverso misure derivate dal modello e dai frammenti conservati: da qui l'affermazione-chiave che modelli di questo tipo risultano sufficientemente accurati per condurre studi sui *labour cost*¹⁰⁶⁶.

Su un piano più vicino alla ricostruzione architettonica e alla modellazione come strumento di calcolo, Jarred Lancaster, ampliando quanto già esposto sulla Sicilia arcaica, rende il ruolo del 3D ancora più evidente, perché lo colloca nel cuore del computo e non soltanto nel rilievo. Nel

¹⁰⁶³ Pakkanen 2018, p. 122.

¹⁰⁶⁴ Pakkanen 2018, p. 137.

¹⁰⁶⁵ Brysbaert, Turner, Vikatou 2022.

¹⁰⁶⁶ Brysbaert, Turner, Vikatou 2022, p. 44.

suo impianto, la modellazione tridimensionale, con il software Blender, serve a trasformare la ricostruzione da “congettura formalizzata in testo e misure” a “oggetto computazionale” da cui ricavare statistiche geometriche utili al calcolo energetico, fino a configurare una sorta di “*virtual energetics*”¹⁰⁶⁷. Da un lato il 3D consolida in un unico ambiente documentale fotografie, rilievi e note di scavo, rendendo l’insieme più indagabile e controllabile, dall’altro accelera la produzione dei dati matematici necessari al computo del lavoro senza dover predisporre ogni volta una batteria separata di formule e stime¹⁰⁶⁸. Il passaggio più istruttivo, per comprendere che cosa cambia davvero nell’energetica quando entra il 3D, sta nel confronto che viene fatto fra stima “matematica” e stima “da modello”: le divergenze non sono semplicemente numeriche, ma dipendono dalla capacità del 3D di indurre il ricercatore a prendere decisioni strutturali coerenti, ad esempio nella geometria della copertura. Nel caso del tetto a falde con tegole, la differenza fra area stimata con metodo testuale e area calcolata dal modello 3D è tale da produrre una variazione dell’ordine di circa mille *person-days* nelle sole operazioni legate alla copertura; e Lancaster interpreta questa discrepanza come effetto del fatto che il modello tridimensionale obbliga a una definizione più realistica della struttura e delle sue implicazioni geometriche¹⁰⁶⁹. L’impiego del 3D non si limita a “misurare meglio”, ma disciplina le ipotesi, rendendo più difficile ignorare conseguenze geometriche, come pendenze, sporti, spessori, che nel calcolo manuale tendono a essere approssimate.

Il 3D interviene nell’energetica lungo tre assi convergenti. In primo luogo come tecnologia di acquisizione, attraverso rilievo e documentazione, perché consente di generare *dataset* metrici e volumetrici più accurati e più rapidi, ma anche più controllabili nella loro leggibilità¹⁰⁷⁰. In seconda battuta, come tecnologia di modellazione ricostruzione computazionale, perché trasforma il modello in un oggetto da cui estrarre direttamente i parametri necessari al calcolo, riducendo la dipendenza da stime medie e da semplificazioni geometriche¹⁰⁷¹. Infine, come tecnologia di validazione e comparazione, perché permette di sovrapporre tradizioni grafiche diverse (disegni storici, rilievi recenti, modelli fotogrammetrici) e di misurare l’effetto delle differenze sul risultato energetico, facendo emergere dove l’incertezza è davvero “sensibile” per il computo¹⁰⁷².

¹⁰⁶⁷ Lancaster 2021, p. 47.

¹⁰⁶⁸ Lancaster 2021, p. 84.

¹⁰⁶⁹ Lancaster 2021, p. 84.

¹⁰⁷⁰ Pakkanen 2018, pp. 122; p. 137.

¹⁰⁷¹ Lancaster 2021, pp. 47; p. 84.

¹⁰⁷² Brysbaert, Turner, Vikatou 2022, p. 44.

In sostanza, pur non risolvendo automaticamente i problemi classici dell'energetica (scelta dei *labour rates*, stagionalità del lavoro, organizzazione delle squadre, complessità logistiche), la digitalizzazione riduce uno dei principali fattori di instabilità del modello, ovvero l'incertezza volumetrica e la sua propagazione nei risultati, aparendo non come un capitolo separato, bensì come un elemento strutturante della qualità scientifica del calcolo econometrico applicato all'architettura antica. Esso sposta la quantificazione energetica dal volume astratto alla materialità concreta del blocco, con tracce di lavorazione, scarti, rifiniture e tolleranze che diventano dati energeticamente significativi.

3.15. Applicazione ai templi arcaici della Magna Grecia achea: un modello operativo e interpretativo

Alla luce di tutte le considerazioni finora esposte, in particolare quelle più recenti che raccolgono le lezioni di anni di applicazioni, mettere a frutto questi approcci nello studio dell'architettura templare arcaica delle colonie achee in Magna Grecia significa, prima di tutto, prendere atto che ci si muove in un regime di scarsità contabile: non disponiamo, per l'età arcaica coloniale, di serie di building accounts analoghe a quelle note per taluni cantieri greci di età classica o ellenistica. Ne consegue che l'energetica non può essere usata come misura del costo effettivo, ma come strumento per costruire intervalli plausibili e per interrogare le condizioni sociali della monumentalizzazione, in particolare dei templi.

La distinzione, evidenziata da Pakkanen¹⁰⁷³, fra il costo "minimo" ricavabile da modelli di lavoro e il costo effettivamente sostenuto nei cantieri reali può essere assunta come criterio operativo anche quando mancano resoconti edilizi, come nel caso magnogreco arcaico. In tali contesti l'energetica non può pretendere di ricostruire una spesa reale, ma può produrre una stima di base - un costo minimo, costruito in modo analitico e verificabile (volumi, fasi, tassi di lavoro dichiarati) - che funge da soglia inferiore. A questa soglia è necessario affiancare, esplicitandone le ragioni, una quota aggiuntiva che rappresenti tutto ciò che nei cantieri incide sui tempi e sui costi senza tradursi direttamente in metri cubi di muratura o in blocchi messi in opera: coordinamento e supervisione, tempi morti, errori e rifacimenti, problemi di approvvigionamento, manutenzione degli strumenti, alloggiamento e sostentamento delle maestranze, imprevisti logistici. In questo modo il modello energetico non si presenta come

¹⁰⁷³ Pakkanen 2023, pp. 267–268.

“contabilità”, ma come costruzione di uno scenario plausibile, articolato su una base minima e su un margine di contingenza argomentato.

Il primo passo metodologico consiste nel costruire una base metrica non idealizzata. Per templi con alzati frammentari, l’uso della fotogrammetria e di modelli 3D deve essere integrato con l’analisi dei blocchi effettivamente conservati e con la lettura delle superfici di lavorazione, così da correggere la ricostruzione geometrica approssimata con i costi reali di rifinitura, adattamento e messa in opera. In un contesto coloniale, dove la disponibilità di maestranze altamente specializzate può essere intermittente, questi dettagli incidono anche sulla plausibilità dei tassi di lavoro adottati.

Il secondo passo è la scomposizione del tempio in catene operative, distinguendo tra estrazione, trasporto, sbazzatura, finitura, sollevamento, posa e copertura, sistemazione del *temenos* e opere di contenimento e terrazzamento¹⁰⁷⁴: il progetto deve essere tradotto in equivalenti tempo-lavoro attraverso una decostruzione analitica, tenendo a mente che l’oggetto dell’energetica è precisamente la traduzione esplicita in tempo-lavoro. Tuttavia, nei contesti di riferimento per la Magna Grecia arcaica, la scelta dei parametri deve essere sensibile alle condizioni sociali locali, per evitare la falsa neutralità di tassi standardizzati: è qui che la critica alla soggettività e ai presupposti impliciti diventa operativa, imponendo di dichiarare ogni scelta parametrica e di lavorare, quando opportuno, con confronti relativi più che con assoluti¹⁰⁷⁵.

Nel modello operativo applicabile ai templi arcaici della Magna Grecia achea, indicatori a bassa visibilità ma ad alto valore euristico possono considerarsi i marchi di cava e i contrassegni di assemblaggio. L’individuazione e la quantificazione di queste “epigrafi invisibili”¹⁰⁷⁶ permette infatti di cogliere aspetti non solo tecnici, ma anche economici e sociali del cantiere. La loro presenza può indicare cantieri ben organizzati, circolazione di manodopera specializzata e disponibilità di risorse; la loro assenza, al contrario, può segnalare una minore complessità organizzativa o condizioni documentarie sfavorevoli¹⁰⁷⁷. In questa prospettiva, i segni non vanno interpretati in maniera isolata, ma integrati con litologia, posizione del blocco, modulo dimensionale, fase costruttiva e contesto architettonico¹⁰⁷⁸.

¹⁰⁷⁴ Questo consente anche di trattare la “monumentalizzazione” come processo a fasi, non come evento unico, in parallelo a quanto Drennan e Kolb (2019, p. 57) fanno su un complesso stratificato come Karnak.

¹⁰⁷⁵ Voutsaki et al. 2018, p. 176.

¹⁰⁷⁶ Guarducci 1967, p. 382.

¹⁰⁷⁷ Germanò 2024, p. 81.

¹⁰⁷⁸ Germanò 2024, pp. 81-82.

È importante anche introdurre nel modello una componente organizzativa e di rischio. I templi arcaici delle colonie achee - si pensi, a titolo esemplificativo, ai grandi programmi templari costieri e ai santuari urbani in contesti di competizione tra *poleis* - non sono solo cantieri di pietra; sono dispositivi di mobilitazione della popolazione, connessi a cicli agricoli, a negoziazioni con manodopera locale e, plausibilmente, alla circolazione di specialisti. In questa prospettiva, l'approccio "*taskscape*" è particolarmente adatto: le decisioni di cantiere devono essere modellate come equilibrio tra richieste del progetto e domande stagionali di sussistenza¹⁰⁷⁹. Ciò suggerisce di simulare scenari in cui la forza lavoro disponibile varia nel corso dell'anno, e in cui l'intensificazione del cantiere avviene in finestre temporali compatibili con i calendari agrari¹⁰⁸⁰.

Il punto critico nei contesti greci arcaici non è solo misurare i volumi, ma scegliere parametri credibili per l'estrazione e la lavorazione della pietra, il trasporto via terra o via mare, la messa in opera e le finiture. Un approccio cautelativo appare il più adatto a essere applicato al contesto magnogreco arcaico. Si tratta in sostanza di raccogliere molteplici valori, dichiarare i criteri di selezione e trattare l'incertezza come oggetto esplicito¹⁰⁸¹, definendo per ogni attività un intervallo di valori, da quello minimo a quello più elevato o una loro distribuzione, producendo diversi scenari (prudente, mediano, intensivo), evitando così infine di assumere una sola cifra "autoritaria".

Bisogna inoltre valutare l'inclusione dei "costi nascosti", non perché si possano quantificare con precisione, ma perché senza di essi il modello resta sistematicamente sottostimato e, soprattutto, sociologicamente impoverito. È stato dimostrato che, anche in assenza di fonti antiche dettagliate, è metodologicamente legittimo incorporare costi quali strumenti, alloggi, profitto e contingenze, perché sono strutturalmente necessari al funzionamento del cantiere¹⁰⁸². Per la Magna Grecia arcaica il modello va allora esplicitato in due passaggi: si calcola un costo minimo di base (manodopera e materiali) a partire da quantità e tassi di lavoro dichiarati; si aggiunge un margine correttivo per costi indiretti e imprevisti di cantiere (coordinamento, ritardi, rifacimenti), espresso come intervallo di plausibilità e non come valore unico¹⁰⁸³.

Per le fabbriche templari, contano tanto i costi quanto la durata e la sequenza: logistica di cava, stagionalità, punti critici (ad esempio trasporto dei blocchi, sollevamento, copertura).

¹⁰⁷⁹ Brysbaert 2023, p. 235.

¹⁰⁸⁰ Cfr. capitolo sulla stagionalità.

¹⁰⁸¹ Remise 2019, pp. 78–79.

¹⁰⁸² Barker, Russell 2023, pp. 16; p. 37.

¹⁰⁸³ Brysbaert 2023, p. 236.

L'integrazione con strumenti di *project management* proposta da Smailes (CPM e simulazioni di processo) è un modo coerente per trasformare i costi in scenari di cantiere¹⁰⁸⁴.

Resta infine la dimensione interpretativa. Se la monumentalità è relazione storicamente negoziata¹⁰⁸⁵, allora il risultato energetico diventa un indice del tipo di comunità che il tempio presuppone e produce. Un tempio che richieda una mobilitazione compatibile con una forza lavoro prevalentemente “civica” e stagionale implica una forma di costruzione politica diversa da un tempio che presupponga squadre stabili, specialistiche e un approvvigionamento continuo. La distinzione, qui, non è tra ricchezza e povertà, ma tra regimi di coordinamento: cooperazione civica, coercizione, appalto, imprenditorialità, o combinazioni di tutti questi fattori. Proprio perché l'energetica non può restituire il costo reale in assenza di contabilità, il suo uso più forte è di tipo comparativo: confrontare templi diversi nelle colonie achee per capire quali variazioni di scala e di complessità implicino variazioni di organizzazione sociale, di infrastrutturazione territoriale e di capacità di mantenere nel tempo un cantiere senza crollare sulle esigenze di sussistenza. In questo senso appare utile passare dalla singola architettura al sistema urbano: confrontare costi tra templi di una stessa *polis*, tra santuari urbani ed extraurbani, e tra *poleis* diverse per leggere dove si concentra il capitale-lavoro e come questo si traduce in geografie del potere e dell'identità¹⁰⁸⁶.

In conclusione, l'applicazione dell'energetica ai templi arcaici magnogreci non consiste nell'attribuire “un prezzo” al tempio nel suo complesso, ma nel ricostruire, con parametri dichiarati, scenari alternativi e correttivi organizzativi, le condizioni materiali che rendono possibile la monumentalizzazione all'interno del contesto coloniale. Applicando insieme i filoni finora analizzati, l'energetica dei templi arcaici può produrre intervalli plausibili di investimento (non un solo numero), con scenari trasparenti¹⁰⁸⁷; modelli alternativi di organizzazione, di corvée, collettivi, misti, valutati sul piano energetico e temporale¹⁰⁸⁸; confronti tra colonie e tra fasi arcaiche che collegano “quanto” si costruisce a “come” si mobilita lavoro e a “perché” si investe in un cantiere monumentale¹⁰⁸⁹. In questo modo, l'energetica diventa una lente per leggere la colonia achea come macchina sociale e tecnica capace di trasformare pietra, tempo e lavoro in forma architettonica e, attraverso essa, in identità politica.

¹⁰⁸⁴ Smailes 2019, p. 237.

¹⁰⁸⁵ Brysbaert 2018, p. 21.

¹⁰⁸⁶ Murakami 2019, pp. 266–267.

¹⁰⁸⁷ Remise 2019, pp. 78–79; McCurdy 2019, p. 206.

¹⁰⁸⁸ DeLuca 2019, pp. 182–183; Smailes 2019, p. 237.

¹⁰⁸⁹ Kim e Heo 2019, p. 31; Drennan e Kolb 2019, p. 57; Kolb, Kirk e Balco 2019, pp. 114–115; Murakami 2019, p. 266.

3.15.1. Formalizzazione del processo di cantiere e costruzione dei fogli di calcolo per l'analisi comparativa dei templi della Magna Grecia

Nel presente paragrafo viene esplicitato l'impianto metodologico che conduce alla costruzione e all'uso dei fogli di calcolo impiegati per descrivere e confrontare in termini quantitativi i processi di cantiere dei templi arcaici della Magna Grecia. L'obiettivo non consiste nel ricostruire una durata reale o un costo assoluto per ciascun edificio, ma nel costruire una procedura trasparente e replicabile che trasformi i dati archeologici e architettonici in un insieme coerente di stime confrontabili. In questa prospettiva il valore euristico del modello non risiede tanto nel singolo numero finale, quanto nella possibilità di osservare come cambino i risultati al variare delle ipotesi, e soprattutto nel confronto tra profili operativi di cantieri diversi.

L'impostazione è dichiaratamente processuale: l'edificio viene letto come esito di una concatenazione di operazioni tecniche e organizzative, scomponibili in fasi e attività elementari, quindi quantificabili. Tale approccio riprende una linea metodologica consolidata negli studi sui grandi cantieri antichi finora esposti, dove la ricostruzione della sequenza costruttiva e delle necessità di approvvigionamento è utilizzata come base per stimare manodopera e logistica. Nella monografia di DeLaine, ad esempio, l'architettura viene esplicitamente affrontata attraverso i "processi generatori" (*generating processes*) e poi tradotta in termini di produzione, manodopera e logistica, fino a includere un apparato di costanti di lavoro utili alla quantificazione¹⁰⁹⁰.

3.15.2. Dall'evidenza archeologico-architettonica al "processo": natura dei dati e loro trasformazione

Nell'ambito dell'archeologia dell'architettura, la conoscenza dell'edificio deriva dall'integrazione tra rilievo, lettura stratigrafica degli elevati, analisi delle tecniche costruttive e ricostruzione tipologica. Questa impostazione produce, per ciascun caso, un insieme di informazioni spesso diseguale, in cui coesistono dati metrici diretti, osservazioni tecnico-costruttive e porzioni ipotetiche ricostruite. La metodologia qui adottata assume tale eterogeneità come condizione di partenza e la governa rendendo esplicite le assunzioni: ciò che è osservato viene separato da ciò che è inferito, e l'incertezza viene trattata come variabile controllata mediante scenari.

¹⁰⁹⁰ DeLaine 1997, pp. 45–194; p. 268.

Per compiere la trasformazione dall'oggetto architettonico al processo di cantiere è necessario passare da una descrizione geometrico-tipologica a una descrizione operativa. La letteratura metodologica dell'archeologia dell'architettura insiste proprio sulla necessità di ricostruire sequenze, unità e relazioni stratigrafiche (USM/USR/UP) come base per la comprensione della cronologia relativa e della sequenza costruttiva¹⁰⁹¹. In questa sede, tali acquisizioni vengono proiettate sul versante quantitativo: la sequenza costruttiva viene tradotta in fasi di cantiere e in attività elementari, ciascuna associata a una grandezza fisica misurabile e a un parametro di resa.

3.15.3. Architettura del modello: dal computo (BoQ) alla WBS

La costruzione dei fogli di calcolo si fonda su una doppia formalizzazione. Da un lato viene predisposto un computo metrico-operativo (*Bill of Quantities*, BoQ) che non si limita a misurare l'edificio, ma traduce l'architettura in quantità compatibili con il linguaggio del cantiere. Dall'altro lato viene costruita una scomposizione strutturata del lavoro (*Work Breakdown Structure*, WBS) che collega ogni quantità a un'attività e a una produttività, così da convertire la materia costruita in tempo-lavoro.

Nel computo vengono impiegate grandezze diverse a seconda della natura dell'operazione: per le attività governate dalla rimozione o produzione di materiale si privilegia il volume (m³); per le attività di finitura e sbizzo fine si considera la superficie lavorata (m²); per trasporto e movimentazione il parametro decisivo è la massa (t), derivata dal volume mediante densità. Questa scelta non è meramente tecnica: in un cantiere in cui si utilizza principalmente la pietra la massa è la variabile che determina vincoli di trasporto, sollevamento e posa, e quindi incide direttamente sulla plausibilità dei ritmi. È in questo senso che il modello recepisce l'impostazione processuale di DeLaine, dove i capitoli dedicati alla produzione e manodopera dei materiali e alla logistica della costruzione costituiscono un passaggio strutturante della quantificazione¹⁰⁹².

3.15.4. Quantificazione del lavoro: unità di misura, produttività e formule generali

Il cuore del modello risiede nella conversione delle quantità in unità di tempo-lavoro, espresse come giornate-uomo (man-days). Nella letteratura sull'energetica architettonica si sottolinea che la traduzione di una costruzione in costo di lavoro richiede di ricostruire l'intero processo e di renderlo scomponibile in compiti, esplicitando ipotesi e passaggi di calcolo¹⁰⁹³. In forma

¹⁰⁹¹ Brogiolo, Cagnana 2012, pp. 25–40; p. 36.

¹⁰⁹² DeLaine 1997, pp. 103–194; in particolare pp. 175–194.

¹⁰⁹³ Voutsaki et al. 2018, pp. 174–177.

generale, per ciascuna attività (i) la manodopera può essere definita come rapporto tra quantità e produttività, includendo un termine di scarto (*waste/loss*) che assorbe sfridi, rotture e rilavorazioni:

$$MD_i = \frac{Q_i \cdot (1 + s_i)}{r_i}$$

dove (Q_i) è la quantità coerente con l'unità della resa (r_i), mentre (s_i) incorpora le perdite e le inefficienze attese. Le spese generali, il cosiddetto *overhead* di cantiere, inteso come quota di lavoro necessaria al funzionamento complessivo del sistema (coordinamento, manutenzione, supporto), viene trattato come coefficiente esplicito e discutibile:

$$MD_i^{tot} = MD_i \cdot (1 + k_{oh})$$

La scelta di mantenere tali formulazioni essenziali risponde a un criterio di trasparenza, dal momento che un modello “leggero” rende più controllabile l'effetto delle ipotesi e più leggibile il confronto tra casi.

Un aspetto metodologicamente decisivo riguarda la produttività. Poiché le costanti non sono dati intrinseci dell'edificio ma parametri che modellano il comportamento del cantiere, esse vengono gestite mediante scenari e intervalli plausibili. La discussione critica sull'architettura energetica mostra come la comparabilità derivi non tanto dall'adozione di un singolo valore, quanto dalla chiarezza delle assunzioni e dalla coerenza del protocollo, evidenziando anche il rischio di incorporare scelte soggettive non dichiarate¹⁰⁹⁴.

3.15.5. Logistica e trasporto: dalla massa ai vincoli operativi

La componente logistica viene integrata nel modello perché, nei cantieri di architettura templare, il trasporto dei materiali e la movimentazione degli elementi possono costituire il fattore governante dell'avanzamento. La massa totale da trasportare lungo una tratta, combinata con una portata utile e con un parametro di efficienza, consente di stimare il fabbisogno operativo in termini di viaggi; a sua volta, assumendo un numero di viaggi giornalieri e un orizzonte temporale, si può ricavare un ordine di grandezza del numero di mezzi e della pressione logistica richiesta. La funzione di queste stime non è ricostruire in dettaglio il sistema antico, ma verificare

¹⁰⁹⁴ Voutsaki et al. 2018, pp. 174–176; si veda anche l'uso esplicito delle unità di lavoro e la definizione stessa di man-days, Brysbaert 2018, p. 26.

la compatibilità tra quantità e capacità, e dunque individuare dove la catena di approvvigionamento possa diventare collo di bottiglia.

In questa fase la specificità del tempio greco arcaico impone particolare attenzione alle tecnologie di sollevamento e posa. La letteratura tecnica mostra come l'attribuzione di determinate soluzioni, come gru basate su pulegge composte in contrapposizione a rampe e sistemi più semplici, non sia neutra, perché cambia drasticamente la plausibilità di determinati pesi e ritmi. Coulton, discutendo le evidenze per il sollevamento nell'architettura greca arcaica, problematizza il presupposto automatico dell'impiego di sistemi avanzati e invita a riconsiderare criticamente le tracce e le eccezioni interpretative¹⁰⁹⁵. Nel contesto magnogreco, dove pesi e dimensioni dei blocchi possono essere considerevoli e dove le condizioni locali di approvvigionamento incidono in modo diretto, questo nodo tecnico diventa parte integrante della modellazione: la scelta del sottoprocesso di sollevamento e posa deve essere trattata come ipotesi parametrica e non come presupposto implicito.

3.15.6. Verifica di plausibilità: capacità, domanda e colli di bottiglia

La quantificazione delle manodopera non esaurisce l'analisi, perché un cantiere non è governato soltanto dai volumi totali, ma dalla capacità di sostenere un certo ritmo. Per questa ragione il modello include un controllo di plausibilità basato sul confronto tra domanda del cantiere e capacità del sistema di produzione e trasporto. Quando la domanda eccede la capacità, il ritmo ipotizzato non risulta sostenibile senza modificare il sistema, aumentando risorse, dilatando la durata o introducendo accumuli intermedi. La letteratura sull'energetica sottolinea che la forza del metodo sta nel costringere a esplicitare l'intero processo e le sue dipendenze, ma anche che la robustezza dei risultati dipende dalla trasparenza dei presupposti e dall'attenzione ai fattori “non recuperabili” e ai costi non immediatamente visibili¹⁰⁹⁶. Tale impostazione è coerente anche con il modo in cui DeLaine separa e integra, all'interno dei processi generatori, produzione dei materiali, tecniche costruttive e logistica, riconoscendo implicitamente che la sostenibilità del cantiere deriva dall'interazione tra queste componenti¹⁰⁹⁷.

3.15.7. Applicazione e confronto tra i casi di studio

Una volta applicate le schede a ciascun caso di studio, il confronto tra templi può essere condotto non soltanto sui valori aggregati, ma soprattutto sui profili operativi che emergono dalla

¹⁰⁹⁵ Coulton 1974, pp. 1–2; p. 9; p. 17.

¹⁰⁹⁶ Voutsaki et al. 2018, pp. 174–177.

¹⁰⁹⁷ DeLaine 1997, pp. 103–194; pp. 175–194.

ripartizione del lavoro tra estrazione, lavorazione, trasporto e posa. Il confronto assume particolare efficacia quando i risultati vengono letti in forma normalizzata rispetto a grandezze architettoniche comparabili (ad esempio in rapporto alla pianta dell'edificio o a unità modulari come la colonna), perché ciò consente di distinguere differenze dovute alla scala da differenze dovute a scelte tecniche e organizzative. In questa chiave, un tempio può risultare relativamente più logisticamente determinato rispetto ad un altro anche a parità di dimensioni, se il sistema di approvvigionamento impone distanze maggiori o condizioni di trasporto più onerose; analogamente, un tempio può risultare più "intensivo" sul versante della lavorazione se la qualità delle superfici e la precisione richiesta implicano rese più basse e maggiore incidenza di attività specialistiche.

L'adozione sistematica di scenari rende inoltre possibile valutare la robustezza delle differenze: se una gerarchia tra cantieri permane al variare delle rese entro un intervallo plausibile, essa acquista maggiore forza interpretativa; se invece il risultato dipende sensibilmente da un parametro, l'analisi segnala con precisione quale nodo debba essere discusso con maggiore cautela, o quale tipo di dato debba essere raffinato con ulteriori verifiche. La discussione critica dell'energetica architettonica mostra che proprio la capacità di rendere esplicite assunzioni e passaggi è ciò che consente al metodo di produrre comparazioni significative, evitando l'apparenza di oggettività fondata su scelte tacite¹⁰⁹⁸.

3.15.8. Conclusioni

Il metodo che conduce alla formulazione dei fogli di calcolo si fonda dunque sulla traduzione controllata della descrizione archeologica e architettonica in modello di processo. La sequenza costruttiva, ricostruita secondo le prassi dell'archeologia dell'architettura e dell'architettura energetica, viene trasformata in computo e scomposizione del lavoro, quindi messa in relazione con produttività e vincoli logistici. Si è scelto di mantenere un impianto in lingua italiana, costruendo il modello contestualmente alla nomenclatura inglese, sia perché gran parte della letteratura sull'argomento è anglofona, sia perché il metodo possa essere replicabile anche per altri contesti e da altri studiosi. L'integrazione tra manodopera e logistica consente di passare dalla quantificazione del "quanto" alla lettura comparativa del "come", cioè di come il cantiere potrebbe essere stato organizzato, quali attività lo governano e quali vincoli rendono più o meno sostenibile un certo ritmo di costruzione.

¹⁰⁹⁸ Voutsaki et al. 2018, pp. 174–177.

Schede – fogli di calcolo tipo per la quantificazione dei cantieri antichi

[illegible]

G4													
Volume V (m³)													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L		
Computo degli elementi (Bill of Quantities – BoQ) – oggetti e misure Nota metodologica: il BoQ deriva dal rilievo, analisi delle tecniche costruttive e ricostruzione tipologica.													
ID	Macro-parte (Macro-area)	Elemento (Element)	Conteggio (Count)	Unità (Unit)	Note / Dimensioni (Notes/dimensions)	Volume V (m³)	Sup. lavorata A (m²)	Densità ρ (t/m³)	Massa M (t)	Materiale (Material)	Calcoli geometrici		
E1	Sito (Site)	Terrazzamenti / riporti (earthworks)		m³	Scavo/riporto; indicare quote (levels)					terra (soil)	Area stilobate (St)		
E2	Fondazioni (Foundations)	Trincee fondazione (foundation trenches)		m³						terra (soil)	Area cella (Cella : N° colonne (Num		
E3	Crepidoma (Crepidoma)	Blochci crepidoma (steps blocks)		n / m³						pietra (stone)			
E4	Stereobate (Stereobate)	Blochci stereobate (stereobate blocks)		n / m³						pietra (stone)			
E5	Stilobate (Stylobate)	Ingombro stilobate (footprint)	1,00	-	34,29x13,66 m (prefill)					pietra (stone)			
E6	Peristasi (Peristyle)	Colonne – set (columns set)	32,00	colonne	Totale originario (original total)					pietra (stone)			
E7	Peristasi (Peristyle)	Tamburi colonna (column drums)		tamburi	Conteggio = 32*N_dr_col					pietra (stone)			
E8	Peristasi (Peristyle)	Capitelli (capitals)	32,00	pz						pietra (stone)			
E9	Trabeazione (Entablature)	Architravi (architraves)		pz	Monoliti vs conci (monoliths vs voussoirs)					pietra (stone)			
E10	Trabeazione (Entablature)	Fregio: triglifi/metope (frieze)		pz	Se in pietra (If stone)					pietra (stone)			
E11	Cella (Cella)	Cella: fondazioni e alzato (cella blocks)	1,00	set	Cella 17,79x8,68 m (prefill)					pietra (stone)			
E12	Cella (Cella)	Murature cella – volume (walling)		m³	Da ricostruzione/USM (stratigraphic units)					pietra (stone)			
E13	Copertura (Roof)	Carpenterie lignee (timber framing)		m³						legno (timber)			
E14	Copertura (Roof)	Terrecotte (terracottas)		n / m²	Tegole/sima/antefisse (tiles/sima/antefixes)					argilla (clay)			
E15	Finiture (Finishes)	Intonaci/stucchi/policromia (plaster/paint)		m²						misto (mixed)			

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Produttività e costanti di lavoro (Labour constants) – inserire valori Base/Min/Max									
2	Valori da archeologia sperimentale, cantieri comparabili e analisi di sensibilità.									
3										
4	Cod. (Code)	Attività (Activity)	Unità output (Output unit)	Base r	Min r	Max r	r attivo (active)	Tipo squadra (Crew)	Skill	Note
5	P1	Scavo/terrazzamento (earthworks)	m³/uomo-g					manovali (labourers)	NS	
6	P2	Estrazione in cava (quarrying)	m³/uomo-g					cavatori+assist. (quarrymen)	S/NS	
7	P3	Sbozzo in cava (roughing-out)	m³/uomo-g					scalpellini+manovali (masons)	S/NS	
8	P4	Dressing/finitura blocchi (dressing)	m³/uomo-g					scalpellini (masons)	S	Finitura fine = coefficiente (fine finish coefficient)
9	P5	Scanalature colonne (fluting)	m³/uomo-g					scalpellini (masons)	S	
10	P6	Carico/scarico (loading/unloading)	t/uomo-g					manovali (labourers)	NS	
11	P7	Trasporto interno (internal hauling)	t/giorno/mezzo					carrettieri+animali (drivers)	NS	
12	P8	Trasporto esterno (external transport)	t/giorno/mezzo					carrettieri+animali (drivers)	NS	
13	P9	Movimentazione in sito (site handling)	t/squadra-g					posatori+riggers	S/NS	
14	P10	Sollevamento (lifting)	t/squadra-g					sollevatori (lifters)	S/NS	Rampe/argani (ramps/winches)
15	P11	Posa blocchi (block setting)	n blocchi/squad-g					posatori+manovali (setters)	S/NS	
16	P12	Montaggio tamburi (drum setting)	n tamburi/squad-g					posatori+manovali (setters)	S/NS	
17	P13	Posa capitelli/architravi (capital/architrave)	n pz/squad-g					posatori+sollevatori	S/NS	Pezzi pesanti (heavy lifts)
18	P14	Carpenteria tetto (timberwork)	m²/squad-g					carpentieri (carpenters)	S	
19	P15	Posa terrecotte (roof tiles)	m²/squad-g					posatori (setters)	S/NS	
20										
	0 Anagrafica	1 Parametri (Parameters)	2 Computo (BOC)	3 Produttività (Labour)	4 Pacchetti (WSB)	5 Logistica trasporti	6 Colli di bottiglia	7 Riepilogo (Output)	+	

Logistica dei trasporti (Transport logistics) – viaggi e mezzi											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Logistica dei trasporti (Transport logistics) – viaggi e mezzi											
Formula: Viaggi richiesti $N = M \cdot (1 + s\_trasp) / P$. Mezzi = $N / (n\_v \cdot D)$. Inserisci M (massa) per ciascuna tratta in base ai materiali movimentati.											
Tratta (Leg)	Modalità (Mode)	Distanza L (km)	Mezzo (Vehicle)	Portata P (t/viaggio)	Viaggi/g n_v (Trips/day)	Giorni D (Days)	Massa M (t)	Scarto s_trasp	Viaggi N (Trips)	Mezzi (Vehicles)	
Cava → cantiere (Quarry→site)	terra (land)		carro (cart)								
Cava → porto (Quarry→harbour)	terra (land)		carro (cart)								
Porto → cantiere (Harbour→site)	acqua (water)		barca (boat)								
Movimentazione interna (On-site)	interno (on-site)		slitta/roller								
Default suggeriti (Suggested defaults)											
Per la tratta Cava→cantiere si possono usare L_qc, P_car, nv_car, days_year dal foglio Parametri.											
0 Anagrafica 1 Parametri (Parameters) 2 Computo (BoQ) 3 Produttività (Labour) 4 Pacchetti (WBS) 5 Logistica trasporti 6 Colli di bottiglia 7 Riepilogo (Output) +											

4. Manuali e prezziari preindustriali. Fonti per i *labour costs* nei cantieri antichi.

Nel capitolo sulla storia degli studi dell'energetica architettonica è emerso come in letteratura il costo viene spesso tradotto in una misura di lavoro espresso in giornate-persona o ore-persona. Questa riduzione è operativa ma non neutra, dal momento che, in assenza di dati monetari affidabili e comparabili, si tende a far coincidere il costo dell'edificio con il *tempo-lavoro* e a considerare il resto come dispensabile oppure come una correzione secondaria. I cantieri, tuttavia, siano essi antichi o moderni, non posso essere definiti in maniera così netta, poiché il tempo di esecuzione di una singola operazione non esaurisce il costo sociale ed economico della produzione. È opportuno quindi considerare concettualmente due nuclei: il *labour cost* come “quantità di lavoro” necessaria a produrre un rendimento materiale (una quota di cava, un blocco squadrato, un tamburo scanalato, un tratto di muro); il *labour cost* come “costo complessivo del lavoro” che include componenti non immediatamente visibili nel numero di ore impiegate su ciascun elemento: gerarchie salariali, rendite e profitti, valori incidentali (utensili, officine, alloggi, organizzazione del sito), sprechi e scarti, imprevisti e contingenze. Nella discussione sulle fonti dei *labour constants* ci deve quindi porre il quesito non solo di dove ricavare coefficienti ma anche quali parti di “costo” quelle fonti includano davvero, quali escludano, e quali presupposti sociali e tecnici importino all'interno dell'analisi di un cantiere arcaico.

4.1. Genealogia e cronologia dei manuali: dalle prime liste di prezzi ai manuali di stima industriali

4.1.1. Origini: prezzi e lavori nei testi tra XVII e XVIII secolo

La linea più antica di testi che riportavano calcoli e formule relative al lavoro non nasce come manualistica scientifica, ma come repertorio pratico di materiali, prezzi e prestazioni. All'interno di questa genealogia, un punto di avvio esplicito è individuabile nella trattatistica francese della prima metà del Seicento, dove si registra tra i primi esempi l'opera *L'architecture françoise des bastimens particuliers* che include i costi per vari materiali e una prima discussione di prezzi per scavo e movimento terra¹⁰⁹⁹. Questa fase iniziale è importante per due ragioni metodologiche: da un lato la forma “prezzo-materiale” precede la forma “tempo-lavoro”, poiché spesso compaiono prezzi o tariffe, più che cadenze operative; in secondo luogo, la segmentazione per

¹⁰⁹⁹ Savot 1642, pp. 401–411; pp. 420–434.

operazioni è ancora poco standardizzata, con scavo, trasporto, apparecchiatura muraria si presenti, ma raramente trattati come catena operativa analitica.

Nel Settecento, invece, iniziano a circolare repertori settoriali e prezziari legati a singole arti o a specifiche funzioni, come guide per la stima e per il computo, che anticipano la comparsa di manuali sistematici dell'Ottocento. L'obiettivo non è ancora fornire tempi standard di esecuzione in senso moderno, ma mettere ordine nel processo che dalla misura portava al pagamento attraverso il computo, in un settore dove la frode o, più spesso, l'arbitrarietà tecnica erano un rischio strutturale. Da un lato compaiono repertori di tariffe e computi per mestieri specifici, come il caso di un volume dedicato alla *menuiserie*, che si concentra su prezzi per tipologia d'opera e su tariffe necessarie al calcolo del computo¹¹⁰⁰. Dall'altro lato si affermano testi più ampi, che provano a coprire attività e materiali diversi, includendo indicazioni sul comportamento da tenere in cantiere e sugli abusi da prevenire. Qui emerge la funzione di guida “per chi vuole costruire” che mira esplicitamente a prevenire le frodi e a fornire istruzioni per condurre una costruzione senza lasciarsi trascinare dai meccanismi opachi della prassi. In parallelo, nel filone di area anglo-britannica, il *price-book* (prezziario) nasce soprattutto come repertorio di tariffe monetarie per singole lavorazioni¹¹⁰¹, funzionale a registrare quanto si paga per un certo tipo di opera, non quante ore servono per eseguirla. Il tempo entra ma solo in modo indiretto, perché può essere ricostruito a posteriori, mettendo in rapporto la tariffa con un'ipotesi di salario: ad esempio dividendo la tariffa della lavorazione per la paga giornaliera o oraria si ottengono le giornate o le ore implicite nel calcolo. Messi insieme, questi tre filoni — tariffe settoriali legate al *toisé* e alla misurazione per il computo, guide orientate al controllo e alla prevenzione delle frodi, e *price-books* — rendono visibile una tensione che resterà centrale anche nell'energetica architettonica, dove si cerca di standardizzare dati per ottenere confronti e calcoli replicabili, mentre si riconosce che il cantiere reale è governato da variabili locali, da asimmetrie informative tra committente e impresa, e da molti punti in cui la competenza pratica e la gestione contano quanto e talvolta più di qualsiasi formula. Questa tensione è ancora più chiara se si legge il Settecento come epoca di denuncia dei “*métrés fictifs*” dove la stima “secondo usi e costumi”¹¹⁰² poteva basarsi su misure deliberatamente superiori alle dimensioni reali, un abuso riconosciuto in molti autori dei secoli precedenti¹¹⁰³. In termini di lavoro e costo, questo significa che la misura non è un presupposto neutro, perché se il volume o la superficie sono “gonfiati”

¹¹⁰⁰ Potain 1749.

¹¹⁰¹ Pain 1774.

¹¹⁰² Morisot 1820, pp. pp. 3-82.

¹¹⁰³ Lejuste (1849, pp. II-V) cita circa 14 autori dei secoli XVII e XVIII, concludendo: « Il serait trop long de citer des exemples où l'application des us et coutumes était abusive dans l'évaluation des ouvrages de construction ». Cfr. Barbot e Carvais 2016, pp. 252-253.

per convenzione, anche un costo apparentemente ben calcolato incorpora una distorsione di partenza. Questi testi più antichi mostrano che l'ossessione per la stima corretta nasce spesso da pratiche percepite come viziose e arbitrarie che, *mutatis mutandis*, sono implicite e involontarie nell'approccio ai cantieri antichi: la mancanza di trasparenza non nasce certo dall'inganno degli studiosi, ma piuttosto dalle lacune nelle fonti, come si tenderà di mostrare di seguito.

4.1.2. La svolta ottocentesca: manuali di costruzione e price-books come infrastruttura del mestiere

Nel XIX secolo iniziano a proliferare manuali generali e specializzati in diversi paesi come Francia, Italia, Germania, Spagna, Gran Bretagna e Stati Uniti (vedi Tabella), e si stabilizza un vero e proprio genere editoriale, con una finalità di tipo professionale. Vengono così a distinguersi due principali categorie, i manuali di costruzione, che mirano a fornire costanti di manodopera, espresse in ore-uomo, giornate, rese, e regole operative; e i prezziari (*price-books*), strumenti di computo e valutazione economica, più vicini al mercato locale e ai prezzi correnti. Queste due tipologie, anche quando circolano nello stesso circuito professionale, in realtà non coincidono, poiché i primi costituiscono repertori di prestazioni e procedure, mentre i secondi hanno la funzione di listini e guide di stima.

I manuali vengono concepiti anche, come già detto, come risposta alle pratiche di stima ritenute scorrette dei secoli precedenti e come tentativo di fissare degli standard¹¹⁰⁴. Questa intenzione normativa è un dato storico che pesa sulla lettura archeologica, dal momento che ciò che appare come un dato tecnico è spesso anche un progetto di disciplina del mercato e del lavoro, e questo è particolarmente valido in area francese. In parallelo, nel contesto anglo-britannico si consolidano e moltiplicano i prezziari, in rapida espansione lungo tutto l'Ottocento, dai quali pure si può risalire al tempo solo indirettamente assumendo salari e modalità di paga¹¹⁰⁵.

Nell'Italia ottocentesca, infine, si pubblicano manuali e prontuari legati alla tradizione del computo e delle opere pubbliche, con una forte permeabilità ai modelli francesi, rappresentata da traduzioni, citazioni, trasferimenti, che confluisce in compilazioni molto ampie. È il caso del *Manuale* di Giovanni Pegoretti, pubblicato in due volumi nel 1843–1844 e poi ripreso in una seconda edizione negli anni 1860 a cura di Antonio Cantalupi, che diventerà il punto di riferimento di tutta l'energetica degli ultimi decenni¹¹⁰⁶. L'opera cita e incorpora una

¹¹⁰⁴ Morisot 1820, p. 142.

¹¹⁰⁵ Barker e Russell 2023, p. 17; con esempi come Gallier 1836, pp. 23, 16; e con riferimenti genealogici come Pain 1774 e Gwilt 1842, cap. 3, sec. 2347.

¹¹⁰⁶ Cfr. il capitolo sulla storia degli studi dell'energetica, in particolare il paragrafo su DeLaine.

costellazione di testi¹¹⁰⁷, soprattutto francese, dichiarando anche la consultazione di una traduzione italiana in circolazione di un'edizione francese di un trattato di Rondelet¹¹⁰⁸. Questo dettaglio è fondamentale nella comprensione critica di ciò che negli studi dei cantieri viene spesso trattato, invece, come un formulario di dati italiani, con conseguenze importanti sulla trasferibilità ai casi di studio magnogreci. Il manuale non è più così vicino, come si potrebbe pensare, alla casistica di materiali, di infrastrutture e di clima del meridione italiano e dunque andrebbe rimodulata la sua trasferibilità per i cantieri arcaici¹¹⁰⁹.

4.1.3. Quando e perché i manuali vengono impiegati nell'archeologia della costruzione

Un punto di svolta per l'applicazione in ambito archeologico, e in particolare per l'architettura antica, dei valori espressi dai manuali, è segnato dall'avvio sistematico degli studi sui tempi di costruzione nel mondo romano, a partire dall'opera del 1997 di Janet DeLaine¹¹¹⁰, che per prima ha utilizzato ampiamente Pegoretti per le sue stime, a cui è seguita un'intensificazione a partire dal 2017, con un'importante incremento per l'ambito romano¹¹¹¹. La ragione per cui la manualistica ottocentesca diventa un ponte metodologico è di tipo pratico, ed è riconducibile al fatto che, a fronte di qualche centinaio di studi archeologici di costi-tempo prodotti in circa cinquant'anni, i tecnici del settore edilizio avrebbero prodotto nello stesso arco temporale un ordine di grandezza immensamente superiore, stimato in decine di miliardi, per cui appare decisamente più efficiente ispirarsi alle procedure dei *mètreurs*¹¹¹².

Parallelamente, in un inquadramento più generale sull'economia della costruzione, la scelta dei manuali viene giustificata come risposta a un vuoto documentario. In assenza di fonti antiche dettagliate sui costi della lavorazione lapidea, il costo viene infatti riformulato in termini di lavoro, e l'energetica architettonica diventa lo strumento per quantificare quanto resta delle strutture antiche in termini di forza-lavoro coinvolta¹¹¹³. In questa prospettiva, Pegoretti diventa lo standard di riferimento per le costanti di manodopera applicate all'architettura romana, ma va rilevato un punto che pesa direttamente sui casi di studio magnogreci e più in generale quelli arcaici, ovvero quello di non avere a disposizione lo stesso tipo di dati per il mondo greco in

¹¹⁰⁷ Anselin 1810; Gauthey 1832; Rondelet 1831; Toussaint 1834; Boistard 1822; Ponza di San Martino 1841; Cavalieri San-Bertolo 1826–1827; Morisot 1820; Blottas 1839.

¹¹⁰⁸ Pegoretti 1843–1844, p. 8.

¹¹⁰⁹ Vedi *infra*.

¹¹¹⁰ DeLaine 1997. Cfr. il capitolo sulla storia degli studi dell'energetica architettonica.

¹¹¹¹ Su 280 studi analizzati, la quota di studi relativa al mondo romano passa dal 14% (fino al 2007) al 37% nel periodo 2017–2023, diventando il primo tema trattato (Remise 2024, p. 1, n. 2). Cfr. il capitolo sulla storia degli studi per un quadro cronologico più articolato sull'utilizzo delle fonti manualistiche nei calcoli dell'energetica.

¹¹¹² Remise 2024, p. 1.

¹¹¹³ Barker e Russell 2023, pp. 16–17.

generale, dove per alcune aree e santuari esistono contabilità edilizie iscritte che registrano entrate e uscite, a differenza del mondo romano, in cui questo tipo di documentazione è molto più raro¹¹¹⁴. Per la Magna Grecia ciò produce una condizione ibrida, poiché non si dispone di *syngraphai* comparabili a quelli di alcuni contesti della madrepatria e, al tempo stesso, la distanza tecnologica e sociale rispetto al XIX secolo è più marcata che nel confronto tra Roma e la manualistica ottocentesca. Ne segue che l’ingresso dei manuali in questo ambito non può essere un semplice travaso di numeri, ma deve essere trattato come scelta di fonte “spenta”¹¹¹⁵, cioè utile perché riattivabile, ma strutturalmente necessitante di ipotesi esplicite, intervalli e controlli incrociati.

Tabella dei principale manuali e prezziari pre-industriali

Anno	Lingua / Area	Autore e opera	Tema principale (ottica “labour costs”)
1642	Francese / Francia	Louis Savot, <i>L’Architecture françoise des bastimens particuliers</i> (Paris: A. Robinot et J. Gesselin).	Prime liste di prezzi di materiali e lavorazioni; “proto-prezzario”
1749	Francese / Francia	N.-M. Potain, <i>Détails des ouvrages de menuiserie pour les bâtimens, où l’on trouve les diffèrents prix de chaque espèce d’ouvrage, avec les tarifs nécessaires pour le calcul de leur toisé</i> , par M. Potain (Paris: C.-A. Jombert).	Prezzi e tariffe per <i>toisé</i> (contabilità lavori) in un mestiere specifico
1774	Inglese / Gran Bretagna	William Pain, <i>The Builders’ Price-Book</i> (London: I. Taylor).	Price-book (tariffe monetarie per lavorazioni, da cui si può ricavare un’inferenza indiretta dei tempi attraverso i salari)
1786	Francese / Francia	N. Le Camus de Mézières, <i>Le guide de ceux qui veulent bâtir: ouvrage dans lequel on donne les renseignemens nécessaires pour se conduire lors de la construction, et prévenir les fraudes qui peuvent s’y glisser</i> (A Paris: Chez l’auteur).	Guida pratica e consigli antifrode. Qualità, controlli, rischi di contabilità opaca
1789	Francese / Francia	J.-F. Monroy, <i>Traité d’architecture pratique: concernant la manière de bâtir solidement, avec les observations nécessaires sur le choix des matériaux, leurs qualités et leur emploi, suivant leur prix fixé à Paris et autres endroits, d’après un tableau de comparaison, le salaire des ouvriers, &c. &c: ouvrage nécessaire aux architectes, experts et entrepreneurs</i> (A Paris: Hôtel de Bouthillier).	Prezzi, salari, scelta materiali. Ponte fra tecnica e costo del lavoro.
1799	Francese / Francia	P. Bergère, <i>Devis-modèle des travaux dépendant du service du génie, contenant l’indication des conditions qui doivent être imposées aux entrepreneurs, ainsi que des détails sur les constructions de chaque nature d’ouvrage, et sur les qualités des matériaux à y employer; suivi d’observations sur la manière de régler, par l’analyse, les prix des ouvrages</i> (Paris: De l’imprimerie de la République, Messidor an VII).	“Devis-modèle” e analisi prezzi: struttura industriale del costo (condizioni, materiali, metodi)
1804	Francese / Francia	J.-M.-R. Morisot, <i>Tableaux détaillés des prix de tous les ouvrages de bâtiment</i> , 1 ^a ed. (Paris).	Prezzario sistematico per categorie di lavori (base per costi comparabili)
1810	Francese / Francia	J.-B. Rondelet, <i>Traité théorique et pratique de l’art de bâtir</i> (Paris: L’auteur)	Trattato tecnico con implicazioni dirette su tempi, metodi, organizzazione
1810	Francese / Francia	J.-B. N. Anselin, <i>Expériences sur la main d’œuvre de diffèrents travaux dépendans du service des ingénieurs des ponts et chaussées et des ingénieurs des batimens civils</i> (Boulogne: De l’imprimerie de Leroy-Berger).	Esperienze di manodopera e misure sperimentali

¹¹¹⁴ Barker e Russell 2023, pp. 16, n. 5.
¹¹¹⁵ Remise 2024, p. 7; p. 9. Il termine traduce “source éteinte”.

1813	Francese/ Francia	M. Gauthey, <i>Traité de la construction des ponts</i> , 1ª ed. (Paris: Chez Firmin Didot Frère)	Ingegneria e processi (cantieri complessi: fasi, logistica, produttività)
1822	Francese / Francia	L.-C. Boistard, <i>Recueil d'expériences et d'observations faites sur différens travaux exécutés pour la construction du pont de Nemours, pour celle de l'arsenal et du port militaire d'Anvers et pour la reconstruction du port de Flessingue, dans lequel on a traité la théorie de l'équilibre des voutes</i> , 2 voll. (Paris: Chez J.-S. Merlin).	Esperienze e casi di cantiere "reale" (ponte, arsenale, porto) utili per produttività
1823- 1825	Inglese / Gran Bretagna	Peter Nicholson, <i>The New Practical Builder, and Workman's Companion: containing a full display and elucidation of the most recent and skilful methods pursued by architects and artificers including, also, new treatises on geometry, a summary of the art of building, an extensive glossary of the technical terms, and the theory and practice of the five orders, as employed in decorative architecture</i> .	Manuale tecnico "generale" usato come base per stimare lavorazioni
1825	Inglese / Gran Bretagna	Richard Elsam, <i>The Practical Builder's Perpetual Price-Book: elucidating the principles of ascertaining the correct average value of the different artificer's works usually employed in building</i> (London).	Price-book avanzato, con valori medi, che può essere usato come ponte fra contabilità e tempi (attraverso i salari)
1826- 1827	Italiano / Italia	Nicola Cavalieri San-Bertolo, *Istituzioni di architettura statica e idraulica. Cardinali e Frulli).	Trattato tecnico di statica e idraulica, utile a stimare opere pesanti e organizzazione
1832	Francese / Francia	M. Gauthey, <i>Traité de la construction des ponts</i> , 2ª ed. (Paris: Chez Firmin Didot Frère)	Ampliamento dell'edizione del 1813, stime molto precise
1834	Francese / Francia	C.-J. Toussaint, <i>Manuel du maçon-plâtrier, du carreleur, du couvreur et du paveur</i> (Paris: Roret)	Manuale per mestieri edilizi (unità operative da cui ricavare confronti di produttività)
1835	Francese / Francia	R. Genieys, <i>Recueil de tables a l'usage des ingenieurs</i> (Paris: Carilian-Goeury).	Raccolta di tabelle tecniche e conversioni per ingegneri: strumento di supporto al computo e alla stima (unità, pesi, rese indirette)
1836	Inglese / USA	James Gallier, <i>The American Builders' General Price Book and Estimator, Elucidate the principles of value of every description of artificers' work required in building, from the prime cost of materials and labor in any part of New England: deduced from extensive experience in the art of building</i> , 2ª ed. (Boston: M. Burns).	Price-book e stime (esplicita il rapporto materiali/lavoro; scala regionale)
1839	Francese / Francia	Blottas, <i>Traité complet de toisé des ouvrages de Maçonnerie, a l'usage des architects, ingénieurs, vérificateurs, toiseurs, entrepreneurs de batiments, et de tous ceux qui font batier</i> (Paris: Chez Carilian-Goeury et V. Dalmont).	Toisé/métré "moderno": computo accurato (chiave per tradurre i volumi in lavoro)
1839	Inglese / Gran Bretagna	William Laxton, <i>The Improved Builder's Price Book</i> (London: John Weale).	Sviluppo editoriale "a cadenza" dei prezziari)
1841	Italiano / Italia	Luigi Ponza di San Martino, <i>Prontuario di stima ad uso degli ingegneri e degli architetti della Direzione dei lavori pubblici</i> (Torino: Tip. Mussano).	Prontuario di stima per opere pubbliche (unità di costo e procedure)
1843- 1844	Italiano / Italia	Giovanni Pegoretti, <i>Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione per uso degli ingegneri ed architetti</i> , 2 voll., Biblioteca Scelta dell'Ingegnere Civile 29.	Coefficienti di lavoro e prezzi per architettura, strade, idraulica, fortificazioni
1845	Inglese / Gran Bretagna	W. H. Skyring, <i>Skyring's Builders' Prices</i> , 25ª ed. (London: Longman and Co.).	Price-book seriale (standardizzazione e confronto "di mercato")
1846	Francese / Francia	Barthélemy Édouard Cousinery, <i>Recueil de tables a l'usage des ingénieurs: faisant suite a l'ouvrage sous le même titre de R. Génieys et formant le deuxième volume</i> (Paris: Carilian-Goeury et Vor. Dalmont, Éd.).	supporto ai computi (continuità editoriale)
1849	Francese / Francia	L. Lejuste, <i>Guide des architectes, vérificateurs, entrepreneurs et de toutes les personnes qui font bâtir</i> .	Guida professionale (metrica, verifica, contabilità; genealogie di autori)

1859	Inglese/ Australia	Charles Mayes, <i>The Victorian Contractors' and Builders' Price-Book</i> (Melbourne: C. Mayes, Collingwood).	Price-book "coloniale" (adattamento a mercati e lavori locali)
1862	Inglese/ Australia	Charles Mayes, <i>The Australian Builders' Price-Book</i> (Melbourne: Sands and McDougall).	Price-book nazionale (serie; comparabilità interregionale)
1867	Spagnolo / Spagna (Madrid)	Mariano Monasterio, <i>Anuario de construcción: contiene los precios de materiales, sus condiciones y ensayos, série de precios compuestos, de mano de obra y de todo coste, de albañilería, carpintería y demas ramos que comprende la edificación de casas en Madrid</i> (Madrid: Imprenta de José M. Ducazcal).	Prezzi composti e manodopera (esplicita "costo totale" per rami)
1871	Tedesco / Germania	Carl Busch, <i>Die Ausführung Hand- und Hilfsbuch für die Praxis der Bautechniker und Bauhandwerker; unter Zugrundelegung des neuen Metermaßes und Gewichtes</i> (Leipzig: Spamer).	Manuale con normalizzazione misure
1883	Inglese / Gran Bretagna	George Stephenson, <i>Estimating: a Method of Pricing Builders' Quantities for Competitive Work</i> (London: B. T. Batsford).	Metodo di pricing per computi "competitivi": struttura il passaggio da quantità misurate a prezzi unitari e margini
1886	Spagnolo / Spagna	Francisco Nacente y Soler, <i>El constructor moderno: tratado teórico y práctico de arquitectura y albañilería ... contiene la enseñanza mas vasta del difícil arte de edificar, desde la operación más sencilla hasta la más complicada y monumental construcción; el estudio de los materiales de obras, sus cualidades y defectos, la manera de mejorarlos; los precios, gastos, jornales y salarios las ordenanzas municipales que rigen sobre la edificación, y todos aquellos datos y nociones que puedan resolver las dificultades que se presenten antes, después ó en el tiempo de erigir los edificios : va ilustrado con unas 500 primorosas láminas de tamaño folio, divididas en dos series, la primera de las cuales se refiere á la enseñanza y demostración de todas las operaciones, utensilios, obras forma y disposición de materiales; y la segunda se compone de modelos escogidos de los monumentos, construcciones y edificios mas bellos del mundo, y especialmente de España.</i> (Barcelona: Mariano Solà-Sagals).	Manuale enciclopédico che integra tecniche costruttive, materiali e strumenti di preventivazione (prezzi composti e manodopera), utile per scenari di costo ma non come fonte diretta di costanti di manodopera senza controlli
1888	Inglese / Gran Bretagna	Banister Fletcher, <i>Quantities: A Text-book for Surveyors</i> , 5ª ed. (London: B. T. Batsford).	Computo (quantificazione come presupposto del costo del lavoro)
1892	Italiano/ Italia	Fancesco Salmoiraghi, <i>Materiali naturali da costruzione</i> (Milano: Ulrico Hoepli).	Manuale con materiali (ponte verso costi di cava e lavorazione, utile per litologie)
1895	Italiano/ Italia	Ricci, <i>Manuale del marmista</i> , 2ª ed. (Milano: Ulrico Hoepli).	Manuale settoriale (lavorazioni lapidee da cui ricavare tempi e operazioni di bottega o cantiere)
1895	Inglese / USA	Frank W. Vogdes, <i>The Architects and builders pocket companion and price-book</i> . Philadelphia: H.C. Baird and Co.	Price-book tascabile: tariffe monetarie per lavorazioni (tempo inferibile via salari)
1896	Inglese / Gran Bretagna	William Young, <i>Spons' Architects' and Builders' Price-book with useful memoranda and Tables</i> . 23rd edn. London: E. and F. N. Spon.	Price-book "maturo" con tabelle: listini e procedure di computo
1904	Inglese / USA	Frederick T. Hodgson, <i>Hodgson's Estimator And Contractor's Guide for Pricing Builder's Work</i> . Chicago: Drake.	Guida per pricing e stima lavori: margini, profitto, procedure
1904	Inglese / Gran Bretagna	J. T. Rea, <i>How to estimate, being the analysis of builders' prices</i> . London: Batsford.	Metodologia di stima: analisi dei prezzi del costruttore (<i>builders' prices</i>)
1905	Inglese / Gran Bretagna	J. T. Hurst, <i>A Handbook of Formulae, Tables, and Memoranda for Architectural Surveyors and others engaged in Building</i> . 15th edn. London: E. and F. N. Spon, Ltd.	Tavole/formule per <i>surveyors</i> : conversioni e calcolo per computi/stime
1914	Spagnolo / Spagna	Pascual Fernández Aceytuno y Gastero, <i>Prontuario de Construcción de utilidad para la redacción de presupuestos de obras. Resumen general de precios</i> . Madrid: V. Rico.	Prontuario prezzi per preventivi: sintesi di prezzi

Tabella 2. Cronologia selettiva di repertori e manuali dell'età pre-industriale utilizzati nell'energetica architettonica.

4.2. Tipi di fonti per labour costs: che cosa misurano davvero

4.2.1. Dal cantiere “interrogabile” alla fonte “spenta”: una tassonomia operativa

Una distinzione funzionale operata da François Remise¹¹¹⁶, utile per chiarire contraddizioni e abusi, classifica le fonti in: fonti reattive, che rispondono direttamente alla domanda dell’utente e permettono controllo (pareri esperti, cantieri che validano rese, esperimenti che validano rese); fonti interrogabili, come dati grezzi ma riutilizzabili (cantieri, esperimenti); fonti spente, che non rispondono direttamente alla domanda e impongono ipotesi aggiuntive (studi precedenti, manuali, osservazioni etnografiche, testi antichi); fonti spente indirette, come informazioni energetiche o monetarie che richiedono conversioni ulteriori. Questa tassonomia produce un effetto immediato sul tema dei *labour costs*: i manuali ottocenteschi diventano, per definizione, fonti spente, non perché siano inutili, ma perché non sono costruiti per rispondere alle domande dell’archeologia (temporalità, tecnologie, regimi di lavoro, organizzazione pubblica del cantiere).

Il paradosso nelle applicazioni dei testi pre-industriali è quello di produrre due risultati contrastanti: precisione apparente e indeterminazione reale. Se da un lato, infatti, non bisogna aspettarsi un’accuratezza di tipo puntuale, perché i valori di tempo-lavoro sono inevitabilmente stime della scala dei costi e dipendono da abilità individuali e fattori non quantificabili, dall’altro, si trovano giudizi molto favorevoli sulla pertinenza dei manuali tardo-ottocenteschi come migliori fonti disponibili per rese precedenti l’avvento dell’elettricità¹¹¹⁷. La stessa famiglia di fonti viene quindi invocata come standard e insieme trattata come inevitabilmente approssimativa. La soluzione non sta necessariamente nello scegliere uno dei due poli, ma nel trasformare l’approssimazione in parametro controllato, con intervalli, scenari e analisi di sensibilità.

4.2.2. Pegoretti ovvero il Vitruvio dell’architettura energetica: efficacia e problemi strutturali

Di tutti i testi che sono stati elencati finora, quello di Pegoretti è diventato una fonte quasi imprescindibile per gli studi di energetica perché consente di trasformare quantità materiali in tempo-lavoro attraverso le costanti di manodopera. Questo passaggio poggia anche su una distinzione di genere editoriale: i manuali di costruzione tendono a offrire direttamente costanti

¹¹¹⁶ Remise 2024, p. 24, Annexe 1.

¹¹¹⁷ Russell 2013, p. 30.

di manodopera , in ore-uomo per unità, mentre i prezziari si esprimono prima di tutto in tariffe monetarie, e permettono di risalire al tempo solo indirettamente assumendo salari e forme di paga¹¹¹⁸. In questo contesto, Pegoretti appare particolarmente pratico perché concentra in un unico corpus un repertorio vastissimo di lavorazioni, dall'architettura alle strade all'idraulica, collocandosi inoltre in un regime tecnico ancora largamente manuale, precedente la rivoluzione dell'elettricità, dunque ideale per la quantificazione dell'architettura antica, specialmente laddove mancano documenti contabili continui e comparabili. Inoltre, come già detto, la sua stessa architettura editoriale è il prodotto di una circolazione europea, dal momento che all'interno del manuale si rinvia esplicitamente a testi soprattutto francesi e a traduzioni in italiano di opere nate altrove¹¹¹⁹. Questo dato non va letto come dettaglio bibliografico, ma come avvertenza metodologica, nel senso che una parte delle certezze numeriche che si attribuiscono al manuale non è un deposito puro di dati locali, bensì un punto di confluenza di tradizioni tecniche e prassi di stima transnazionali.

Proprio per questo, la legittimazione del manuale si è costruita anche attraverso giudizi che ne enfatizzano la qualità e la trasferibilità, partendo dall'idea che i manuali ottocenteschi descrivano processi anteriori alla meccanizzazione elettrica e quindi più utili per modellare costruzioni antiche¹¹²⁰, fino all'osservazione che Pegoretti offrirebbe un livello di dettaglio particolarmente alto, per diventare, in molte applicazioni, una fonte sostanziale perché capace di coprire tutte le fasi¹¹²¹. La stessa utilità viene sostenuta attraverso valutazioni che insistono sulla precisione rispetto alla costruzione tradizionale italiana e sulla coerenza interna delle serie di valori¹¹²².

Questa linea elogiativa convive, nello stesso stato dell'arte, con un blocco di riserve rileva la scarsa trasparenza delle costanti¹¹²³. In più trattazioni viene ricordato che i manuali vanno usati con cautela perché la l'interpretazione scorretta porta a conclusioni errate¹¹²⁴; che Pegoretti non specifica la dimensione degli elementi e ciò spinge ad applicare la stessa cifra per m³ a pietrame e monoliti¹¹²⁵; che non è facile selezionare formule e valori corretti perché applicazioni diverse rendono i risultati incomparabili¹¹²⁶; e che il punto cruciale è l'assenza di istruzioni d'uso delle

¹¹¹⁸ Barker e Russell 2023, p. 17.

¹¹¹⁹ Pegoretti 1843-1844, p. 8.

¹¹²⁰ Maschek 2020, p. 48.

¹¹²¹ Barker et al. 2021, p. 287; Recko 2020, p. 85.

¹¹²² Dessales 2017, p. 91; DeLaine 2018, p. 243; Starac 2018, p. 102.

¹¹²³ Uno dei maggiori critici di Pegoretti e del suo utilizzo è François Remise, ingegnere, le cui osservazioni sono ampiamente riprese nella trattazione che segue.

¹¹²⁴ Barker e Russell 2012, p. 94.

¹¹²⁵ Recko 2020, p. 85.

¹¹²⁶ Previato 2023, p. 371.

costanti¹¹²⁷. Nell'applicazione ai cantieri arcaici della Magna Grecia queste riserve pesano ancora di più, dal momento che i tipi di pietra utilizzati, come la calcarenite e i calcari teneri, non sono categorie binarie e stabili, ma variabili, e che la morfologia territoriale, con piane costiere, suoli stagionalmente cedevoli, corridoi fluviali, rende il trasporto e la logistica una componente dominante del costo, spesso superiore alla sola lavorazione.

Il punto in cui l'ambiguità diventa strutturale è la cava e la prima lavorazione del materiale lapideo, cioè proprio ciò che più incide nei templi arcaici quando la pietra è locale ma la messa in opera richiede grandi masse. Pegoretti propone tempi standard di estrazione in ore per metro cubo, differenziati per litotipo, e indica come squadra-tipo un uomo esperto assistito da due uomini robusti¹¹²⁸, senza però chiarire se le ore siano riferite al singolo lavoratore o all'intera squadra. La trasferibilità si incrina su tre variabili che restano implicite: la natura della pietra, il volume dei blocchi e la distribuzione dei compiti nella squadra¹¹²⁹. La classificazione litologica è particolarmente problematica perché, a fronte di un lessico binario "tenero-duro", si rende necessaria una traduzione verso classificazioni tecniche più fini, adoperando possibilmente sistemi di riferimento standard moderni¹¹³⁰. In un contesto magnogreco, questo aspetto impone che prima di importare un coefficiente bisogna definire esplicitamente una classe locale di calcarenite o calcare, valutata per cementazione, densità, risposta alla fratturazione, perché altrimenti la costante finisce per diventare una scelta nascosta di tassonomia.

La seconda variabile, che resta implicita ma pesa in modo decisivo, è la dimensione degli elementi: il manuale non specifica a quale volume o formato di blocco si riferiscano i tempi standard di lavorazione, espressi in ore per metro cubo, anche se il tempo necessario cambia sensibilmente al variare della taglia. Proprio per questo viene richiamata una critica già consolidata, secondo cui l'assenza di indicazioni dimensionali induce ad applicare lo stesso tempo per m³ a oggetti molto diversi tra loro, come pietrame e grandi blocchi, con il rischio di distorcere in modo significativo le stime complessive¹¹³¹. Nei templi arcaici ciò equivale a cancellare la differenza tra blocchi da fondazione, elementi seriali ed elementi speciali, come

¹¹²⁷ Toma 2023, p. 287.

¹¹²⁸ Pegoretti 1863, p. 43.

¹¹²⁹ Remise 2024, p. 13.

¹¹³⁰ Nei testi d'Oltralpe (Remise 2024, p. 13) viene suggerito che il calcare tenero del manuale possa corrispondere a una densità di circa 1,900 e il calcare duro a circa 2,400, in relazione alla norma francese AFNOR (NF B10.601), ma questa corrispondenza è presentata come interpretazione e non come equivalenza garantita. Vedi anche Bessac e Aucher 1996, p. 37.

¹¹³¹ Recko 2020, p. 85.

tamburi o architravi, che hanno rischi e controlli diversi e quindi costi diversi anche a parità di volume.

La terza variabile è quella che genera il dubbio, già rilevato *supra*, sull'attribuzione delle ore indicate nel manuale quando viene descritta una squadra di tre uomini¹¹³². Non essendo chiarito che cosa facciano i due uomini robusti, si può ipotizzare che essi si occupino della movimentazione all'interno del cantiere; ma se si considera che i valori per il granito sono circa dieci volte quello del calcare tenero, l'ipotesi produce conseguenze non plausibili, e andrebbe scartata. Da qui nasce una biforcazione interpretativa, dove il 65 % degli studi analizzati fino al 2017 moltiplica per 3 le ore indicate, mentre il 35% invece considera che le ore siano già riferite al totale della squadra e dunque non vadano moltiplicate, con un solo caso in cui si adotta addirittura un coefficiente di 1/3¹¹³³. Per un modello applicato alle colonie achee questo non è solo un dettaglio, perché significa che la scelta della lettura del manuale può triplicare o ridurre drasticamente il costo-lavoro della fase di cava, e dunque cambiare la plausibilità economica di uno scenario di approvvigionamento.

La necessità di verificare le costanti del manuale emerge dal confronto, per esempio, con una stima derivata da una prova sul campo, in cui la sequenza operativa è descritta e misurata su un caso concreto¹¹³⁴, dove per un blocco di 0,168 m³ in pietra semidura¹¹³⁵ la sola estrazione richiede circa 12 ore per metro cubo; se però si includono anche le operazioni che normalmente accompagnano l'estrazione, come la prima squadratura e la movimentazione interna in cava, il totale sale a circa 15 ore e 30 minuti per metro cubo. Il punto non è smentire Pegoretti o dare ragione all'esperimento etno-archeologico, ma comprendere che cosa il manuale non rende visibile, quali gesti compongono davvero il lavoro, in che condizioni si trova il fronte di cava, come si controlla la frattura e quanto pesa la preparazione del blocco prima di farlo uscire dalla cava. In un cantiere arcaico, dove la calcarenite può essere più o meno cementata o presentare laminazioni che aumentano il rischio di rottura, esplicitare questi passaggi è l'unico modo per non trattare il numero come un valore fisso, ma come un intervallo motivato e quindi credibile.

Le ambiguità non si fermano alla cava, ma si estendono alle formule di posa e messa in opera, soprattutto quando una stessa espressione incorpora più operazioni, come sollevamento, spostamento sul sito o posizionamento, senza chiarire il perimetro del compito. In alcuni casi si è in presenza di formule difficili da interpretare e, soprattutto, non coerenti con se stesse: per le

¹¹³² Pegoretti 1843-1844, analisi 5, p. 78, § 2 et 3.

¹¹³³ Remise 2024, p. 13, n. 66, con bibliografia.

¹¹³⁴ Bessac et al. 1997, p. 179.

¹¹³⁵ Pietra con resistenza alla compressione compresa tra 12 e 27 MPa.

pietre oltre una tonnellata, il tempo necessario al trasporto aumenta soprattutto in funzione della distanza di spostamento, come ci si aspetterebbe; nella formula per le pietre sotto una tonnellata, invece, non compare alcun termine che faccia aumentare il tempo al crescere della distanza, quasi come se spostare un blocco di pochi metri o di molte decine di metri richiedesse lo stesso impegno. Questa incongruenza fa sì che, applicando formule diverse allo stesso caso, si possano ottenere stime che differiscono di oltre cinque volte; più in generale, le diverse letture e applicazioni della formula producono risultati che possono variare almeno da 1 a 7¹¹³⁶. L'ingegnere François Remise ha osservato che, se si decidesse comunque di usare una formula così ambigua, non basterebbe applicarla così com'è, ma bisognerebbe prima chiarire quali fasi del lavoro ogni termine intende rappresentare e successivamente pesare diversamente i singoli termini in funzione del numero e del tipo di operai coinvolti in ciascuna fase, riportando anche una scelta operativa del parametro *t*, che Pegoretti riporta a 0,60, indicando 0,55 come valore più verosimile e 0,50 come valore minimo prudenziale¹¹³⁷. Un confronto con il manuale del francese Émiland Gauthey, nelle due edizioni del 1813 e del 1832¹¹³⁸ (v. tab. X), rende evidente la differenza tra i due modi di stimare: con il testo francese, che scompone la posa della pietra in passaggi definiti e assegna tempi a ciascun passaggio senza lasciare zone grigie, la stima non dipende più dall'interpretazione del lettore, diventa più controllabile, replicabile e quindi più robusta¹¹³⁹.

Un'altra problematica emerge quando, in alcuni studi, Pegoretti viene citato come fonte ma i suoi dati non vengono applicati in modo coerente: si pensi per esempio al trasporto in ceste trattato da DeLaine¹¹⁴⁰, dove considera il tempo, per esempio, per un solo metro di percorso, senza indicare il carico corrispondente, svuotando di significato il riferimento all'autore. Tra l'altro le stesse formule originali presentano errori grossolani, come quello di considerare come velocità media la media delle velocità di andata e ritorno¹¹⁴¹, con la conseguenza che l'adozione di tali valori da parte di DeLaine, ne ha diffuso a sua volta un uso della fonte non verificato, perpetuando di fatto l'errore di base. In questo contesto un'alternativa, più centrata sul movimento terra e il trasporto manuale, può essere costituita dalle formule dell'International Labour Office del 1963¹¹⁴². Per carichi pesanti su carri trainati da buoi, invece, il valore di 937

¹¹³⁶ Remise 2024, pp. 15–16; Barresi 2010, p. 344.

¹¹³⁷ Remise 2024, p. 16; Previato 2020 pp. 256, 264.

¹¹³⁸ Cfr. tabella sui manuali.

¹¹³⁹ Gauthey 1813, pp. 374–378.

¹¹⁴⁰ DeLaine 1997, p. 107. Per i carichi leggeri trasportati a mano, alcune sue applicazioni, pur assumendo velocità derivate dal manuale, riducono il carico a volumi compatibili con meno di 25 kg, così il tempo standard di lavorazione scende sotto 110 kg per km/h (circa tre volte meno del dato che si otterrebbe seguendo la logica del manuale).

¹¹⁴¹ Pegoretti 1843-18449, pp. 33-34 ; 1863, pp. 61-63.

¹¹⁴² Remise 2024, p. 17.

kg per km/h ricavato da DeLaine¹¹⁴³ può considerarsi accettabile ed è diventato un punto di riferimento ripreso da diversi studi su contesti romani. I tempi standard di Pegoretti, infatti, sarebbero troppo elevati e non adatti alle condizioni del mondo romano¹¹⁴⁴, ma non mancano casi in cui vengono selezionati valori non presenti né in Pegoretti né in DeLaine, con un range che può variare dai 1670¹¹⁴⁵ ai 12600 kg per km/h¹¹⁴⁶. Questo tipo di dispersione va considerato con attenzione nei casi di studio arcaici, non tanto come problema da risolvere, quanto come segnale che il trasporto deve essere modellato per scenari, vincolando carico, percorso e stagionalità del suolo.

A questo punto diventa inevitabile riconsiderare l'argomento della coerenza interna, invocata come ragione per usare una fonte unica, mentre occorre spiegare perché poi, su segmenti cruciali come trasporto leggero e carri trainati da buoi, si adottino valori non derivati dalle cadenze del manuale ma da ipotesi esterne. La coerenza interna può vacillare quando le interpretazioni divergono così radicalmente e quando la fonte stessa è in larga parte una compilazione. Questo significa trattare Pegoretti come fonte "spenta", cioè come fonte che non risponde direttamente alla domanda della ricerca e richiede ipotesi aggiuntive per essere attivata¹¹⁴⁷.

Alcuni autori contemporanei hanno proposto di elaborare moltiplicatori trasparenti: per il lavoro lapideo, si è suggerito di aggiungere profitto (10%) e contingenza (5%) oltre ai costi incidentali, differenziando quest'ultimi per difficoltà della pietra; per il trasporto, profitto e contingenza; per i materiali, profitto, contingenza e un surplus¹¹⁴⁸, da cui deriva un impatto complessivo indicativo, ovvero tra 21% e 50% in più sul lavoro della pietra, 15% sul trasporto e 20% sui materiali. A livello microeconomico, possono incidere sulla paga effettiva anche utensili e costi incidentali, come si ricava da una fonte manualistica ottocentesca¹¹⁴⁹. Per la Magna Grecia arcaica, questi numeri non vanno letti come percentuali da trasferire ma come struttura del modello, perché rendono esplicito ciò che altrimenti rimane un vuoto, e consentono di costruire scenari realistici in cui la pietra utilizzata, per esempio la calcarenite, comporta scarti, la logistica subisce rallentamenti stagionali e le competenze specialistiche concentrano lavoro ad alta qualifica in finestre temporali ristrette.

¹¹⁴³ DeLaine 1997, p. 128.

¹¹⁴⁴ Remise 2024, p. 17.

¹¹⁴⁵ Previato, 2023 p. 362.

¹¹⁴⁶ Courault 2023, p. 234.

¹¹⁴⁷ Remise, 2024 p. 9, n. 38.

¹¹⁴⁸ Barker e Russell 2023, p. 37.

¹¹⁴⁹ Bergère, 1820, pp. 14–15.

Le cadenze del manuale di Pegoretti sono date su giornate di 10 ore e presuppongono operai pagati a ore, ma il cottimo può produrre costanti dal 30% al 100% superiori rispetto alla paga oraria¹¹⁵⁰. In un cantiere templare arcaico, dove regimi di obbligazione del lavoro, redistribuzione e specialismi possono divergere radicalmente dal mondo ottocentesco, questo significa che un risultato numerico deve essere presentato come intervallo e non come valore puntuale, perché la fonte, per sua natura, richiede che il costo venga modellato come insieme di scenari vincolati a litotipo, dimensione degli elementi, catena di trasporto e forma sociale dell'organizzazione del lavoro.

In sostanza, riassumendo, per evitare che il modello resti un puro esercizio di somma di ore, è utile incorporare ciò che le tabelle non misurano, dagli utensili, ai costi incidentali, all'organizzazione, alle contingenze e surplus materiali. Questa raccomandazione, sfuggita a certa letteratura più recente, di cui si è già espressa criticamente la natura settoriale, appare invece chiara, ben due secoli prima, ai trattatisti dell'Ottocento.

Già Pegoretti, per esempio, nell'introduzione al manuale enumera una serie di voci dove suggerisce di escludere l'applicazione *tout court* delle stime che avrebbe trattato nel testo, per esempio: “dove per circostanze locali accade rare volte il bisogno di alcune opere, o viceversa dove queste sono più frequenti, come nei territori a contatto di fiumi o torrenti arginati, oppure attraversati da molte strade montuose, nei quali l'occorrenza di continue riparazioni tiene molto più esercitati gli abitatori nei lavori di terra, e negli altri accessori manufatti; ovvero anche nei paesi in cui si esercita una speciale industria riferibile ad oggetti di fabbrica, sia pel molto consumo sul luogo, come per l'abbondanza dei materiali adattati, che convenga meglio d'esportare già lavorati in altre regioni o nelle città vicine, In simili casi però scorgesi quanto opportunamente possono del pari servire di norma le seguenti analisi estimative, qualora mediante esatte informazioni e confronti, si stabiliscano i debiti aumenti o deduzioni da farsi equabilmente per tutte le opere di una medesima categoria, avendosi riguardo, nel desumere la maggiore o minor attitudine dei lavoratori locali, che questa sia adeguata su tutti gli individui da impiegarsi, e non già attribuibile soltanto a pochi, giacché in allora il variato lavoro ottenibile da questi viene eliminato dal diverso valore della mercede che percepiscono; la quale condizione sussiste altresì pei materiali, il cui costo varia sempre secondo gli effetti ritraibili in paragone di quelli di media qualità”¹¹⁵¹. Questo elenco, derivato dai trattati circolanti all'epoca, è utile a considerare tali voci nella creazione del modello metodologico, e per i cantieri arcaici della

¹¹⁵⁰ Remise (2024, p. 8, n. 31) fa riferimento alla propria esperienza professionale, citando anche Petit, 1921, p. 1298 e Bessac 1998, p. 14.

¹¹⁵¹ Pegoretti 1863, p. 8.

Magna Grecia le osservazioni su presenza di corsi d'acqua, bisogno di continue riparazioni, penuria di materiale di costruzione (come per la Basilicata) appaiono particolarmente validi.

Si riporta a titolo d'esempio un'icastica formulazione di Èmiland Gauthey nel suo trattato sui ponti del 1813, che invita a considerare nei calcoli l'influenza di elementi apparentemente accessori, come le condizioni della temperatura a cui sono sottoposti i lavoratori: *“Les quantités de main-d'œuvre qu'on trouve indiquées dans ce chapitre sont des résultats mogens déduits de la comparaison raisonnée des différentes observations, soit imprimées, soit manuscrites, qu'il a été possible de rassembler. Ces observations ont toutes été faites dans l'intérieur de l'ancienne France, et dans des lieux voisins du centre de l'empire. On a remarqué que les forces des hommes diminuent quand la chaleur augmente, et Coulomb a observé pendant le cours des travaux militaires qu'il a fait exécuter à la Martinique, que quand la chaleur est au-dessus de 20° du thermomètre de Réaumur, les hommes ne sont pas capables de la moitié de la quantité d'action journalière qu'ils fournissent habituellement dans nos climats (Mémoires de la classe des sciences physiques et mathématiques, tome II). La France est maintenant assez étendue pour que le climat des parties méridionales diffère sensiblement de celui du centre; et on devra, pour les parties de l'Italie situées au sud de Gênes et de Bologne, réduire les résultats du texte dans une certaine proportion.”*¹¹⁵².

Pegoretti, che scrive alcuni anni dopo dichiarando apertamente di attingere anche a Gauthey, in apertura del passo citato poco sopra, riformula le parole del francese come segue: *“Dall'esame poi di quanto accennano i prelodati Autori*¹¹⁵³ *abbiamo desunto che i dati di stima qui in seguito esposti, si possono ritenere applicabili in quasi tutti i luoghi sotto le zone temperate, ossia nella maggior parte del Continente Europeo e dell'America settentrionale, salve quelle parziali modificazioni dipendenti dalla natura delle opere da eseguirsi, non che dalla qualità e natura dei materiali da adoperarsi, e dallo stato fisico e capacità dei lavoratori, il cui travaglio giornaliero risulta alquanto minore nei climi mollo caldi”* aggiungendo, in nota *“Coulomb, membro dell'Accademia delle Scienze di Parigi, ed ufficiale del Genio nella Martinica, ove il termometro di Réaumur si abbassa di rado sotto i 20°, osservò che in tale regione il lavoro giornaliero degli uomini è la metà di quello ottenibile nei climi temperati dell'Europa”*.

Da un attento confronto tra le due fonti, dove quella italiana è dichiaratamente dipendente dalla francese, emerge una traduzione non esaustiva e parzialmente travisabile da parte di Pegoretti,

¹¹⁵² Gauthey 1813, p. 335, nota 1.

¹¹⁵³ “[...] come l'Anselin, il Gauthey, il Rondelet, il Toussaint, il Boistard, il Ponza, il Cavalieri, il Morisot, il Blottas, e molti altri [...]”. Pegoretti 1863, p. 8.

che nell'esigenza di parafrasare i testi di riferimento tralascia dettagli importanti, come il considerare puntualmente le differenze climatiche di territori a diverse latitudini e l'esplicito richiamo all'Italia centromeridionale – di grande utilità per questa trattazione - le cui latitudini impongono di ridurre proporzionalmente i risultati¹¹⁵⁴, non riesce a riportare con lo stesso vigore il registro metodologico delle parole di Gauthey. A tal proposito, la soglia limite della temperatura di 20 gradi centigradi della Martinica è trattato in maniera quasi assiomatica, da formula, nell'autore francese (*“quand la chaleur est au-dessus de 20° du thermomètre de Réaumur, les hommes ne sont pas capables de la moitié de la quantité d'action journalière”*) mentre in Pegoretti il dato appare incidentale, mancando di quell'esplicitazione consequenziale del testo di Gauthey.

Questa breve distinzione, in estrema sintesi, è fondamentale per due ragioni. Intanto, ribadisce la necessità di adoperare sempre un rigore scientifico quando si intende adottare un approccio energetico nella lettura delle fonti manualistiche, come quelle finora enucleate¹¹⁵⁵. In particolare, poi, dimostra il rischio di errore dei trattati collettanei di testi precedenti, non molto dissimile da quello molte volte paventato per il *De Architectura* di Vitruvio, che alla prova del tempo è risultato impreciso e pieno di inesattezze proprio perché desunto da fonti assai più antiche dell'età augustea nel quale venne composto¹¹⁵⁶. In tal senso, la stesura in lingua italiana del caso di Pegoretti, non deve indurre nella tentazione di considerarlo una fonte “locale”, specialmente per il Sud Italia¹¹⁵⁷, e soprattutto non autorizza a eludere una comparazione accurata dei testi di riferimento in altre lingue, solo perché menzionate come fonti dirette della sintesi del manuale. Lungi dal fornire formule “magiche” di traduzione *tout court* del passato, tanto più millenario, i manuali e prezziari preindustriali vanno considerati ponderatamente e tenendo ben presente l'estrema complessità delle variabili nei cantieri antichi, in particolare quelli di cui non disponiamo di alcuna fonte scritta, come quelli arcaici.

4.2.3. Un applicazione al caso studio delle Tavole Palatine (Metaponto)

L'applicazione dei valori di Pegoretti al cantiere del tempio extraurbano di Hera a Metaponto ha prodotto una serie di stime sulle ore-lavoro in cava, in cantiere, per ciascun elemento o categoria

¹¹⁵⁴ Gauthey 1813, p. 335, nota 1.

¹¹⁵⁵ Per tutti gli altri tipi di fonti, minori, locali, orali, si rimanda al capitolo sulla storia degli studi, con bibliografia.

¹¹⁵⁶ Pottage 1968; Campbell 1980; Sleeswyk 1981; Callebat 1986; Fleury 1993; Gros 2006; Rindel 2011; Valière et al. 2013; Hyppönen 2015; Hollenback 2018; Taylor 2024.

¹¹⁵⁷ Per i cantieri arcaici magnogreci occorre considerare il confronto con testi pre- e postunitari delle specifiche aree di Campania, Basilicata, Puglia e Calabria.

di elementi e in totale, che mostrano l'impegno in termini di tempo dell'impresa architettonica (Tab. 2).

La stessa operazione è riproducibile per singole categorie architettoniche, dalle fondazioni, agli architravi, ai capitelli, e così via.

Per esempio, partendo dal presupposto di Pegoretti che un muratore assistito da un garzone impiega 11 ore per mettere in opera ciascun metro cubico di "grosse pietre per le fondazioni", si può stimare che per lo stilobate sono state necessarie 670 ore-uomo, ovvero 56 giornate-uomo circa.

Per l'elevazione di blocchi oltre un'altezza di 5 metri, nel caso degli architravi, Pegoretti stima che una comitiva di operai composta da un muratore e quattro manovali possono elevare un terzo di metro cubico di pietre per volta in un'ora, quindi per un metro cubico sono necessarie 3 ore. Considerando anche le diverse operazioni, ovvero 0,17 ore per legare le pietre alle funi, 0,18 per issarle o farle scendere con apparati meccanici da un'altezza pari a 5 metri, come nel caso delle colonne, 0,25 per raccoglierle sul ponteggio, slegarle e farle scorrere con rulli, si stima che per issare i blocchi dell'epistilio, una squadra di 5 persone impiegherebbe 141,39 ore, pari a 11,78 giorni lavorativi da 12 ore.

Per la messa in opera dei blocchi, si considera una squadra tipo di operai esperti, composta da quattro persone: un capo, un sotto-capo e due manovali. Per ogni metro cubico di messa in opera di opere ordinarie quale la posa di blocchi, tali figure impiegano 4 ore. Si può stimare che la posa dello stilobate abbia richiesto non meno di 772 ore, pari a 64,3 giorni lavorativi da 12 ore; quello della cella 90 giorni.

Pegoretti afferma che per un capitello ionico intero in tufo calcareo¹¹⁵⁸, che abbia un'altezza di 60 cm, si stimano almeno 192 ore di lavoro, ovvero 16 giorni per metro superficiale. Nel caso in questione, si avrebbe uno sforzo di 432 ore per capitello, pari a 36 giorni di lavoro, ovvero circa un mese. Se si volesse calcolare il lavoro degli scalpellini per tutti e 32 i capitelli, si otterrebbe un periodo di 13824 ore, ovvero 1152 giornate-uomo.

Queste stime preliminari, oltre a fornire un dato che certamente rende contezza del lavoro in questo specifico cantiere, non hanno un valore intrinseco, ma ne diventano portatrici solo quando i dati vengono messi a confronto con uno o più cantieri templari, tanto più se all'interno di una

¹¹⁵⁸ Si consideri che per un capitello dorico la cifra sarebbe sovrastimata in virtù della lavorazione geometricamente più semplice. Qui si considererà comunque il valore per un capitello di tipo ionico.

koinè architettonica come quella achea. Il passo successivo è quindi il confronto con le altre colonie o con edifici coevi della stessa *polis*, per misurare l'impegno economico e il capitale umano investito.

Elemento	Dimensioni L x l x h	Sup. singolo (m ²)	Sup. totale (m ²)	Vol. singolo (m ³)	Vol. totale (m ³)	Peso (ton) calcarenite [27,0 kN/m3]	Ore – lavoro in cava*	Ore – lavoro in cantiere**
Colonne □	1,08 (L) x 4,573 (h)	1,166	37,31	5,33	170,68	460	5632,60	-
Colonne ⊗	1,08 (D _I) x 4,573 (h)	0,916	29,31	4,19	134,08	362	4424,64	-
Capitelli	1,49 x 1,49 x 0,62	2,25	72	1,4	44,8	121	1478,4	432 vel 36 gg 13824 vel 1152 gg
Architravi	0,84 x 0,6 x 2,9/57	2,436 o 2,484	78,57	1,49	47,13	127,25	1555,3	141 vel 11,8 gg
Cella	23,2 x 7,87 x 0,75 x 5	-	53,92	-	270	729	8910	1080 vel 90 gg
Stilobate (I)	16,125 x 33,24 x 0,36	-	536	-	192,96	521	6367,68	772 vel 64 gg
Fregio***	0,84 x 0,6 x 2,9/57	-	-	-	44,8	121	1478,4	141 vel 11,8 gg
TOTALE					904,45 m ³	2441,25 ton	29847 ore vel 2487,3 gg	15958 ore vel 1330 gg

*Tempo che impiega un uomo esperto, assistito da due altri uomini robusti, per mezzo di scalpelli, picconi, magli, paletti e zeppe di ferro, per ogni metro cubo di materiale cavato in galleria. Si applica qui il valore definito per le pietre calcaree dure, ovvero 33 ore per ogni metro cubo. (Pegoretti 1863).

** Calcolato sulla base di una giornata di 12 ore per un massimo di 220 gg lavorativi all'anno (DeLaine 1997).

*** Calcolando l'elemento litico che sovrastava gli architravi, si stima (Mertens 2010) che l'altezza del fregio equivallesse l'epistilio, alto 85 cm come il triglifo. Si può dunque tentare un calcolo anche il volume degli elementi superiori mancanti, stimandoli come equivalenti al volume degli architravi (45 m³ circa).

Tabella 3. Esempio di applicazione dei valori di Pegoretti al caso di studio delle Tavole Palatine (Metaponto)

Conclusioni

Al termine dell'indagine, appare con chiarezza che i cantieri templari arcaici della Magna Grecia non possono essere interpretati come meri riflessi periferici di modelli elaborati altrove, né come semplici episodi di storia formale dell'architettura. Essi si rivelano, piuttosto, come luoghi nei quali una società rende visibili le proprie gerarchie, organizza la circolazione dei saperi, disciplina il rapporto fra risorse e progetto e iscrive nello spazio una precisa volontà di durata e visibilità. Il tempio, in questa prospettiva, non è solo il fine del cantiere, né è la forma storicamente condensata, la traduzione monumentale di una trama di decisioni, competenze, adattamenti e investimenti protratti nel tempo.

In tale quadro, il valore del metodo adottato risiede soprattutto nella sua capacità di restituire intelligibilità storica a contesti privi di una documentazione diretta. La formalizzazione del processo di cantiere, la sua scomposizione in fasi operative, l'uso di stime trasparenti e comparabili, la preferenza per intervalli ragionati anziché per cifre apparentemente assolute, consentono infatti di trasformare il dato archeologico e architettonico in uno strumento di analisi storica controllabile. Non conta soltanto il risultato numerico finale, ma la possibilità di leggere, attraverso di esso, il diverso peso della logistica, della manodopera, delle scelte tecniche e delle condizioni locali nei singoli cantieri e delle *poleis* che ne hanno reso possibile l'esistenza.

È proprio qui che si misura l'utilità più ampia di questa ricerca per lo studio dei cantieri antichi. Il metodo proposto non si limita a descrivere edifici. Consente di interrogare i processi che li hanno generati. Esso permette di ricondurre il monumento alla sua economia materiale, alla sua organizzazione del lavoro, alla sua temporalità costruttiva e alla sua funzione politica, offrendo così uno strumento replicabile anche oltre il caso magnogreco arcaico. Per questa ragione, la Magna Grecia non emerge soltanto come oggetto di studio, ma come laboratorio metodologico di particolare fecondità: un contesto nel quale, a partire da tracce spesso lacunose, diventa possibile restituire al cantiere antico la sua piena dignità di fenomeno storico totale, nel quale tecnica, società, paesaggio e potere si incontrano e si rendono reciprocamente leggibili.

Fonti antiche

Esiodo. Opere e giorni (Ἔργα καὶ Ἡμέραι). Trad. e commento a cura di G. Arrighetti. Milano: Mondadori, 1979.

Frontino, De aquaeductu urbis Romae. A cura di R. H. Rodgers. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

Ippocrate. Περί Διαιτήης (De Victu). In Corpus Hippocraticum, vol. VI.

Strabone. Geographica 8.6.15.

Tucidide. La guerra del Peloponneso. Trad. e commento di L. Canfora. Torino: Einaudi, 2015.

Vitruvio. De Architectura, a cura di P. Gros. Torino: Einaudi, 1997.

Fonti epigrafiche e corpora

I. Eleusis 177 = Inscriptiones Eleusinae, 177 (329/8 a.C.).

IG I³ 476 = Inscriptiones Graecae I³, 476 (408/7 a.C.), Rendiconti edilizi dell'Eretteo.

IG I³ 477 = Inscriptiones Graecae I³, 477 (405/4 a.C.).

Inscriptiones Graecae I³, II².

Meiggs, Russell, e David Lewis. A Selection of Greek Historical Inscriptions to the End of the Fifth Century B.C. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1988.

Osborne, Robin, e P. J. Rhodes, eds. 2017. Greek Historical Inscriptions 478–404 BC. Oxford: Oxford University Press.

Rhodes, P. J., e Robin Osborne, eds. 2003. Greek Historical Inscriptions, 404–323 BC. Oxford: Oxford University Press.

Bibliografia

- Aaberg, S., e Bonsignore, J. 1975. A Consideration of Time and Labor Expenditure In the Construction Process at the Teotihuacan Pyramid of the Sun and the Poverty Point Mound. In Heizer, R. F. (a cura di), *Three Papers on Mesoamerican Archaeology*, 40–78. Contributions of the University of California Archaeological Research Facility 24. Berkeley.
- Abrams, E. M. 1984a. “Systems of Labor Organization in Late Classic Copan, Honduras: The Energetics of Construction.” PhD diss., Pennsylvania State University.
- Abrams, E. M. 1984b. “Replicative Experimentation at Copan, Honduras: Implications for Ancient Economic Specialization.” *Journal of New World Archaeology* 6: 39–48.
- Abrams, E. M. 1987. “Economic Specialization and Construction Personnel in Classic Period Copan, Honduras,” *American Antiquity* 52 (3), 485–498.
- Abrams, E. M. 1989. “Architecture and Energy: An Evolutionary Perspective,” *Journal of Archaeological Method and Theory* 1, 47–87. Tucson: University of Arizona Press.
- Abrams, E. M. 1994. *How the Maya Built Their World: Energetics and Ancient Architecture*. Austin: University of Texas Press.
- Abrams, E. M. 1995. “A Model of Fluctuating Labor Value and the Establishment of State Power: An Application to the Prehispanic Maya.” *Latin American Antiquity* 6: 196–213.
- Abrams, E. M., e McCurdy, L. 2019. “Massive Assumptions and Moundbuilders: The History, Method, and Relevance of Architectural Energetics.” In McCurdy, L., e Abrams, E. M. (a cura di), *Architectural Energetics in Archaeology*, 1–25. London: Routledge.
- Abrams, E. M., e Bolland, T. W. 1999. Architectural Energetics, Ancient Monuments, and Operations Management. *Journal of Archaeological Method and Theory* 6, 263–291.
- Adam, J.-P. 1984. *La construction romaine: matériaux et techniques*. Paris: Picard.
- Adams, R. N. 1975. *Energy and Structure*. Austin, TX: University of Texas Press.
- Adler, F., et al. 1892. *Olympia. Die Ergebnisse der von dem Deutschen Reich veranstalteten Ausgrabung. Band II: Die Baudenkmäler von Olympia*. Berlin.
- Agnello, F., e Cannella, M. 2022. “Temple G Surveyed, Represented and Reconstructed (1764–2021).” *Disegnarecon* 15.
- Allen, J. R. M., Watts, W. A., McGee, E., e Huntley, B. 2002. “Holocene environmental variability - the record from Lago Grande di Monticchio, Italy”. *Quat. Int.* 88, 69–80.
- Amandry, P., e Hansen, V. 2010. *Le temple d'Apollon du IV^e siècle (FD II. Topographie et architecture 14)*. Athènes.
- Amato, V., di Paola, G., Roskopf, C. M., Avagliano, G., Cipriani, M., Cinque, A., Pontrandolfo, A., e Santoriello, A. 2009. “Geomorphology and Geoarchaeology of the Paestum Area: Modifications of the Physical Environment in Historical Times.” *Mediterranée* 112: 129–135.
- Amato, V., Aucelli, P. P. C., Cinque, A., D’Argenio, B., Di Donato, V., Pappone, G., Petrosino, P., Roskopf, C. M., e Russo Ermolli, E. 2011. “Holocene Palaeo-Geographical Evolution of the Sele River Coastal Plain (Southern Italy): New Morpho-Sedimentary Data from the Paestum Area.” *Il Quaternario. Italian Journal of Quaternary Sciences* 24, Abstract AIQUA: 5–7.

- Amato, V., Anzalone, E., Aucelli, P. P. C., e D'Argenio, B. 2012. "Sedimentology and Depositional History of the Travertines Outcropping in the Poseidonia-Paestum Archaeological Area." *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali* 23.
- Amida, L. 2019. *Calendars and Building Time: The Organization of Work in Classical Greece*. Oxford: Oxbow Books.
- Ampolo, C. 2004. "Iscrizioni greche dal santuario di Punta Stilo." In *Kaulonía, Caulonia, Stilida II*, pp. 43–54.
- Andrews, E. B. 1877. "Report of Explorations of Mounds in Southeastern Ohio." In *Tenth Annual Report of the Trustees of the Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology* 2: 51–74.
- Anselin, J.-B. N. 1810. *Expériences sur la main d'œuvre de différens travaux dépendans du service des ingénieurs des ponts et chaussées et des ingénieurs des bâtimens civils*. Boulogne: De l'imprimerie de Leroy-Berger.
- Arnold, J., e Ford, A. 1980. "A Statistical Examination of Settlement Patterns at Tikal, Guatemala." *American Antiquity* 45: 713–26.
- Astoreca, N. E. 2021. *Early Greek Alphabetic Writing: A Linguistic Approach*. Oxford.
- Athens, J. S. 1977. "Theory Building and the Study of Evolutionary Process in Complex Societies." In Binford, L. R. (a cura di), *For Theory Building in Archaeology: Essays on Faunal Remains, Aquatic Resources, Spatial Analysis, and Systemic Modeling*, 353–384. New York: Academic Press.
- Atkinson, R. J. C. 1961. "Neolithic Engineering," *Antiquity* 35, 292–299.
- Aurenche, O., (a cura di). 1977. *Dictionnaire illustré multilingue de l'architecture du Proche-Orient ancien*. Dessins d'Olivier Callot. Collection de la Maison de l'Orient méditerranéen, série archéologique 2. Lyon: Maison de l'Orient; Paris: De Boccard.
- Auriemma, R., Mastronuzzi, G., e Sansò, P. 2004. "Relative Sea-Level Changes during the Holocene along the Coast of Southern Apulia (Italy)." *Géomorphologie: relief, processus, environnement* 10 (1): 19–34.
- Bailey, G. 2005. Concepts of Time. In Renfrew, C., e Bahn, P. (a cura di), *Archaeology: The Key Concepts*. London: Routledge.
- Bammer, A., e Muss, U. 1996. *Das Artemision von Ephesos: Das Weltwunder Ioniens in archaischer und klassischer Zeit*. Mainz am Rhein: Philipp von Zabern.
- Barbot, M., e Carvais, R. 2016. "Les livres sur le toisé et l'estimation en France et en Italie (XVIe-XIXe siècle): circulations, continuités et ruptures." In Hilaire-Pérez, L., e Nègre, V. (a cura di), *Le livre technique avant le XXe siècle: à l'échelle du monde*, Paris: CNRS Éditions.
- Barker, S. J. 2010. "Roman Builders – Pillagers or Salvagers? The Economics of Deconstruction and Reuse." In Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción II: Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias orientales*. Siena, Certosa di Pontignano, 13–15 de noviembre de 2008, 127–142. Anejos de Archivo Español de Arqueología 57. Madrid-Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Barker, S. J., e Russell, B. 2012. "Labour Figures for Roman Stone-Working: Pitfalls and Potential." In Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción III: Los procesos constructivos en el mundo romano: la economía de las obras*. École Normale Supérieure, Paris, 10–11 de diciembre de 2009, 83–94. Anejos de

Archivo Español de Arqueología 64. Madrid-Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- Barker, S. J. 2019. "The demolition, salvage and recycling industry in Imperial Rome." *Ædificare. Revue internationale d'histoire de la construction* 2018(2), n. 4: 37–88.
- Barker, S. J., e Russell, B. 2023. "Beyond Labour Figures: The 'Hidden' Costs of Stoneworking and Their Application In Architectural Energetics." In Barker, S. J., Courault, C., Domingo, J. Á., e Maschek, D. (a cura di), *From Concept to Monument: Time and Costs of Construction in the Ancient World. Papers in Honour of Janet DeLaine*, 15–42. Oxford: Archaeopress.
- Barker, S. J., Hayward, K., e Coombe, P. 2021. Londinium's Landward Wall: Material Acquisition, Supply and Construction. *Britannia*; 52: 277–326.
- Barletta, B. A. 1990. "An 'Ionian Sea' Style in Archaic Doric Architecture." *American Journal of Archaeology* 94, no. 1: 45–72.
- Barrau, J. 1958. *Subsistence Agriculture in Melanesia* (Bernice P. Bishop Museum Bulletin 219), Honolulu.
- Barrau, J. 1961. *Subsistence Agriculture in Polynesia and Micronesia* (Bernice P. Bishop Museum Bulletin 223), Honolulu.
- Barresi, P. 2010. "I teatri di Aphrodisias e di Nicea: marmi e committenza nell'Asia Minore di età imperiale." In Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A. (a cura di), *Archeologia dei cantieri di età romana: metodi e approcci*, 337–350. Roma: L'Erma di Bretschneider.
- Baumol, W. J., e Bowen, W. G. 1966. *Performing Arts: The Economic Dilemma*. New York: Twentieth Century Fund.
- Behrend, D. 1970. *Attische Pachturkunden: Ein Beitrag zur Beschreibung der misthosis nach den griechischen Inschriften*. München: C. H. Beck.
- Beloch, K. J. 1886. *Die Bevölkerung der Griechischrömischen Welt*. Leipzig, Germany: Duncker and Humblot.
- Benvenuti Falciai, P. 1982. *Ippodamo di Mileto architetto e filosofo: una ricostruzione filologica della personalità*. Firenze: Università degli Studi di Firenze, Istituto di Filologia Classica "Giorgio Pasquali."
- Bergère, P. 1820 [1799]. *Devis-modèle des travaux dépendant du service du génie... suivi d'observations sur la manière de régler, par l'analyse, les prix des ouvrages*. Paris: De l'imprimerie de la République, Messidor an VII.
- Berve, H., e Gruben, G. 1962. *I templi greci*. Milano: Garzanti-Sansoni.
- Bessac, J.-C. 1986. *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*. *Revue archéologique de Narbonnaise*, supplément 14. Paris: Éditions du CNRS.
- Bessac, J.-C. 1988. "Problems of Identification and Interpretation of Tool Marks on Ancient Marbles and Decorative Stones." In Herz, N., e Waelkens, M. (a cura di), *Classical Marble: Geochemistry, Technology, Trade*, 41–54. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bessac, J.-C. 1993. "Traces d'outils sur la pierre: problématique, méthodes d'études et interprétation." In Francovich, R. (a cura di), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche: V ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia (Certosa di Pontignano–Campiglia Marittima)*, 143–176. Firenze: Edizioni All'Insegna del Giglio.
- Bessac, J.-C. 1998. "Le travail de la pierre." *Revue archéologique de Narbonnaise* 31: 347–349.

- Bessac, J.-C. 2007. *Le travail de la pierre à Pétra. Technique et économie de la taille rupestre*. Paris: Recherche sur les Civilisations.
- Bessac, J.-C. 2014. “Les ressources minérales face aux impératifs de la construction et de la décoration antique en pierre.” In Bonetto, J., Camporeale, S., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción IV: Las canteras en el mundo antiguo: sistemas de explotación y procesos productivos. Actas del congreso de Padova*, 22–24 de noviembre de 2012, 15–32. Anejos de Archivo Español de Arqueología 69. Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Bessac, J.-C., e Aucher, M.-R. 1996. *La pierre en Gaule narbonnaise et les carrières du Bois des Lens (Nîmes): histoire, archéologie, ethnographie et techniques*. Ann Arbor, MI: *Journal of Roman Archaeology*.
- Bessac, J.-C., Massih, J. A., e Valat, Z. 1997. “De Doura-Europos à Aramel: étude ethno-archéologique dans des carrières de Syrie.” In Leriche, P., e Gelin, M. (a cura di), *Doura-Europos Études IV (1991–1993)*, 159–197. BAH 149. Beyrouth.
- Bintliff, J. L. 1989. “Cemetery Populations, Carrying Capacities and the Individual in History”. In Roberts, C. A., Lee, F., e Bintliff, J. L. (a cura di), *Burial Archaeology: Current Research, Methods and Developments (BARBS 211)*, Oxford, 85–104.
- Bintliff, J. L. 1997. “Regional Survey, Demography, and the Rise of Complex Societies in the Ancient Aegean: Core–Periphery, NeoMalthusian, and Other Interpretive Models”, *JFA* 24: 1–38.
- Biondi, E., e Baldoni, M. 1994. “The Climate and Vegetation of Peninsular Italy.” *Colloques Phytosociologiques* 23: 675–721.
- Birnbaum, J. 2006. *Der Apollontempel von Didyma*. Analyse einer pythagoreisch-platonischen Entwurfskonzeption. Tesi di dottorato, Technische Universität Berlin.
- Blin, S. 2012. “Réflexions sur le coût de la décoration en marbre des espaces intérieurs, à partir d'une inscription découverte à Mandeure.” In Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción III: Los procesos constructivos en el mundo romano: la economía de las obras. École Normale Supérieure, Paris*, 10–11 de diciembre de 2009, 95–104. Anejos de Archivo Español de Arqueología 64. Madrid-Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Blitzer, H. 1990. “Pastoral Life in Bronze Age Crete.” *American Journal of Archaeology* 94: 23–42.
- Blottas. 1839. *Traité complet du toisé des ouvrages de maçonnerie, à l'usage des architectes, ingénieurs civils et militaires, vérificateurs, toiseurs, entrepreneurs de bâtiments, et de tous ceux qui font bâtir*. 2 voll. Paris: Carilian-Goeury e V. Dalmont.
- Boenzi, F., Caldara, M., Capolongo, D., Dellino, P., Piccarreta, M., 2008. “Late pleistocene–holocene landscape evolution in fossa bradanica, Basilicata, southern Italy”. *Geomorphology* 102 (3–4), 297–306.
- Boistard, L.-C. 1822. *Recueil d'expériences sur les pierres de construction, les chaux, les mortiers et les ciments*. 2 voll. Paris: Chez J.-S. Merlin.
- Bonetto, J., Camporeale, S., e Pizzo, A.,(a cura di). 2014. *Arqueología de la construcción IV: Las canteras en el mundo antiguo: sistemas de explotación y procesos productivos*. Actas del congreso de Padova, 22–24 de noviembre de 2012. Anejos de Archivo Español de Arqueología 69. Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- Borg, B. E., e Borg, G. 2003. "The History of Apollo's Temple at Didyma, as Told by Marble Analyses and Historical Sources." In *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone (ASMOSIA VI)*, 271–278.
- Borg, G., e Borg, B. E. 1998. "Marmor für Apoll: Die Suche nach dem Steinbruch des großen Apollontempels in Didyma." *Antike Welt* 29 (6): 509–518.
- Borg, G., e Borg, B. E. 2003. "From Small Quarries to Large Temples: The Enigmatic Source of Limestone for the Apollo Temple at Didyma, W-Anatolia." In *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone: ASMOSIA VI*, 427–436. Venice.
- Bousquet, J. 1989. *Corpus des inscriptions de Delphes. Tome II, Les comptes du quatrième et du troisième siècle*. Paris: Éditions De Boccard.
- Brecoulaki, H., Andreotti, A., Bonaduce, I., Colombini, M. P., e Lluveras, A. 2012. "Characterization of Organic Media in the Wall-Paintings of the 'Palace of Nestor' at Pylos, Greece: Evidence for a Secco Painting Techniques in the Bronze Age." *Journal of Archaeological Science* 39, n. 9: 2866–2876.
- Broeck-Parant, J. van den. 2022. "Did Ancient Building Contractors Work for Free? Contract Prices and Actual Quarrying Costs at Epidauros." In Brysbaert, A., Vikatou, I., e Pakkanen, J. (a cura di), *Shaping Cultural Landscapes*, 65–82. Leiden: Sidestone Press.
- Brogiolo, G. P., e Cagnana, A. 2012. *Archeologia dell'architettura*. Firenze: All'Insegna del Giglio.
- Brysbaert, A. 2007. CrossCraft and CrossCultural Interactions during the Aegean and Eastern Mediterranean Late Bronze Age". In Antoniadou, S., e Pace, A. (a cura di), *Mediterranean Crossroads, Athens*, 325–59.
- Brysbaert, A. 2008. *Power of Technology in the Bronze Age Eastern Mediterranean. The Case of Painted Plaster*. (Monographs in Mediterranean Archaeology, 12). London: Equinox.
- Brysbaert, A. 2011. Technologies of Reusing and Recycling in the Aegean and Beyond. In Brysbaert, A. (a cura di), *Tracing Prehistoric Social Networks through Technology: A Diachronic Perspective on the Aegean*: 183–203. London: Routledge.
- Brysbaert, A. 2013. Set in stone? Socioeconomic reflections on human and animal resources in monumental architecture of late Bronze Age Tiryns in the Argos plain, Greece. *Arctos* 47, 49–96.
- Brysbaert, A. 2015. Set in stone? Technical, socioeconomic and symbolic considerations in the construction of the cyclopeanstyle walls of the late Bronze Age citadel at Tiryns, Greece. In Bakels, C., e Kamermans, H. (a cura di), *Excerpta Archaeologica Leidensia. Analecta Praehistorica Leidensia* 45, Leuven, 69–105.
- Brysbaert, A. 2018. "Constructing Monuments, Perceiving Monumentality: Introduction." In Brysbaert, A., Klinkenberg, V., Gutiérrez García-M., A., e Vikatou, I. (a cura di), *Constructing Monuments, Perceiving Monumentality and the Economics of Building: Theoretical and Methodological Approaches to the Built Environment*, 21–48. Leiden: Sidestone Press.
- Brysbaert, A. 2020. "Forces of the Hands, Forces of the Lands: Making, Crafting, and Building in Late Bronze Age Greece." *Groniek* 222: 59-87.
- Brysbaert, A. 2023. "Labour and its Cost During the Aegean Late Bronze Age." In Barker, S. J., Courault, C., Domingo, J. Á., e Maschek, D. (a cura di), *From Concept to Monument: Time and Costs of Construction in the Ancient World. Papers in Honour of Janet DeLaine*, 233–265. Oxford: Archaeopress.

- Brysbaert, A. 2025. *Behind the Walls: Timing, Seasonality, and Costing in Mycenaean Monumental Construction in the Argive Plain, Greece*. Workpaper. Academia.edu. Ultimo accesso 10 giugno 2026.
- Brysbaert, A., Klinkenberg, V., Gutiérrez García-M., A. e Vikatou, I. 2018. *Constructing Monuments, Perceiving Monumentality & the Economics of Building*. Leiden: Sidestone Press.
- Brysbaert, A., Turner, D., e Vikatou, I. 2022. "Building the Tholos Tomb in Tiryns, Greece: Comparative Labour Costs and Field Methods." In Brysbaert, A., Vikatou, I., e Pakkanen, J. (a cura di), *Shaping Cultural Landscapes: Connecting Agriculture, Crafts, Construction, Transport, and Resilience Strategies*, 39–64. Leiden: Sidestone Press.
- Brysbaert, A., Klinkenberg, V., Gutiérrez García-M., A., e Vikatou, I.,(a cura di). 2018. *Constructing Monuments, Perceiving Monumentality and the Economics of Building: Theoretical and Methodological Approaches to the Built Environment*. Leiden: Sidestone Press.
- Bukowiecki, Dessales, e Dubouloz (coords.). 2006. <http://www.diffusion.ens.fr/index.php?res=cycles&idcycle=276>.
- Bukowiecki, E. 2012. "Le stockage des briques à Rome." In Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción III: Los procesos constructivos en el mundo romano: la economía de las obras. École Normale Supérieure, Paris*, 10–11 de diciembre de 2009, 161–178. Anejos de Archivo Español de Arqueología 64. Madrid-Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Bundgaard, J. A. 1946. "The Building Contract from Lebadeia. Observations on the Inscriptions IG VII 3073." *Classica et Mediaevalia* 8 (1): 1–43.
- Bundgaard, J. A. 1957. *Mnesicles: A Greek Architect at Work*. Copenhagen.
- Burford, A. 1960. "Heavy Transport in Classical Antiquity." *The Economic History Review* 13 (1): 1–18.
- Burford, A. 1961. "Temple Building at Segesta." *Classical Quarterly* n. s. 11: 87–93.
- Burford, A. 1963. "The Builders of the Parthenon." *Greece & Rome* 10 (supplement, Parthenos and Parthenon): 23–35.
- Burford, A. 1966. "Notes on the Epidaurian Building Inscriptions." *The Annual of the British School at Athens* 61: 254–334.
- Burford, A. 1969. *The Greek Temple Builders at Epidauros: A Social and Economic Study of Building in the Asklepien Sanctuary during the Fourth and Early Third Centuries B.C.* Liverpool: Liverpool University Press.
- Burford, A. 1993. *Land and Labor in the Greek World*. Baltimore and London: Johns Hopkins University Press.
- Burford, A. M. 1965. "The Economics of Greek Temple Building." *Proceedings of the Cambridge Philological Society* 11: 21–34.
- Burke, E. M. 2010. "Finances and the Operation of the Athenian Democracy in the 'Lycurgan Era.'" *American Journal of Philology* 131 (3): 393–423. <https://doi.org/10.1353/ajp.2010.0007>.
- Busch, C. 1871. *Die Bauführung*. Hand- und Hilfsbuch für die Praxis der Bautechniker und Bauhandwerker; unter Zugrundelegung des neuen Metermaßes und Gewichtes. Leipzig: Spamer.

- Buschor, E. 1930. "Heraion von Samos: Frühbauten." *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Athenische Abteilung* 55: 1–99.
- Cagnana, A. 2000. *Archeologia dei materiali da costruzione*. Firenze: All'Insegna del Giglio.
- Callebat, L., (a cura di). 1986. *Vitruve, De l'Architecture, Livre X*. Paris: Les Belles Lettres.
- Cambiano, G. 1992. "La nascita dei trattati e dei manuali." In Cambiano, G., Canfora, L., e Lanza, D. (a cura di), *Lo spazio letterario della Grecia antica. Vol. I.1, La polis*, 525–553. Roma.
- Campana, S., Musson, C., e Palmer, R. 2005. In *volo nel passato. Aerofotografia e cartografia archeologica*. Firenze: All'Insegna del Giglio.
- Campbell, I. 1980. Scamilli Inpares: A Problem in Vitruvius. *Papers of the British School at Rome* 48: 17–22.
- Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A., (a cura di). 2008. *Arqueología de la construcción I: Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias occidentales*. Mérida, Instituto de Arqueología, 25–26 de octubre de 2007. Anejos de Archivo Español de Arqueología 50. Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Camporeale, S., Papi, E., e Passalacqua, L. 2008. "L'organizzazione dei cantieri a Volubilis (Mauretania Tingitana): iscrizioni e opere pubbliche, la Maison aux deux pressoirs e l'arco di Caracalla." In Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción I: Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias occidentales*. Mérida, Instituto de Arqueología, 25–26 de octubre de 2007, 285–308. Anejos de Archivo Español de Arqueología 50. Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A., (a cura di). 2010. *Arqueología de la construcción II: Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias orientales*. Siena, Certosa di Pontignano, 13–15 de noviembre de 2008. Anejos de Archivo Español de Arqueología 57. Madrid-Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A., (a cura di). 2012. *Arqueología de la construcción III: Los procesos constructivos en el mundo romano: la economía de las obras*. École Normale Supérieure, Paris, 10–11 de diciembre de 2009. Anejos de Archivo Español de Arqueología 64. Madrid-Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Camporeale, S., DeLaine, J., e Pizzo, A., (a cura di). 2016. *Arqueología de la construcción V: Man-made Materials, Engineering and Infrastructure*. Proceedings of the 5th International Workshop on the Archaeology of Roman Construction, Oxford, April 11–12, 2015. Anejos de Archivo Español de Arqueología 77. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Cappelli, C., e Giaccone, N. 2012. Note sulla diffusione delle terrecotte architettoniche kauloniati lungo le coste del Mare Ionio: considerazioni storico-archeologiche e analisi archeometriche, *ASNP*, s. 5, 4/2, 2012, suppl., p. 55-61.
- Carlier, P. 1987. *Le droit et les institutions en Grèce antique. I: Les palais mycéniens*. Paris: Picard.
- Carpenter, R. 1979. *Gli architetti del Partenone*. Torino: Einaudi.
- Carter, J. C. 2005. *The Study of Ancient Territories: Chersonesos & Metaponto. 2004 Annual Report*. Austin: Institute of Classical Archaeology.
- Carter, J. C., Costantini, L., D'Annibale, C., Jones, J. R., Folk, R. L., e Sullivan, D. 1985. "Population and Agriculture: Magna Grecia In the Fourth Century B.C." In Malone, C., e

- Stoddart, S. (a cura di), *Papers in Italian Archaeology IV, Part 1: The Human Landscape*, 281–312. Oxford: BAR.
- Carusi, C. 2006. “Alcune considerazioni sulle syngraphai ateniesi del V e del IV secolo a.C.” *Annuario della Scuola Archeologica di Atene e delle Missioni Italiane in Oriente* 84: 11–36.
- Carusi, C. 2010. “La legge di Agirrio e le syngraphai ateniesi di IV secolo.” In Magnetto, A., Erdas, D., e Carusi, C. (a cura di), *Nuovi studi sulla legge granaria ateniese del 374/3*, 213–233. Pisa: ETS.
- Carusi, C. 2020a. “The Evolving Format of Building Accounts In Classical Athens.” In Jördens, A., e Yiftach, U. (a cura di), *Accounts and Bookkeeping in the Ancient World*, 74–91. Wiesbaden: Harrassowitz.
- Carusi, C. 2020b. “L'organizzazione dell'industria delle costruzioni nell'Atene di età classica.” *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa*, ser. V, 12: 485–517.
- Carusi, C. 2021a. *Economia e organizzazione dei cantieri pubblici nel mondo greco*. Pisa: Edizioni della Normale.
- Carusi, C. 2021b. “The Recruitment and Remuneration of Construction Workers In Classical Athens.” In Harter-Uibopuu, K., e Rieß, W. (a cura di), *Symposion 2019: Vorträge zur griechischen und hellenistischen Rechtsgeschichte (Hamburg, 26–28 August 2019)*, 131–152. Vienna: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Castoldi, M. 2007. “Nuove indagini archeologiche nel Metapontino, tra Pisticci e Ferrandina.” *ACME. Annali della Facoltà di Lettere e Filosofia dell'Università degli Studi di Milano* 60 (1): 249–260.
- Cavalieri San-Bertolo, E. 1826–1827. *Manuale di costr Rondelet. 2 voll.* Bologna: Tip. Cardinali e Frulli.
- Cecconi, N. 2024. *Ricostruzione dei paesaggi urbani dell'Ellade*. Roma: Scuola Archeologica Italiana di Atene (SAIA).
- Cheek, C. 1983. Excavaciones en la Plaza Principal. In Baudez, C. (a cura di), *Introducción a la Arqueología de Copán, Honduras*, 2, 191–290. Instituto Hondureño de Antropología e Historia, Tegucigalpa D. C., Honduras.
- Cheek, C. 1985. *Construction Activity and Sociocultural Integration at Copan. Paper presented at the 50th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Denver.*
- Cheek, C. 1986. “Construction activity as a measurement of change at Copán, Honduras.” In Urban, P., e Schortman, E. (a cura di), *The Southeast Maya Periphery*, 50–71. Austin, TX: University of Texas Press.
- Childe, V. G. 1950. “The Urban Revolution.” *Town Planning Review* 21(1): 3–17.
- Cipriani, M., e Avagliano, G., (a cura di). 1993. *L'Athenaion di Paestum tra studio e restauro. Mostra documentaria*. Salerno-Paestum.
- Clarke, M. L. 1963. “The Architects of Greece and Rome.” *Architectural History* 6: 9–22.
- Clinton, K. 2005. *Eleusis: The Inscriptions on Stone. Documents of the Sanctuary of the Two Goddesses and Public Documents of the Deme*. Athens: Archaeological Society at Athens.
- Cohen, M. N. 1977. *The Food Crisis in Prehistory: Overpopulation and the Origins of Agriculture*. Yale University Press.
- Coles, J. 1973. *Archaeology by Experiment*. London: Hutchinson.
- Coles, J. 1979. *Experimental Archaeology*. London: Academic Press.

- Corbau, C., Greco, M., Martino, G., Olivo, E., e Simeoni, U. 2022. "Assessment of the Vulnerability of the Lucana Coastal Zones (South Italy) to Natural Hazards." *Journal of Marine Science and Engineering* 10, n. 7: 888.
- Cordy, R. H. 1981. *A Study of Prehistoric Social Change: The Development of Complex Societies in the Hawaiian Islands*.
- Corrado, G., Aiello, G., Barra, D., Di Leo, P., Gioia, D., Antonio, M. A., Parisi, R., e Schiattarella, M. 2022. "Late Quaternary Evolution of the Metaponto Coastal Plain, Southern Italy, Inferred from Geomorphological and Borehole Data." *Quaternary International* 638–639: 84–110.
- Costabile, F., (a cura di). 1992. *Polis ed Olympieion a Locri Epizefiri: Costituzione, economia e finanze di una città della Magna Grecia*. Catanzaro: Rubbettino.
- Costantini, L., e Biasini, L. C. 2018. "Archaeobotanical Investigations at Pantanello." In Carter, J. C., e Swift, K. (a cura di), *The Chora of Metaponto 7: The Greek Sanctuary at Pantanello*, 371–428. Austin: University of Texas Press.
- Coulton, J. J. 1974. "Lifting in Early Greek Architecture." *Journal of Hellenic Studies* 94: 1–19.
- Coulton, J. J. 1977. *Ancient Greek Architects at Work: Problems of Structure and Design*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Coulton, J. J. 1983. "Greek Architects and the Transmission of Design." In *Architecture et société de l'archaïsme grec à la fin de la République romaine*, 453–470. Rome: École française de Rome.
- Courault, C. 2020. "Démanteler Nyon pour édifier le rempart tardo-antique d approche sur l'économie du phénomène spolia à partir de la trame découverte Rue de la Taconnerie / Rue de l'Hôtel de ville." In Courault, C., e Márquez, C. (a cura di), *Quantitatively Cost of Roman Public Construction*, 395–450. Córdoba: Universidad de Córdoba, UCO Press.
- Courault, C. 2021. "L'organisation du travail autour de la pierre à Cordoue au II^{ème} siècle av. J.-C." *Rómula* 20: 205–232.
- Courault, C. 2022. Construir una ciudad ex novo en Hispania: Una actualización cuantitativa sobre el primer urbanismo de Corduba (s. II a.C.). In Heinzelmänn, M., e Bentz, M. (a cura di), *Sessions 2–3, Single Contributions, Heidelberg: Propylaeum, 2022 (Archaeology and Economy in the Ancient World: Proceedings of the 19th International Congress of Classical Archaeology, Cologne/Bonn 2018, Band 53)*, S. 175–193.
- Courault, C. 2023. "L'organisation du travail autour de la pierre à Cordoue au II^e siècle av. J.-C.: Démographie, agriculture et chaîne opératoire." *Rómula* 20 (2021): 205–250.
- Cozzolino, M., Longo, F., Pizzano, N., Rizzo, M. L., Voza, O., e Amato, V. 2019. "A Multidisciplinary Approach to the Study of the Temple of Athena in Poseidonia-Paestum (Southern Italy): New Geomorphological, Geophysical and Archaeological Data." *Geosciences* 9 (8): 324.
- Cracolici, V. 2003. *I sostegni di fornace dal Kerameikos di Metaponto*. Beni archeologici – Conoscenza e tecnologie, Quaderno 3. Bari: Edipuglia.
- Cuomo di Caprio, N. 1992. *Fornaci e officine da vasaio tardo-ellenistiche. Morgantina Studies* 3. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Cuomo di Caprio, N. 2007. *Ceramica in archeologia 2: antiche tecniche di lavorazione e moderni metodi di indagine*. Studia Archaeologica 144. Roma: L'Erma di Bretschneider.

- Cuomo, S. 2022. "Technological Progress." In von Ren, S. (a cura di), *The Cambridge Companion to the Ancient Greek Economy*, 392–403. Cambridge: Cambridge University Press.
- D'Andria, F. 1975. "Scavi nella zona del Kerameikos (1973)." *Notizie degli Scavi di Antichità* 29: 355–452.
- Dahl, G., e Hjort, A. 1976. *Having Herds: Pastoral Herd Growth and Household Economy*. Stockholm: Department of Social Anthropology, University of Stockholm.
- Darcque, P. 2005. *L'habitat mycénien: formes et fonctions de l'espace bâti en Grèce continentale à la fin du IIe millénaire av. J.-C.* Athènes: École française d'Athènes.
- Davies, J. K. 1994. "Accounts and Accountability In Classical Athens." In Osborne, R., e Hornblower, S. (a cura di), *Ritual, Finance, Politics: Athenian Democratic Accounts Presented to David Lewis*, 201–224. Oxford.
- Davies, J. K. 1998. "Finance, Administration, and Realpolitik: The Case of Fourth-Century Delphi." In *Modus Operandi. Essays in Honour of Geoffrey Rickman*, 1–14. BICS Supplement 71. London.
- Davies, J. K. 2001. "Rebuilding a Temple: The Economic Effects of Piety." In Mattingly, D. J., e Salmon, J. (a cura di), *Economies beyond Agriculture in the Classical World*, 209–229. London and New York.
- Davis, Burks e Abrams. 2019. Labor recruitment among tribal societies. An architectural energetic analysis of Serpent Mound, Ohio. In McCurdy, L., e Abrams, E. M. (a cura di), *Architectural Energetics in Archaeology. Analytical Expansions and Global Explorations*: 138–160. London: Routledge.
- Davis, P. H. 1931. *Some Eleusinian Building Inscriptions of the Fourth Century B.C.* Princeton.
- Davis, P. H. 1937. "The Delian Building Contracts." *Bulletin de Correspondance Hellénique* 61: 109–135.
- De Angelis, F. 2015. "Greek and Roman Specialized Writing on Art and Architecture." In Marconi, C. (a cura di), *The Oxford Handbook of Greek and Roman Art and Architecture*, 70–83. Oxford: Oxford University Press.
- De Angelis, F. 2016. *Archaic and Classical Greek Sicily: A Social and Economic History*. Oxford: Oxford University Press.
- De Callataÿ, F. 2014. *Quantifying the Greco-Roman Economy and Beyond*. Bari: Edipuglia.
- De Fidio, P. 1989. "Razioni alimentari e tenori di vita nel mondo miceneo." *Studia Mycenaea* 1988 (Živa Antika Monograph 7): 9–38.
- De Fidio, P. 2001. "Centralization and Its Limits in the Mycenaean Palatial System." In Voutsaki, S., e Killen, J. T. (a cura di), *Economy and Politics in the Mycenaean Palace States*, 15–24. Cambridge: Cambridge Philological Society.
- De Haan, N. 2009. "The Economics of Building Roman." Paper presented at the conference Greek and Roman Building Projects, Oxford.
- DeLuca, A. J. 2019. "Dual Labor Organization Models for the Construction of Monumental Architecture in a Corporate Society." In McCurdy, L., e Abrams, E. M. (a cura di), *Architectural Energetics in Archaeology: Analytical Expansions and Global Explorations*, 182–204. London: Routledge.
- De Waele, J. A. 1980. "Agrigento. Gli scavi della Rupe Atenea (1970–75)." *Notizie degli Scavi di Antichità*: 395–ss.

- Del Monaco, L. 2013. *Iscrizioni greche d'Italia. Locri*. Rome: Quasar.
- DeLaine, J. 1996. "The Insula of the paintings. A model for the economics of construction in Hadrianic Ostia. In Gallina Zevi, G., e Claridge, A. (a cura di), *"Roman Ostia" revisited. Archaeological and historical papers in memory of Russel Meiggs*, London: 165–84.
- DeLaine, J. 1997. *The Baths of Caracalla: A Study in the Design, Construction, and Economics of Large-Scale Building Projects in Imperial Rome. Journal of Roman Archaeology Supplementary Series 25*. Portsmouth, RI: *Journal of Roman Archaeology*.
- DeLaine, J. 2000a. Building the Eternal City: the Construction Industry of Imperial Rome. In Coulston, J., e Dodge, H. (a cura di), *Ancient Rome: the Archaeology of the Eternal City*: 119–141. Oxford: Oxbow.
- DeLaine, J. 2000b. *Organising Roman Building and Space. JRA 13 (2)*: 486–492.
- DeLaine, J. 2001. Bricks and mortar. Exploring the economics of building techniques at Rome and Ostia. In Mattingly, D. J., e Salmon, J. (a cura di), *Economics beyond agriculture in the classical world (Leicester Nottingham studies in ancient society 9)*: 230–268. London: Routledge.
- DeLaine, J. 2015. The Pantheon builders. Estimating manpower for construction. In Marder, T., e Wilson Jones, M. (a cura di), *The Pantheon. From antiquity to the present*: 160–192. Cambridge: Cambridge University Press.
- DeLaine, J. 2017. Quantifying manpower and the cost of construction in Roman building projects: research perspectives'. In Brogiolo, G. P., Camporeale, S., e Arnau, A. C. (a cura di), *Archeologia dell'Architettura XXII. Costi, tempi e metri cubi. Quantificare in architettura*: 13–20. Rome: All'Insegna del Giglio.
- DeLaine, J. 2018. Economic Choice in Roman Construction: Case Studies from Ostia. In Brysbaert, A., Klinkenberg, V., Gutiérrez García M-, A., Vikatou, I. (a cura di), *Constructing Monuments, Perceiving Monumentality and the Economics of Building. Theoretical and methodological Approaches to the Built Environment (Leiden 2018)* 241–268.
- DeMarrais, E., Castillo, L. J., e Earle, T. 1996. "Ideology, Materialization, and Power Strategies." *Current Anthropology* 37 (1): 15–31.
- Dessales, H. 2017. "L'archéologie de la construction. Une nouvelle approche de l'archéologie romaine." *Annales. Histoire, Sciences Sociales* 72 (1): 75–94.
- Devolder, M. 2012. "Labour Costs and Neopalatial Architecture." In Iossifidou, P. P. (a cura di), *Minoan Realities: Approaches to Images, Architecture, and Society in the Aegean Bronze Age*, 35–56. Louvain-la-Neuve: Presses universitaires de Louvain. openedition.org.
- Devolder, M. 2013. *Construire en Crète minoenne: Une approche énergétique de l'architecture néopalatiale. Aegaeum 35*. Leuven: Peeters.
- Di Cesare, R. 2015. *La città di Cecrope: ricerche sulla politica edilizia cimoniana ad Atene*. 1. Studi di archeologia e di topografia di Atene e dell'Attica 11. Atene and Paestum: Pandemos.
- Di Rita, F., Fletcher, W. J., Aranbarri, J., Margaritelli, G., Lirer, F., e Magri, D. 2018. "Holocene Forest Dynamics in Central and Western Mediterranean: Periodicity, Spatio-Temporal Patterns and Climate Influence." *Scientific Reports* 8: 8929.
- Dinsmoor, W. B. 1941. *Observations on the Hephaisteion. Hesperia Supplement 5*. Princeton, NJ: American School of Classical Studies at Athens.

- Dinsmoor, W. B. 1950. *The Architecture of Ancient Greece: An Account of Its Historic Development*. 3rd ed. London: Batsford.
- Dobson, E. 1850. *A Rudimentary Treatise on the Manufacture of Brick and Tiles*, London: John Weale, 59, High Holborn.
- Dolci, E. 1988. "Marmora Lunensia: Quarrying Technology and Use." In Herz, N., e Waelkens, M. (a cura di), *Classical Marble: Geochemistry, Technology, Trade*, 77–92. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Drennan, M., e Kolb, M. J. 2019. Pharaonic power and architectural labor investment at the Karnak Temple Complex, Egypt. In McCurdy, L., e Abrams, E. M. (a cura di), *Architectural Energetics in Archaeology. Analytical Expansions and Global Explorations*: 56–75. London: Routledge.
- Duncan-Jones, R. 1982. *The Economy of the Roman Empire: Quantitative Studies*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dworakowska, A. 1975. *Quarries in Ancient Greece*. Wrocław: Ossolineum.
- ECAFE (Economic Commission for Asia and the Far East). 1957. *Manual Labor and Its More Effective Use in Competition with Machines for Earthwork in the ECAFE Region (United Nations E/CN. 11/conf. 3/L. I.)*, Manila. Economic Commission for Asia and the Far East.
- ECAFE (Economic Commission for Asia and the Far East). 1961. *Earthmoving by Manual Labor and Machines (Flood Control Series no. 17)*, Bangkok.
- Edmondson, C. N., e Wyatt Jr, W. F. 1984. "The Ceiling of the Hephaisteion." *American Journal of Archaeology* 88, no. 2: 135–167.
- Eich, A. 2022. "Political Economy and the Growth of Markets and Capital." In von Ren, S. (a cura di), *The Cambridge Companion to the Ancient Greek Economy*, 331–346. Cambridge: Cambridge University Press.
- Eiteljorg, H. e II. 1973. "The Greek Architect of the Fourth Century B.C.: Master Craftsman or Master Planner." PhD diss., University of Pennsylvania.
- Elsam, R. 1825, *The Practical Builder's Perpetual Price-Book: elucidating the principles of ascertaining the correct average value of the different artificer's works usually employed in building (London)*.
- Epstein, S. 2013. "Attic Building Accounts from Euthynae to Stelae." In Faraguna, M. (a cura di), *Archives and Archival Documents in Ancient Societies*, 127–141. Trieste.
- Erasmus, C. J. 1965. "Monument Building: Some Field Experiments," *Southwestern Journal of Anthropology* 21, 277–301.
- Esposito, A. 2013. "Ateliers de potiers et choix du lieu d'implantation en Grande-Grèce et en Sicile: bilan de la recherche." In Darcque, P., Étienne, R., e Guimier-Sorbets, A.-M. (a cura di), *Proasteion: Recherches sur le périurbain dans le monde grec*, 201–222. Travaux de la Maison René-Ginouvès 17. Paris: De Boccard.
- Fabrizius, E. 1882. "Die Skeuothek des Philon, das Zeughaus der attischen Marine in Zea." *Hermes* 17: 551–594.
- Fantasia, U. 1999. "Aree marginali nella Grecia antica: paludi e bonifiche." In Vera, D. (a cura di), *Demografia, sistemi agrari, regimi alimentari nel mondo antico*, 65–116. Bari.
- Faraguna, M. 1992. *Atene nell'età di Alessandro. Problemi politici, economici, finanziari*. Roma.

- Faraguna, M. 2010. "Il sistema degli appalti pubblici ad Atene nel IV sec. a.C." In *Symposion 2009, edited volume*, 129–148.
- Fascetti, S., Potenza, G., Candido, V., Castronuovo, D., Rosati, L., Perniola, M., Lovelli, S., Viggiani, R., e Marchione, V. 2015. "Evaluation of Native Grasses for Sustainable Turfgrass in the Bioclimatic Mediterranean Region." In Vastola, A. (a cura di), *The Sustainability of Agro-Food and Natural Resource Systems in the Mediterranean Basin*, 289–304. Cham: Springer International Publishing.
- Fathy, H. 1969. *Gourna: A Tale of Two Villages*. Giza, Egypt: Foreign Cultural Information Department.
- Fathy, H. 1970. *Construire avec le peuple*. Paris: Sindbad.
- Fathy, H. 1972. *The arab house in the urban setting: past, present and future*. London.
- Fathy, H. 1989 [1969]. *Gourna: A Tale of Two Villages, (prism Art Series 4), Foreign cultural Information Dept., Ministry of culture, Cairo*.
- Felici, E. 2020. "Dalla latomia al cantiere. Il trasporto nautico della pietra." In Felici, G. B., Felici, E., e Lanteri, L. (a cura di), *Produzioni antiche sulla costa sud orientale della Sicilia. Saggi di topografia antica litoranea*, 147–156. Bari: Edipuglia.
- Feyel, C. 2006. *Les artisans dans les sanctuaires grecs aux époques classique et hellénistique à travers la documentation financière en Grèce*. Athènes: École française d'Athènes.
- Feyel, C. 2007. "Le monde du travail à travers les comptes de construction des grands sanctuaires grecs." *Pallas* 74: 77–92.
- Finné, M., Bar-Matthews, M., Holmgren, K., Sundqvist, H. S., Liakopoulos, I., e Zhang, Q. 2014. "Speleothem Evidence for Late Holocene Climate Variability and Floods in Southern Greece." *Quaternary Research* 81, n. 2: 213–227.
- Fiorelli, G. 1873. *Gli scavi di Pompei dal 1861 al 1872*. Relazione al Ministro della Istruzione Pubblica, Napoli.
- Fitzjohn, M. 2013. "Bricks and mortar, grain and water: Tracing tasks and temporality in Archaic Sicily." *World Archaeology* 45: 624–641.
- Fitzsimons, R. D. 2007. *Architecture and Power in the Bronze Age Argolid* In Bretschneider, J., Driessen, J.M., e van Lerberghe, K. (a cura di), *Power and Architecture: Monumental Public Architecture in the Bronze Age East and Aegean*. Proceedings of the International Conference Power and Architecture organized by the Katholieke Universiteit Leuven, the Université Catholique de Louvain and the Westfälische WilhelmsUniversität Münster on the 21st and 22nd of November 2002, *Orientalia Lovaniensia Analecta* 156 (Leuven 2007) 93–115.
- Fitzsimons, R. D. 2011. Monumental architecture and the construction of the Mycenaean state. In Terrenato, N., e Haggis, D. C. (a cura di), *State Formation in Italy and Greece. Questioning the Neoevolutionist Paradigm*, Oxford, 75–118.
- Fitzsimons, R. D. 2017. *Architectural Energetics and Archaic Cretan Urbanisation*. In Rupp, D. W., e Tomlinson, J. E. (a cura di), *From Maple to Olive*. Proceedings of a Colloquium to Celebrate the 40th Anniversary of the Canadian Institute in Greece, Athens, 10–11 June 2016, *Publications of the Canadian Institute in Greece* 10 (Athens 2017) 345–383.
- Fitzsimons, R. D. 2020, Crossing Thresholds and Building States: Labor Investment, Tomb Construction, and Early State Formation in the Bronze Age Argolid". In *Reconstructing Scales of Production in the Ancient Greek World: Producers, Processes, Products, People*, 17–38. *Archaeology and Economy in the Ancient World: Proceedings of the 19th*

- International Congress of Classical Archaeology, Cologne Bonn. 2018. 8. Heidelberg: Propylaeum.
- Flament, C. 2007. *Une économie monétarisée: Athènes à l'époque classique (440–338)*. Contribution à l'étude du phénomène monétaire en Grèce ancienne. Louvain-Namur-Paris-Dudley.
- Fleury, P. 1993. *La mécanique de Vitruve*. Caen: Presses universitaires de Caen.
- Florenzano, A., e Mercuri, A. M. 2018. "Pollen Evidence and the Reconstruction of the Plant Landscape of the Pantanello Area from the 7th to the 1st Century BC." In Carter, J. C., e Swift, K. (a cura di), *The Chora of Metaponto 7: The Greek Sanctuary at Pantanello*, 435–446. Austin: University of Texas Press.
- Florenzano, A., Mercuri, A. M., e Carter, J. C. 2013. "Economy and Environment of the Greek Colonial System in Southern Italy: Pollen and NPPs Evidence of Grazing from the Rural Site of Fattoria Fabrizio (VI-IV Cent. BC; Metaponto, Basilicata)." *Annali di Botanica* 3: 173–181.
- Florenzano, A., Zerboni, A., Carter, J. C., Clò, E., Mariani, G. S., e Mercuri, A. M. 2022. "Environmental and Land Use Changes in a Mediterranean Landscape: Palynology and Geoarchaeology at Ancient Metapontum (Pantanello, Southern Italy)." *Quaternary International* 635: 105–124.
- Fontannaz, D. 2008. "L'entre-deux-mondes: Orphée et Eurydice sur une hydrie proto-italiote du sanctuaire de la source à Saturo." *Antike Kunst* 51: 41–72.
- Fontenrose, J. E. 1988. *Didyma: Apollo's Oracle, Cult, and Companions*. Berkeley: University of California Press.
- Forbes, H. 1989. *Meaning and Identity in a Greek Landscape: An Archaeological Ethnography*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Forbes, H. A., e Foxhall, L. 1982. "Sitometreia: The Role of Grain as a Staple Food in Classical Antiquity." *Chiron* 12: 41–90.
- Fotou, V. 2016. "Calculating the Manpower Requirements for the Construction of Neopalatial Buildings in Crete: Pitfalls, Challenges and Possibilities", *Αιγαιακές Σπουδές/Aegean Studies* 1: 57–81.
- Fowke, G. 1902. *Archaeological History of Ohio: The Mound Builders and Later Indians*. Ohio State Archaeological and Historical Society, Columbus, Ohio.
- Fried, M. N. 1967. *The Evolution of Political Society: An Essay in Political Anthropology*, New York: Random House.
- Gabrici, E. 1933. "Per la storia dell'architettura dorica in Sicilia." *Monumenti Antichi dei Lincei* 35: coll. 137–262.
- Gabrielsen, V. 2014. "The Piraeus and the Athenian Navy: Recent Archaeological and Historical Advances." *Proceedings of the Danish Institute at Athens* 7: 37–48.
- Gadaleta, G. 2012. "V. Provenienze e contesti." In *La ceramica a figure rosse della Magna Grecia e della Sicilia*, Luigi Todisco, vol. 2 (a cura di), 77–109. Roma: L'Erma di Bretschneider.
- Gallier, P. 1836. *Guide pratique pour faire soi-même métrés de tous les ouvrages de bâtiment*. Paris: A. Boussange.
- Gauthey, É. 1813. *Traité de la construction des ponts*. Paris: Chez l'auteur.
- Gauthey, É. 1832. *Traité de la construction des ponts*. 2^a ed. Paris: Carilian-Goeury.

- Gelin, M. 2010. "La terre au secours de la pierre: délais d'un chantier de construction hellénistique en briques crues à Doura-Europos sur l'Euphrate." In Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción II: Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias orientales*. Siena, Certosa di Pontignano, 13–15 de novembre de 2008, 437–453. Anejos de Archivo Español de Arqueología 57. Madrid-Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Germanò, G. 2024. "Marchi di cava e contrassegni di assemblaggio. Caratteri e prospettive di ricerca in Magna Grecia". In Malacrino, C., Di Cesare, R., e Quattrocchi, A. (a cura di), *Paradeigmata. Cantieri, tecniche e restauri nel mondo greco d'Occidente*, pp. 75–96. Roma: Scienze e Lettere.
- Gianfrotta, P. A. 2008. "Smeirides: depositi portuali, marmi di cava e navi." *Orizzonti: rassegna di archeologia* 9.
- Giangiulio, M. 2002. "I culti delle colonie achee d'Occidente. Strutture religiose e matrici metropolitane." In Greco, E. (a cura di), *Gli Achei e l'identità etnica degli Achei d'Occidente. Atti del Convegno Internazionale di Studi, Paestum*, 23–25 febbraio 2001, 283–313. Tekmeria 3. Paestum-Atene: Pandemos.
- Gill, D. W. J. 2001. "The Decision to Build the Temple of Athena Nike." *Historia* 50 (3): 257–278.
- Ginsburgh, V. A., e Throsby, D., (a cura di). 2006. *Handbook of the Economics of Art and Culture*. Amsterdam: Elsevier.
- Gioia, D., Bavusi, M., Di Leo, P., Giammatteo, T., e Schiattarella, M. 2020. "Geoarchaeology and Geomorphology of the Metaponto Area, Ionian Coastal Belt, Italy." *Journal of Maps* 16 (2): 117–125.
- Gomme, A. W. 1956. *A Historical Commentary on Thucydides. Vol. 2, The Ten Years' War: Books II-III*. Oxford: Clarendon Press.
- Grauel, A.-L., Goudeau, M.-L. S., de Lange, G. J., e Bernasconi, S. M. 2013. "Climate of the Past 2500 Years in the Gulf of Taranto, Central Mediterranean Sea: A High-Resolution Climate Reconstruction Based on $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ of Globigerinoides ruber (White)." *The Holocene* 23, n. 10: 1440–1446.
- Greco, E. A. 2002. "Sanctuaries of Magna Graecia and Sicily." In *Magna Graecia: Greek Art from South Italy and Sicily*, M. Bennett e A. J. Paul (a cura di), 98–119. Cleveland: The Cleveland Museum of Art.
- Greco, E. A. 2012. "Città greche di Magna Grecia e Sicilia: caratteri e strutture." In *Magna Grecia: città greche di Magna Grecia e Sicilia*, F. D'Andria, P. G. Guzzo e G. Tagliamonte (a cura di), 55–69. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana.
- Griffiths, S. J., Street-Perrott, F. A., Holmes, J. A., Leng, M. J., e Tzedakis, C. 2002. "Chemical and isotopic composition of modern water bodies in the Lake Kopais Basin, Central Greece: analogues for the interpretation of the lacustrine sedimentary sequence." *Sedimentary Geology* 148, nn. 1–2: 79–103.
- Griffo, P. 1937. *I capitelli della "Basilica" e del tempio di Demeter a Paestum*. Palermo.
- Gros, P. 1983. "Statut social et rôle culturel des architectes (période hellénistique et augustéenne)." In *Architecture et société de l'archaïsme grec à la fin de la République romaine*, 425–452. Rome: École française de Rome.
- Gros, P. 2006. Les illustrations du De architectura de Vitruve: histoire d'un malentendu. In *Vitruve et la tradition des traités d'architecture: fabrica et ratiocinatio*, Rome: École Française de Rome, pp. 363–388.

- Gruben, G. 1963. "Das archaische Didymaion." *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 78: 78–182.
- Gruben, G. 2001. *Griechische Tempel und Heiligtümer*. 5th ed. München: Hirmer.
- Gruppuso, P., e Whitehouse, A. 2020. Exploring Taskscape: an introduction. *Social Anthropology*, 28, no. 3, 588–597.
- Guarducci, M. 1967. *Epigrafia greca, I*. Roma.
- Gullini, G. 1985. "L'architettura." In *Sikanie. Storia e civiltà della Sicilia greca*, 442–467. Milano: UTET.
- Günther, W. 2001. "Spenden für Didyma. Zu einer Stiftung aus Naukratis." In Geus, K., e Zimmermann, K. (a cura di), *Punica – Lybica – Ptolemaica. Festschrift für Werner Huß*, 185–198. Leuven, Paris, and Sterling.
- Günther, W., e Prignitz, S. 2016. "Ein neuer Jahresbericht über Baumaßnahmen am Tempel des Apollon von Didyma." *Chiron* 46: 157–175.
- Guy, M. 1990. "La costa, la laguna e l'insediamento di Poseidonia-Paestum." In *Paestum e il territorio. Quaderno di documentazione*. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana.
- Gwilt, J. 1842. *An Encyclopaedia of Architecture: Historical, Theoretical, and Practical*. London: Longman, Brown, Green, and Longmans.
- Halstead, P. 1987. "Traditional and Ancient Rural Economy in Mediterranean Europe." *Journal of Hellenic Studies* 107: 58–63.
- Halstead, P. 2014. *Two Oxen Ahead: Pre-Mechanized Farming in the Mediterranean*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Hansen, E., Algreen-Ussing, G., e Frederiksen, R. 2017. "A Short-Cut to Delphi: Indications of a Vehicle Track from a Stone Quarry to the Sanctuary of Apollo at Delphi." *Proceedings of the Danish Institute at Athens* 8: 208–264.
- Hansen, M. H. 2006. *The Shotgun Method: The Demography of the Ancient Greek City-State Culture*. Columbia, MO: University of Missouri Press.
- Hansen, M. H. 2011. "How to convert an army figure into a population figure." *Greek, Roman, and Byzantine Studies* 51: 239–253.
- Haselberger, L. 1985. "The Construction Plans for the Temple of Apollo at Didyma." *Scientific American* 253 (6): 126–132.
- Haselberger, L. 1996. "Eine »Krepis von 200 Fuß gestreckter Länge«. Bauarbeiten am jüngeren Apollotempel von Didyma nach der Urkunde Nr. 42." *Istanbuler Mitteilungen* 46: 153–178.
- Hansen, M. H. 1997. "Emporion: A Study of the Use and Meaning of the Term in the Archaic and Classical Periods." In Nielsen, T. H. (a cura di), *Yet More Studies in the Ancient Greek Polis: Papers from the Copenhagen Polis Centre* 4, 83–105. *Historia Einzelschriften* 117. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Hayward, C. 2013. "Corinthian stone exploitation and the interpretation of inscribed building accounts". In Kissas, K., e Niemeier, W. D. (a cura di), *The Corinthia and the Northeast Peloponnese. Topography and History from Prehistoric Times until the End of Antiquity*, Munich, Hirmer, pp. 63–78.
- Heiden, J. 1996. "L'architettura arcaica." In Lattanzi, E., Iannelli, M. T., Luppino, S., Sabbione, C., e Spadea, R. (a cura di), *I Greci in Occidente. Santuari della Magna Grecia in Calabria*, 184–186. Napoli: Electa.

- Heizer, R. F. 1966. "Ancient Heavy Transport Methods and Achievements." *Science* 153 (3738): 821–830.
- Hellmann, M.-C. 1992. *Recherches sur le vocabulaire de l'architecture grecque, d'après les inscriptions de Délos*. Paris: École française d'Athènes.
- Hellmann, M.-C. 1994. "Les signatures d'architectes en langue grecque: essai de mise au point." *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik* 104: 151–178.
- Hellmann, M.-C. 1999. *Choix d'inscriptions architecturales grecques traduites et commentées*. Lyon: Maison de l'Orient méditerranéen.
- Hellmann, M.-C. 2002. *L'architecture grecque. 1: Les principes de la construction*. Paris: Éditions A. & J. Picard.
- Helly, B. 1997. Arithmétique et histoire: L'organisation militaire et politique des ioniens en Achaïe à l'époque archaïque. In *Topoi* 7.1, pp. 207–262.
- Hesberg, H. von. 2015. "Greek and Roman Architects." In Marconi, C. (a cura di), *The Oxford Handbook of Greek and Roman Art and Architecture*, 136–151. Oxford Handbooks. New York: Oxford University Press.
- Hodgson, F. T. 1904, *Hodgson's Estimator And Contractor's Guide for Pricing Builder's Work*. Chicago: Drake.
- Hoepfner, W. 1976. *Das Pompeion und seine Nachfolgerbauten. Kerameikos Ergebnisse der Ausgrabungen* 10. Berlin.
- Hoepfner, W., e Schwandner, E.-L., a cura di. 1994. *Haus und Stadt im klassischen Griechenland: Wohnen in der klassischen Polis I. 2nd ed*. München: Deutscher Kunstverlag.
- Hollenback, G. 2018. The Problems in the Vitruvian Hodometer Revisited. *Arctos* 52: 95–98.
- Holloway, R. R. 1969. "Architect and Engineer in Archaic Greece." *Harvard Studies in Classical Philology* 73: 281–290.
- Humboldt, A. von. 1816. *Vues des Cordillères et monuments des peuples indigènes de l'Amérique*. Paris: N. Maze.
- Hurst, J. T. 1865. *A Hand-Book of Formulae, Tables, and Memoranda for Architectural Surveyors. 2a ed*. London: E. & F. N. Spon.
- Hurwit, J. M. 2004. *The Acropolis in the Age of Pericles*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hyppönen, P. 2015. $4\pi = 12.5?$ – The Problems in the Vitruvian Hodometer. *Arctos: Acta Philologica Fennica* 48: 185–204.
- Iannelli, M. T., e Rizzi, S. 1985. "Kaulonia: indagini e ipotesi sull'impianto urbano di età ellenistica alla luce delle più recenti campagne di scavo." *Rivista Storica Calabrese*, n. s., 6: 281–316.
- Inglese, C. 2014. *Progetti sulla pietra*. Roma: Gangemi.
- Ingold, T. 1993. "The temporality of the landscape", *World Archaeology* 25: 152–74.
- Ingold, T. 2000. *The perception of the environment: essays in livelihood, dwelling and skill*. London: Routledge.
- International Labour Office. 1963. *Men who move mountains*. An account of a research project concerned with manual methods of earthmoving.
- Jeppesen, K. 1958. *Paradeigmata: Three Mid-Fourth Century Main Works of Hellenic Architecture Reconsidered*. Aarhus.

- Jones, M. W. 2000. *Principles of Roman Architecture*. New Haven e London: Yale University Press.
- Jordan, H. 1876. “Steinmetzzeichen auf der servianischen Wallmauer”, *Hermes* 10, pp. 461–464.
- Kalpaxis, T. E. 1986. *Hemiteles*. Akzidentelle Unfertigkeit und “Bossen-Stil” in der griechischen Baukunst. Mainz am Rhein.
- Kanellopoulos, C., e Partida, E. 2021. “The Temple of Zeus at Lebadea: The Architecture and the Semantics of a Colossus.” *Opuscula. Annual of the Swedish Institutes at Athens and Rome* 14: 363–394.
- Kaner, E. 2022. “Arkeolojide 'Yeni' Bir Yöntem: Mimari Enerji.” *TARE: Türk Arkeoloji ve Kültürel Miras Enstitüsü Dergisi*, no. 2: 173–198. <https://doi.org/10.54930/TARE.2022.5693>.
- Kaplan, D. 1963. “Men, monuments, and political systems.” *Southwestern Journal of Anthropology* 19: 397–407.
- Killen, J. T. 1999. “Mycenaean o-pa.” In Deger-Jalkotzy, S., Hiller, S., e Panagl, O. (a cura di), *Florent Studia Mycenaea: Akten des X. Internationalen Mykenologischen Colloquiums in Salzburg vom 1.–5. Mai 1995*, vol. 2, 325–341. Veröffentlichungen der Mykenischen Kommission 18. Vienna: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Killen, J. T. 2006. “Conscription and Corvée at Mycenaean Pylos.” In Perna, M. (a cura di), *Fiscality in Mycenaean and Near Eastern Archives*, 73–87. Napoli.
- Killen, J. T. 2008. “Mycenaean Economy and Administration.” In *Economy and Administration in Mycenaean Greece: Collected Papers on Linear B*, 175–190. Rome: Istituto di Studi sul Mediterraneo Antico.
- Kim, N. C., e J. Heo. 2019. “Built Environments and Social Organizations: A Comparative View from Asia.” In McCurdy, L., e Abrams, E. M. (a cura di), *Architectural Energetics in Archaeology: Analytical Expansions and Global Explorations*, 26–55. London: Routledge.
- Klapisch-Zuber, C. 1969. *Les maîtres du marbre: Carrare, 1300–1600*. Paris: S. E. V. P. E. N.
- Knoepfler, D. 2001. “Le contrat d'Érétrie en Eubée pour le drainage de l'étang de Ptéchai.” In Briant, P. (a cura di), *Irrigation et drainage dans l'Antiquité*, 41–79. Paris.
- Kolb, M. J., Kirk, S. D., e Balco, W. M. 2019. “Labor Mobilization and Medieval Castle Construction at Salemi, Western Sicily.” In McCurdy, L., e Abrams, E. M. (a cura di), *Architectural Energetics in Archaeology: Analytical Expansions and Global Explorations*, 114–137. London: Routledge.
- Koldewey, R., e Puchstein, O. 1899. *Die griechischen Tempel in Unteritalien und Sicilien*. Berlin: A. Asher.
- Korres, M. 1994. *From Pentelicon to the Parthenon*. Athens: Melissa.
- Korres, M. 1995. *From Pentelicon to the Parthenon*. Athens: Melissa.
- Kosse, K. 1990. “Group Size and Societal Complexity: Thresholds in the Long-Term Memory.” *Journal of Anthropological Archaeology* 9: 275–303.
- Koster, H. A. 1977. *The Social System and Culture of Modern Greek Rural Communities*. Athens: National Centre of Social Research.

- Kozelj, T. 1988. Extraction of Blocks in *Antiquity*: Special Methods of Analysis. In Herz, N., e Waelkens, M. (a cura di), *Classical Marble: Geochemistry, Technology, Trade. NATO ASI Series, vol 153*, 31–39. Springer, Dordrecht.
- Krauss, F. 1941. *Paestum. Die griechischen Tempel*. Berlin: Gebr. Mann.
- Kron, G. 2011. “The Distribution of Wealth at Athens in Comparative Perspective.” *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik* 179: 129–138.
- Kyrieleis, H. 1981. *Führer durch das Heraion von Samos*. Athen: Krene.
- Lambert, S. D., e Morgan, J. D. 2016. “The Last Erechtheion Building Accounts.” *AIO Papers* 7.
- Lancaster, J. 2019. *To house and defend: The application of architectural energetics to southeast Archaic Greek Sicily*. In McCurdy, L. e Abrams, E. M (a cura di). 2019. *Architectural Energetics in Archaeology: Analytical Expansions and Global Explorations*, 95–113. London: Routledge.
- Lancaster, J. 2021. *Virtually Reconstructing the Past: Estimating Labour Costs through Digital Technologies*. *Studia Archaeologica* 247. Rome: “L’Erma” di Bretschneider.
- Langley, B. 1749. *The London prices of bricklayers materials and works*. London.
- Lattanzi, E., Iannelli, M. T., Luppino, S., Sabbione, C., e Spadea, R., (a cura di). 1996. *I Greci in Occidente. Santuari della Magna Grecia in Calabria*. Napoli: Electa.
- Lawrence, A. W. 1996. *Greek Architecture*. 5th ed. Revised by R. A. Tomlinson. New Haven and London: Yale University Press.
- Lazzarini, L., (a cura di). 2010. *Il tempio di Hera (Tavole Palatine) di Metaponto: Archeologia, archeometria, conservazione*. Pisa–Roma: Fabrizio Serra Editore.
- Lefebvre, H. 1992. *Éléments de rythmanalyse*. Paris: Syllepse.
- Lentini, M. C. 2013. “Fours et quartiers de potiers à Naxos de Sicile (VIIe–Ve siècle av. J.-C.).” In Esposito, A., e Sanidas, G. M. (a cura di), « *Quartiers* » artisanaux en Grèce ancienne: une perspective méditerranéenne, 281–300. Villeneuve d’Ascq: Presses universitaires du Septentrion.
- Lejoste, L. 1849. *Guide des architectes, vérificateurs, entrepreneurs et de toutes les personnes qui font bâtir*. 2^a ed. Paris: Librairie d'Auguste Morel et Cie.
- Lepore, M. M. 2005. “Tecnologie solari in architettura e urbanistica nella storia.” In *Teoria e pratica del costruire: saperi, strumenti, modelli. Esperienze didattiche e di ricerca a confronto*, vol. 4, 1569–1577. Bologna: Edizioni Moderna.
- Lepore, L. 2010. “Gli scavi In località S. Marco nord-est: dall'oikos arcaico alla sistemazione ellenistica.” In Lepore, L., e Turi, P. (a cura di), *Caulonia tra Crotone e Locri*, 81–113. Firenze: Firenze University Press.
- Leroi Gourhan, A. 1943–45. *Le Geste et la Parole*, 2 vols. Paris.
- Lichtenberger, A. e R. Raja (2021). *The Archaeology of Seasonality*. Turnhout: Brepols.
- Lippolis, E. 1982. “Le testimonianze del culto in Taranto greca.” *Taras* 2, no. 1–2: 81–135.
- Lippolis, E. 1995. “La documentazione archeologica.” In *Taranto, by Enzo Lippolis, Sebastiana Garraffo, and Massimo Nafissi*, 30–129. Taranto.
- Lippolis, E., Livadiotti, M., e Rocco, G. 2007. *Architettura greca. Storia e monumenti del mondo della polis dalle origini al V secolo*. Milano: Bruno Mondadori.
- Lo Porto, F. G. 1981. “Ricerche e scoperte nell'Heraion di Metaponto.” *Xenia* 1: 24–44.

- Loader, N. C. 1998. *Building in Cyclopean Masonry*. With Special Reference to Mycenaean Fortifications on Mainland Greece. (SIMA Pocket Book 148), Gothenburg.
- Lohmann, H. 1997. "Survey in der Chora von Milet. Vorbericht über die Kampagnen der Jahre 1994 und 1995." *Archäologischer Anzeiger* (1997).
- Lohmann, H. 1999. "Survey in der Chora von Milet: Vorbericht über die Kampagnen der Jahre 1996 und 1997." *Archäologischer Anzeiger* (1999).
- Loomis, W. T. 1998. *Wages, Welfare Costs and Inflation in Classical Athens*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Lorimer, H. L. 1903. "The Country Cart of Ancient Greece." *The Journal of Hellenic Studies* 23: 132–151.
- Luberto, M. R. 2023. "Aree sacre e quartieri artigianali In Magna Grecia: le colonie achee." In de Cazanove, O., Esposito, A., Monteix, N., e Pollini, A. (a cura di), *Travailler à l'ombre du temple. Activités de production et lieux de culte dans le monde antique*, 173–195. Naples: Centre Jean Bérard.
- Lucas, A. 1962. *Ancient Egyptian Materials and Industries*. 4th ed., revised and enlarged by J. R. Harris. London: Edward Arnold.
- Lucas, G. 2008. *The Archaeology of Time*. London: Routledge.
- Lucas, G. 2012. *Understanding the Archaeological Record*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lugli, G. 1957. *La tecnica edilizia romana*, Roma.
- Luppino, S. 1996. "I santuari dispersi." In Lattanzi, E., Iannelli, M. T., Luppino, S., Sabbione, C., e Spadea, R. (a cura di), *I Greci in Occidente. Santuari della Magna Grecia in Calabria*, 221–224. Napoli: Electa.
- Maier, F. G. 1961. *Griechische Mauerbauinschriften*. Vol. 2. Heidelberg: Winter.
- Malacrino, C. G. 2010. *Constructing the Ancient World: Architectural Techniques of the Greeks and Romans*. Los Angeles: Getty Publications.
- Malavolta, M. 2005. *Cultura scientifica degli antichi*. Roma: Università di Roma Tor Vergata.
- Malkin, I. 1996. *Territorial Domination and the Greek Sanctuary*. In Hellström, P. (a cura di), *Religion and Power in the Ancient Greek World*, Boreas 24 (Uppsala 1996) 75–81.
- Mallwitz, A. 1972. *Olympia und seine Bauten*. München: Prestel.
- Mallwitz, A., e Schiering, W. 1964. *Die Werkzeichnungen des Zeus-Tempels von Olympia*. Berlin: de Gruyter.
- Mansuelli, G. A. 1980. "Aspetti della programmazione architettonica provinciale nel carteggio bitinico di C. Plinio Cecilio Secondo." In *Φιλίας χάριν. Miscellanea di studi classici in onore di Eugenio Manni*, vol. 4, 1377–1385. Roma.
- Mar, R., e Pensabene, P. 2010. "Finanziamento dell'edilizia pubblica e calcolo dei costi dei materiali lapidei: il caso del Foro Superiore di Tarraco." In Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción II: Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias orientales*. Siena, Certosa di Pontignano, 13–15 de noviembre de 2008, 509–537. Anejos de Archivo Español de Arqueología 57. Madrid-Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Marano, Y. A. 2014. "Le cave di marmo nella tarda antichità: aspetti organizzativi e produttivi." In Bonetto, J., Camporeale, S., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción IV: Las canteras en el mundo antiguo: sistemas de explotación y procesos*

- productivos. Actas del congreso de Padova*, 22–24 de noviembre de 2012, 413–427.
Anejos de Archivo Español de Arqueología 69. Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Marconi, C. 1997. “I Titani e Zeus Olimpico. Sugli Atlanti dell'Olympieion di Agrigento.” *Prospettiva* 87–88: 2–13.
- Marconi, C. 2007. *Temple Decoration and Cultural Identity in the Archaic Greek World: The Metopes of Selinus*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Marconi, P. 1929. *Agrigento. Topografia e arte*. Firenze.
- Marginesu, G. 2010. *Gli epistati dell'Acropoli: edilizia sacra nella città di Pericle, 447/6–433/2 a.C.* Atene-Paestum: Pandemos.
- Marginesu, G. 2013. “Architetti, scrittura e retorica nell'Atene classica.” *Annuario della Scuola Archeologica di Atene e delle Missioni Italiane in Oriente* 91, serie 3, 13: 61–76.
- Marginesu, G. 2014. “Compiuto, incompiuto e interrotto nell'edilizia ateniese di età classica: note epigrafiche.” *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik* 191: 129–139.
- Marginesu, G. 2015a. “L'architetto nella Grecia arcaica e classica. Note sugli aspetti scrittori.” In Inglese, A. (a cura di), *Epigrammata 3. Saper scrivere nel Mediterraneo antico. Esiti di scrittura fra VI e IV secolo. In ricordo di Mario Luni. Atti del Convegno di Roma, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, 7–8 novembre 2014*, 81–94. Tivoli (Roma): Tored.
- Marginesu, G. 2015b. “L'edilizia ai tempi della guerra. Interruzione e abbandono dei cantieri in età classica.” *Annuario della Scuola Archeologica di Atene e delle Missioni Italiane in Oriente* 93: 25–37.
- Marginesu, G. 2017. “Il sistema acrofonico e la notazione delle somme di denaro nei rendiconti ateniesi del V secolo a.C.” In Inglese, A. (a cura di), *Epigrammata IV. L'uso dei numeri greci nelle iscrizioni. Atti del convegno di Roma, 16–17 dicembre 2016*, 117–130. Tivoli (Roma): Edizioni Tored.
- Marginesu, G. 2019. “I costi dell'edilizia nel mondo greco.” In Marginesu, G. (a cura di), *Studi sull'economia delle technai in Grecia dall'età arcaica all'ellenismo*, 13–26. *Annuario della Scuola Archeologica di Atene e delle Missioni Italiane in Oriente*, Supplemento 2. Athens: Scuola Archeologica Italiana di Atene.
- Marginesu, G. 2020. *Il costo del Partenone: Appalti e affari dell'arte greca*. Rome: Salerno Editrice.
- Marginesu, G. 2020b. “Note sui fattori di rischio nei cantieri edilizi d'età classica.” *Annuario della Scuola Archeologica di Atene e delle Missioni Italiane in Oriente* 98: 217–236.
- Marginesu, G. 2020. “Rendiconti delle opere e promozione sociale. Il caso di Euthydomos di Melite.” *Historika* 10: 45–56.
- Marginesu, G. 2022. “Rationes dei magistrati e monumenti epigrafici ateniesi d'età classica. Alcune osservazioni.” *Aristonothos* 18: 93–114.
- Marginesu, G. 2023. “Retribuzione, alimentazione e qualità della vita nei cantieri dei santuari greci in età classica. Una nota.” *Aristonothos* 19: 237–262.
- Mark, I. S. 1993. *The Sanctuary of Athena Nike in Athens: Architectural Stages and Chronology*. *Hesperia* Supplement 26; AIA Monograph, New Series 2. Princeton, NJ: American School of Classical Studies at Athens.
- Martin, R. 1965. *Manuel d'architecture grecque. Vol. 1, Matériaux et techniques*. Paris: Éditions A. & J. Picard.

- Martin, R. 1973. "Aspects financiers et sociaux des programmes de construction dans les villes grecques de Grande Grèce et de Sicile." In *Economia e società nella Magna Grecia: Atti del Dodicesimo Convegno di Studi sulla Magna Grecia, Taranto 8–14 ottobre 1972*, 185–206. Naples: Arte Tipografica.
- Martin, R. 1987. "Aspects financiers et sociaux des programmes de construction dans les villes grecques de Grande-Grèce et de Sicile." In Pouilloux, J., e Vallet, G. (a cura di), *Architecture et urbanisme*, 533–547. Rome: École française de Rome.
- Martin, R. 2008. *Manuel d'architecture grecque. Vol. 1, Matériaux et techniques*. Paris: Picard.
- Martini, R. 1997. *Lavori pubblici e appalto nella Grecia antica*. Napoli: Jovene.
- Marzullo, B. 2005. "La nascita dell'architetto in Grecia." *Quaderni Urbinati di Cultura Classica* 79: 101–123.
- Maschek, D. 2016. "Quantifying Monumentality in a Time of Crisis: Building Materials, Labour Force, and Building Costs in Late Republican Central Italy." In *Arqueología de la construcción V: Man-made Materials, Engineering and Infrastructure. Proceedings of the 5th International Workshop on the Archaeology of Roman Construction, Oxford, April 11–12, 2015*, J. DeLaine, S. Camporeale e A. Pizzo (a cura di), 317–329. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Maschek, D. 2020. "Assessing the economic impact of building projects In the Roman world: the case of late Republican Italy." In Courault, C., e Márquez, C. (a cura di), *Quantitative Studies and Production Cost of Roman Public Construction*, 45–67. Córdoba: Universidad de Córdoba, UCO Press.
- Mastronuzzi, G., Antonioli, F., Anzidei, M., Auriemma, R., Alfonso, C., e Scarano, T. 2017. "Evidence of Relative Sea Level Rise along the Coasts of Central Apulia (Italy) during the Late Holocene via Maritime Archaeological Indicators." *Quaternary International* 439: 65–78.
- Mathé, V. 2023. "Construire dans un espace culturel en Grèce classique et hellénistique: aspects socio-économiques et pratiques." In Olivier de Cazanove, Arianna Esposito, Nicolas Monteix, and Airton Pollini, eds., *Travailler à l'ombre du temple. Activités de production et lieux de culte dans le monde antique*, 49–64. Naples: Centre Jean Bérard.
- Matthews, K. J., Moens, L., Walker, S., Waelkens, M., e De Paepe, P. 1992. "The Re-evaluation of Stable Isotope Data for Pentelic Marble." In Waelkens, M., Herz, N., e Moens, L. (a cura di), *Ancient Stones: Quarrying, Trade and Provenance*, 203–212. Leuven: Leuven University Press.
- Mattingly, H. B. 2000. "The Athena Nike Dossier, IG I³ 35/36 and 64 A-B." *Classical Quarterly* 50 (2): 604–606.
- McCurdy, L., e Abrams, E. M.,(a cura di). 2019. *Architectural Energetics in Archaeology: Analytical Expansions and Global Explorations*. London: Routledge.
- McCurdy, L. 2019. "Peopling Monuments: Virtual Energetics and Labor Impact Analysis of Monumental Construction at Xunantunich, Belize." In *Architectural Energetics in Archaeology: Analytical Expansions and Global Explorations*, L. McCurdy e E. M. Abrams (a cura di), 205–234. London: Routledge.
- McEnroe, J. C. 2010: *The Architecture of Minoan Crete: Constructing Identity in the Aegean Bronze Age* (Austin).
- McGovern, P. E., Notis, M. D., e Kingery, W. D.,(a cura di). 1989. *Cross-Craft and Cross-Cultural Interactions in Ceramics*. Ceramics and Civilization 4. Westerville, OH: American Ceramic Society.

- McGuire, R. H. 1983. "Breaking Down Cultural Complexity: Inequality and Heterogeneity." *Advances in Archaeological Method and Theory*, 6, 91–142.
- McHugh, M. 2019. "Going the Extra Mile: Travel, Time and Distance in Classical Attica." *The Annual of the British School at Athens* 114: 207–240.
- Meier, L. 2012. *Die Finanzierung öffentlicher Bauten in der hellenistischen Polis*. Göttingen.
- Meiggs, R. 1982. *Trees and Timber in the Ancient Mediterranean World*. Oxford: Clarendon Press.
- Mele, A. 2002. "Gli Achei da Omero all'età arcaica." In Greco, E. (a cura di), *Gli Achei e l'identità etnica degli Achei d'Occidente. Atti del Convegno Internazionale di Studi, Paestum*, 23–25 febbraio 2001, 67–93. Tekmeria 3. Paestum-Atene: Pandemos.
- Meneghini, R., e Bianchi, E. 2010. "Il cantiere costruttivo del Foro di Nerva." In Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción II: Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias orientales. Siena, Certosa di Pontignano*, 13–15 de noviembre de 2008, 71–79. Anejos de Archivo Español de Arqueología 57. Madrid-Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Mertens-Horn, M. 1992. "Die archaischen Baufriese aus Metapont." *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Römische Abteilung* 99: 1–122.
- Mertens, D. 1974. "L'architettura." In *Metaponto. Atti del XIII Convegno di Studi sulla Magna Grecia (Taranto, 14–19 ottobre 1973)*, 187–235. Napoli.
- Mertens, D. 1976. "Zur archaischen Architektur der achaischen Kolonien In Unteritalien." In Jantzen, U. (a cura di), *Neue Forschungen in griechischen Heiligtümern*, 167–196. Tübingen: Wasmuth.
- Mertens, D. 1984. *Der Tempel von Segesta und die dorische Tempelbaukunst des griechischen Westens in klassischer Zeit. Sonderschriften 6*. Mainz am Rhein: von Zabern.
- Mertens, D. 1990. "I templi greci di Paestum." In Zevi, F. (a cura di), *Paestum*, 81–101. Napoli: Banco di Napoli.
- Mertens, D. 1993. *Der alte Heratempel in Paestum und die archaische Baukunst in Unteritalien*. Mainz am Rhein: Philipp von Zabern.
- Mertens, D. 1993 [1994]. "Note preliminari sull'architettura arcaica di Sibari." In *Sibari e la Sibaritide. Atti del XXXII Convegno di Studi sulla Magna Grecia (Taranto-Sibari, 7–12 ottobre 1992)*, 561–570. Taranto.
- Mertens, D. 1984 [1986]. "I santuari di Capo Colonna e Crimisa. Aspetti dell'architettura crotoniate." In *Crotone. Atti del XXIII Convegno di Studi sulla Magna Grecia (Taranto, 7–10 ottobre 1983)*, 189–230. Taranto.
- Mertens, D. 1996. "L'architettura del mondo greco d'Occidente." In Pugliese Carratelli, G. (a cura di), *I Greci in Occidente*, 315–346. Milano: Bompiani.
- Mertens, D. 2001. "L'architettura." In De Siena, A. (a cura di), *Metaponto. Archeologia di una colonia greca*, 53–54. Taranto.
- Mertens, D. 2002a. "L'architettura delle colonie achee d'Occidente." In Greco, E. (a cura di), *Gli Achei e l'identità etnica degli Achei d'Occidente. Atti del Convegno Internazionale di Studi, Paestum*, 23–25 febbraio 2001, 315–322. Tekmeria 3. Paestum-Atene: Pandemos.
- Mertens, D. 2002b. "Taranto. L'architettura. Un aggiornamento." In *Taranto e il Mediterraneo. Atti del XLI Convegno di Studi sulla Magna Grecia (Taranto, 12–16 ottobre 2001)*, 331–342. Taranto.

- Mertens, D. 2006. *Città e monumenti dei Greci d'Occidente: dalla colonizzazione alla crisi di fine V secolo a.C.* Roma: L'Erma di Bretschneider.
- Mertens, D. 2010. "Metaponto, Tavole Palatine: analisi formale e inquadramento storico-architettonico". In Lazzarini, L. (a cura di). 2010. *Il tempio di Hera (Tavole Palatine) di Metaponto: Archeologia, archeometria, conservazione.* Pisa–Roma: Fabrizio Serra Editore.
- Mertens, D. 2017–2018. "Provocatorie novità dal tempio di Nettuno a Paestum." *Rendiconti della Pontificia Accademia Romana di Archeologia* 90: 175–220.
- Mertens, D. 2019. "Provocatorie novità dal tempio di Nettuno di Paestum." *Atti della Pontificia Accademia Romana di Archeologia. Rendiconti* 90 (2017–2018): 175–220.
- Mertens, D., Adamesteanu, D., e De Siena, A. 1975. "Metaponto. Santuario di Apollo, tempio D (tempio ionico): Rapporto preliminare." *Bollettino d'Arte* 60: 26–49.
- Migeotte, L. 2014. *Les finances des cités grecques aux périodes classique et hellénistique.* Paris.
- Migeotte, L. 2015. "La planification des dépenses publiques dans les cités hellénistiques." In *Économie et finances publiques des cités grecques, vol. 2*, 59–74. Lyon.
- Miles, M. M. 2014. "Burnt Temples In the Landscape of the Past." In Ker, J., e Pieper, J. (a cura di), *Valuing the Past in the Greco-Roman World*, 111–145. Leiden and Boston.
- Ministry of Irrigation e Power. 1965. *Report of the Rates and Costs Committee, Part II: Schedule of Rates and Quantities for Civil Engineering Works.* New Delhi: Government of India Press.
- Moens, L., De Paepe, P., e Waelkens, M. 1992. "Multidisciplinary Research and Cooperation: Keys to a Successful Provenance Determination of White Marble." In Waelkens, M., Herz, N., e Moens, L. (a cura di), *Ancient Stones: Quarrying, Trade and Provenance*, 247–254. Leuven: Leuven University Press.
- Momigliano, A. 1975. *Alien Wisdom: The Limits of Hellenization.* Cambridge.
- Montecchi, B. 2010. *Edifici e maestranze edili in età micenea.* PhD diss., Università degli Studi di Firenze.
- Montecchi, B. 2011. "Allotments of HORD and VIN to Carpenters (te-ka-ta-si) at Thebes (TH Fq 247, Gp 112, 114, 147, 175)." *Studi Micenei ed Egeo-Anatolici* 53: 171–187.
- Montecchi, B. 2013. *Luoghi per lavorare, pregare, morire: Edifici e maestranze edili negli interessi delle élites micenee.* Firenze: Firenze University Press.
- Morakis, A. 2022. "The Introduction of Coinage in Southern Italy: Sybaris and Metapontium." *Journal of Ancient History* 10, no. 1: 35–67.
- Morgan, C. 2002. "Ethnicity: The Example of Achaia." In Greco, E. (a cura di), *Gli Achei e l'identità etnica degli Achei d'Occidente. Atti del Convegno Internazionale di Studi*, 95–116. Paestum: Pandemos.
- Morgan, C. 2003. *Early Greek States Beyond the Polis.* London: Routledge.
- Morgan, L. H. 1881, *Houses and HouseLife among the American Aborigine.* Washington: Government Printing Office.
- Morisot, J. 1820–1824. *Tableaux détaillés des prix de tous les ouvrages de bâtiment, divisés suivant les différentes espèce.* Paris: Carilian-Goeury.
- Morris, E., Charlot, J., e Morris, A. 1931. *The Temple of the Warriors, Chichen Itza, Yucatan* (2 vols.). Carnegie Institution of Washington Publication 406.

- Murakami, T. 2019. "Towards a Multiscalar Comparative Approach to Power Relations: Political Dimensions of Urban Construction at Teotihuacan and Copan." In McCurdy, L., e Abrams, E. M. (a cura di), *Architectural Energetics in Archaeology: Analytical Expansions and Global Explorations*, 265–288. London: Routledge.
- Nakassis, D. 2013. *Individuals and Society in Mycenaean Pylos*. Leiden: Brill.
- Napoli, M. 1972. *Guida agli scavi di Velia*. Cava de' Tirreni: Di Mauro Editore.
- Ober, J. 2015. *The Rise and Fall of Classical Greece*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Oleson, J. P. 2011. "Harena sine calce: Building Disasters, Incompetent Architects, and Construction Fraud In Ancient Rome." In *Building Roma Aeterna*, Å. Ringbom e R. L. Hohlfelder (a cura di), 9–27. Helsinki.
- Osanna, M. 1992. *Chorai coloniali da Taranto a Locri: documentazione archeologica e ricostruzione storica*. Roma: L'Erma di Bretschneider.
- Osanna, M. 2002. "Da Aigialos ad Achaia: sui culti più antichi della madrepatria delle colonie achee di Occidente." In Greco, E. (a cura di), *Gli Achei e l'identità etnica degli Achei d'Occidente. Atti del Convegno Internazionale di Studi, Paestum, 23–25 febbraio 2001*, 271–282. Tekmeria 3. Paestum-Atene: Pandemos.
- Osborne, J. F. 2014. Monuments and monumentality. In Osborne, J. F. (a cura di), *Approaching Monumentality in Archaeology*, 1–19. Albany.
- Osborne, R., e Rhodes, P. J., (a cura di). 2017. *Greek Historical Inscriptions, 478–404 BC*. Oxford: Oxford University Press.
- Paga, J., e Miles, M. M. 2016. "The Archaic Temple of Poseidon at Sounion." *Hesperia* 85: 657–710.
- Pagano, M., et al. 2020. *Studio sul patrimonio monumentale di Paestum, con cronologia dei templi di Hera I, Hera II e Athena*, pp. 10–11.
- PAGES 2k Consortium. 2017. "A Global Multiproxy Database for Temperature Reconstructions of the Common Era." *Scientific Data* 4: 170088. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.88>.
- Pain, W. 1774, *The Builders' Price-Book*. London: I. Taylor.
- Pakkanen, J. 2006. "The Erechtheion Construction Work Inventory (IG I3 474) and the Dörpfeld Temple." *American Journal of Archaeology* 110: 275–281.
- Pakkanen, J. 2009. Documentation and computer reconstruction strategies in the study of architecture at the sanctuary of Poseidon at Kalaureia, Greece. In Beomer, W., e Uhlirz, S. (a cura di), *Workshop 13: Archeologie und Computer. Kulturelles Erbe und Neue Technologien* 03–05. 11. 2008, 1–10. Vienna.
- Pakkanen, J. 2013. "The Economics of Shipshed Complexes: Zea, a Case Study." In Blackman, D., Rankov, B., Baika, K., Gerding, H., e Pakkanen, J. (a cura di), *Shipheds of the Ancient Mediterranean*, 55–75. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pakkanen, J. 2018. Threedimensional Documentation of Architecture and Archaeology in the Field: Combining Intensive Total Station Drawing and Photogrammetry. In Brysbaert, A., Klinkenberg, V., Gutiérrez GarcíaM., A., e Vikatou, I. (a cura di), *Constructing Monuments, Perceiving Monumentality and the Economics of Building: Theoretical and Methodological Approaches to the Built Environment*: 117–140. Leiden: Sidestone Press.
- Pakkanen, J. 2023. "Building Accounts, Monumental Construction Projects, and Labour Rates In the Classical and Hellenistic Periods." In Barker, S. J., Courault, C., Domingo, J. Á., e

- Maschek, D. (a cura di), *From Concept to Monument: Time and Costs of Construction in the Ancient World. Papers in Honour of Janet DeLaine*, 266–285. Oxford: Archaeopress Publishing Ltd.
- Palmer, R. 1976. “A method of transcribing archaeological sites from oblique aerial photographs,” *Journal of Archaeological Science*, 3, 391–394.
- Panessa, G. 1981. “Oscillazioni e stabilità del clima nella Grecia antica.” *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa* 11 (1): 85–112.
- Papastamati-von Moock, C. 2014. “The Theatre of Dionysos Eleuthereus at Athens: New Data and Observations on its 'Lykurgan' Phase.” In Csapo, E., Goette, H. R., Green, J. R., e Wilson, P. (a cura di), *Greek Theatre in the Fourth Century*, 15–76. Berlin and Boston.
- Papastamati-von Moock, C. 2015. “The Wooden Theatre of Dionysos Eleuthereus In Athens: Old Issue, New Research.” In Freriksen, R., Gebhard, E. R., e Sokolicek, A. (a cura di), *The Architecture of the Ancient Greek Theatre. Acts of an International Conference*, 39–79. Aarhus.
- Papini, M. 2019. “Pendono interrotte le opere.” *Antichi monumenti incompiuti nel mondo greco. Roma: Quasar*.
- Parise, N. F. 1973. “Struttura e funzione delle monetazioni arcaiche di Magna Grecia. Appunti per un riesame dei dati e degli orientamenti attuali.” In *Economia e società nella Magna Grecia: Atti del Dodicesimo Convegno di Studi sulla Magna Grecia, Taranto 8–14 ottobre 1972*, 87–129. Naples: Arte Tipografica.
- Parise, N. F. 1990. “La struttura ponderale della moneta di Crotone.” *Annali dell'Istituto Italiano di Numismatica* 37: passim.
- Parke, H. W. 1986. “The Temple of Apollo at Didyma: The Building and Its Function.” *Journal of Hellenic Studies* 106: 121–131.
- Pegoretti, G. 1843–1844. *Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione per uso degli ingegneri ed architetti*. 2 voll. Biblioteca Scelta dell'Ingegnere Civile 29. Milano.
- Pegoretti, G. 1863–1864. *Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione*. 2 voll. Biblioteca civile, voll. 13–14. Milano: Tipografia di Domenico Salvi e comp.
- Pegoretti, G. 1863. *Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione per uso degli ingegneri ed architetti, 1*. (Biblioteca Scelta dell'Ingegnere Civile, 13). Milano: Galli e Omodri Editori Libras.
- Pegoretti, G. e Cantalupi, A. 1868–1869. *Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione: per uso degli ingegneri ed architetti*. 2nd edn. Milano: Tip. Comenico Salvi e comp.
- Peschlow-Bindokat, A. 1990. *Die Steinbrüche von Selinunt: Die Cave di Cusa und die Cave di Barone*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Petrie, W. M. F. 1917. *Tools and Weapons Illustrated by the Egyptian Collection in University College, London, and 2, 000 Outlines from Other Sources*. British School of Archaeology in Egypt and Egyptian Research Account 30. London: British School of Archaeology in Egypt.
- Piccarreta, M., Caldara, M., Capolongo, D., Boenzi, F., 2011. Holocene geomorphic activity related to climatic change and human impact in Basilicata. Southern Italy. *Geomorphol.* 128, 137–147.

- Pitt, R. K. 2014. "Just as It Has Been Written: Inscribing Building Contracts at Lebadeia." In Papazarkadas, N. (a cura di), *The Epigraphy and History of Boeotia: New Finds, New Prospects*, 373–394. Leiden: Brill.
- Pitt, R. K. 2016. "Inscribing Construction: The Financing and Administration of Public Building In Greek Sanctuaries." In Miles, M. M. (a cura di), *A Companion to Greek Architecture*, 194–205. Malden, MA, and Oxford: Wiley Blackwell.
- Pizzo, A. 2009. *La Arqueología de la Construcción. Un laboratorio para el análisis de la arquitectura de época romana*, "Arqueología de la Arquitectura", 6, 31–45.
- Plommer, W. H. 1950. "Three Attic Temples." *Annual of the British School at Athens* 45: 66–112.
- Ponza di San Martino, L. 1841. *Prontuario di stima ad uso degli ingegneri e degli architetti della direzione dei lavori pubblici*. Torino: Tip. Mussano.
- Pospisil, L. 1963. *Kapauka Papuan Economy*, New Haven.
- Potain, N.-M. 1749. *Détails des ouvrages de menuiserie pour les bâ nécessaires pour le calcul de leur toisé*. Paris: C.-A. Jombert.
- Pottage, J. 1968. *The Vitruvian Value of π* . *Isis* 59: 190–197.
- Poupaki, E., Kokkorou-Alevras, G., Eustathopoulos, A., Rigatou, E., e Chatziconstantinou, A. 2019. "An Overview on Ancient Quarries of Southeastern Attica: The Ancient Quarries of Hymettus Revisited." *Athens University Review of Archaeology* 2: 117–136.
- Powell, J. E. 1938. *A Lexicon to Herodotus*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Previanto, C. 2020. "Il teatro di Nora (Sardegna, Italia): Logistica, forza-lavoro e tempistiche del processo costruttivo dell'edificio." In Courault, C., e Márquez, C. (a cura di), *Quantitative Cost of Roman Public Construction*, 233–289. Córdoba: Universidad de Córdoba, UCO Press.
- Previanto, C. 2023. "The Amphitheatres of Regio X – Venetia et Histria: The Impact of Stone Supplying Cost on Ancient Construction Processes." In Barker, S. J., Courault, C., Domingo, J. Á., e Maschek, D. (a cura di), *From Concept to Monument: Time and Costs of Construction in the Ancient World. Papers in Honour of Janet DeLaine*, 356–371. Oxford: Archaeopress.
- Price, B. J. 1982. "Cultural Materialism: A Theoretical Review." *American Antiquity* 47, n. 4: 709–741.
- Price, B. J. 1978. "Secondary state formation: an explanatory model." In Cohen, R., e Service, E. R. (a cura di), *Origins of the State: The Anthropology of Political Evolution*, 161–186. Philadelphia, PA: Institute for the Study of Human Issues.
- Prignitz, S. 2014. *Bauurkunden und Bauprogramm von Epidauros (400–350): Asklepiostempel, Tholos, Kultbild, Brunnenhaus*. Munich: C. H. Beck.
- Prignitz, S. 2018. "Die altgriechische Bauvergabeordnung aus Tegea." In Rheidt, K., e Lorenz, W. (a cura di), *Groß Bauen: Großbaustellen als kulturgeschichtliches Phänomen*, 37–46. Basel: Schwabe.
- Prignitz, S. 2019. "Zu den Bauberichten von Didyma." *Istanbuler Mitteilungen* 69: 5–38.
- Prignitz, S. 2022. *Bauurkunden und Bauprogramm von Epidauros. II (350–300)*. Abaton, Kleisia, Aphroditetempel, Artemistempel, Theater, Epidoteion, ἐπὶ Κυνὸς σκανάματα. München: C. H. Beck.

- Primavera, M., Simone, O., Fiorentino, G., e Caldara, M. 2011. "The Palaeoenvironmental Study of the Alimini Piccolo Lake Enables a Reconstruction of Holocene Sea-Level Changes in Southeast Italy." *The Holocene* 21, n. 4: 553–563.
- Prisset, J.-L. 2008. "Les besoins en matériaux, les contraintes d'approvisionnement et la durée d'un chantier de construction: réflexions à partir du portique nord de Saint-Romain-en-Gal (France)." In Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción I: Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias occidentales*. Mérida, Instituto de Arqueología, 25–26 de octubre de 2007, 125–139. Anejos de Archivo Español de Arqueología 50. Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Pritchard, D. M. 2015. *Public Spending and Democracy in Classical Athens*. Austin: University of Texas Press.
- Pritchard, D. M. 2018. "Les dépenses publiques dans l'Athènes démocratique: 200 ans après August Böckh." *Revue Archéologique* 120 (2): 385–405.
- Psoma, S. E. 2015. "Choosing and Changing Monetary Standards In the Greek World during the Archaic and the Classical Periods." In Harris, E. M., Lewis, D. M., e Woolmer, M. (a cura di), *The Ancient Greek Economy: Markets, Households and City-States*, 91–115. Cambridge: Cambridge University Press.
- Puchstein, O. 1887. *Das ionische Capitell. 47. Berliner Winckelmannsprogramm*. Berlin: Georg Reimer.
- Pulver, H. E. 1947. *Construction Estimates and Costs*, New York.
- Raepsaet, G. 1984. "Transport de tambours de colonnes du Pentélique à Éleusis au IV^e siècle avant notre ère." *L'Antiquité Classique* 53: 101–136.
- Raepsaet, G. 1987. "Transport de pierres en Grèce ancienne: de la carrière au chantier." In Deraeve, J., e Duvosquel, J.-M. (a cura di), *Marbres helléniques: de la carrière au chef-d'oeuvre*, 34–45. Bruxelles: Crédit Communal.
- Raepsaet, G. 2019. "Énergies animales mises en œuvre: charges et poids voiturés dans le monde gréco-romain." *Ancient Society* 49: 41–102.
- Raepsaet, G., e Tolley, M. 1993. Le diolkos de l'Isthme à Corinthe: son tracé, son fonctionnement, BCH 117, 233–261.
- Raja, R. e S. M. Sindbæk (2020). "Urban Networks and High-Definition Narratives: Rethinking the Archaeology of Urbanism." *Journal of Urban Archaeology*, 2, 173–186.
- Randall, R. H. e Jr. 1953. "The Erechtheum Workmen." *American Journal of Archaeology* 57 (3): 199–210.
- Rankine, W. J. M. 1866. *Useful Rules and Tables Relating to Mensuration, Engineering, Structures, and Machines*. London: C. Griffin.
- Rapsaet, G., e Tolley, M. 1993. Le diolkos de l'Isthme à Corinthe: son tracé, son fonctionnement, BCH 117, 233–261.
- Rea, J. T. 1902 (1913 4^a ed.). *How to Estimate, Being the Analysis of Builders' Prices*. London: B. T. Batsford.
- Recko, C. 2020. *Charaterisation and labour requirements for stone processing in Pompeii*. Córdoba: UCO Press, Editorial Universidad de Córdoba.
- Reden, S., von (a cura di). 2022. *The Cambridge Companion to the Ancient Greek Economy*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Redfield, R., e Villa Rojas, A. 1962. *Chan Kom: A Maya Village*, Chicago.
- Reger, G. 1994. *Regionalism and Change in the Economy of Independent Delos, 314–167 B.C.* Berkeley: University of California Press.
- Rehm, A. 1958. *Didyma II: Die Inschriften. Herausgegeben von Rudolf Harder*. Berlin: Gebr. Mann.
- Remise, F. 2019. “An Energetics Approach to the Construction of the Heuneburg: Thoughts on Celtic Labor Cost Choices.” In McCurdy, L., e Abrams, E. M. (a cura di), *Architectural Energetics in Archaeology: Analytical Expansions and Global Explorations*, 76–94. London: Routledge.
- Remise, F. 2022. Time spent at the Heuneburg, Germany, between 600 and 540 BCE to build all their constructions. In Brysbaert, A., Vikatou, I., e Pakkanen, J. (a cura di), *Shaping Cultural Landscapes. Connecting Agriculture, Crafts, Construction, Transport, and Resilience Strategies*: 205–220. Leiden: Sidestone Press.
- Remise, F. 2024. *Archéologie romaine. Le choix des cadences de travail dans les études de temps de construction. L'utilisation des manuels de Giovanni Pegoretti*. Working paper. Academia.edu. Ultimo accesso 10 giugno 2026.
- Renfrew, C. 1973. Monuments, Mobilization and Social Organization in Neolithic Wessex. In Renfrew, C. (a cura di), *The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory*: 539–558. London: Duckworth.
- Renfrew, C., e Cherry, J. F., (a cura di). 1986. *Peer Polity Interaction and Socio-Political Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rescigno, C. 2019. “Tra il Tempio di Nettuno e la Basilica. Osservazioni sul corpus delle terrecotte architettoniche pestane.” In Mangoni, F., Russo, V., e Zuchtriegel, G. (a cura di), *L’emblema dell’eternità. Il Tempio di Nettuno a Paestum tra archeologia, architettura e restauro*, 59–72. Pisa.
- Rescigno, C., Diffendale, D. P., Nomi, F., Salvaggio, L., e Trafficante, I. 2024. “Metaponto, Tavole Palatine. Cronaca e dati preliminari dalle campagne di scavo 2022–2023 della Scuola Superiore Meridionale.” *Quaderni di ACMA* 2: 191–200.
- Rhodes, P. J., e Osborne, R., (a cura di). 2003. *Greek Historical Inscriptions, 404–323 BC*. Oxford: Oxford University Press.
- Richter, O. L. 1885. “Über antike Stein-metzzeichen”, *Winckelmannsprogramme zum Winckelmannsfeste* 45, Berlin.
- Rindel, J. H. 2011. *Echo Problems in Ancient Theatres and a Comment to the 'Sounding Vessels' Described by Vitruvius*. The Acoustics of Ancient Theatres Conference, Patras.
- Rizakis, A. D. 2002. “L’Achaïe péloponnésienne: structure spatiale et géographie historique.” In Greco, E. (a cura di), *Gli Achei e l’identità etnica degli Achei d’Occidente. Atti del Convegno Internazionale di Studi, Paestum, 23–25 febbraio 2001*, 43–66. Tekmeria 3. Paestum-Atene: Pandemos.
- Rizzo, M. L. 2019. *Aree e quartieri artigianali in Magna Grecia (Ergasteria 9)*. Paestum: Pandemos.
- Rizzo, M. L., Scafuro, M., e Serritella, A. 2023. “Testimonianze da Poseidonia e da Fratte.” In de Cazanove, O., Esposito, A., Monteix, N., e Pollini, A. (a cura di), *Travailler à l’ombre du temple. Activités de production et lieux de culte dans le monde antique*, 197–210. Naples: Centre Jean Bérard.

- Rocco, G. 2003. *Guida alla lettura degli ordini architettonici antichi. Vol. 2, Lo ionico*. Napoli: Liguori.
- Rockwell, P. 1993. *The Art of Stoneworking: A Reference Guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Romano, E. 2002. "Architettura." In Santini, C. (a cura di), *Letteratura scientifica e tecnica di Grecia e Roma*, 63–85. Roma.
- Rondelet, J.-B. 1831. *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare*. 5 voll. Mantova: Società tipografica ed editrice.
- Rougier-Blanc, S. 2009. "Remarques sur le vocabulaire architectural chez Hésiode." *Pallas* 81: 43–62.
- Rougier-Blanc, S., e Devolder, M. 2014. Construire en Crète minoenne. Une approche énergétique de l'architecture néopalatiale, Liège: Peeters, 2013. In *Revue des Études Anciennes. Tome 116, 2014, n°1*. 255–261.
- Roux, G. 1961. *L'architecture de l'Argolide aux IV^e et III^e siècles avant J.-C. Bibliothèque des Écoles françaises d'Athènes et de Rome 199*. Paris: E. de Boccard.
- Rubinich, M. 2010. "Locri Epizefiri: resti di un'officina metallurgica nell'area del santuario di Marasa'." In Caulonia tra Crotone e Locri: atti del Convegno internazionale, Firenze, 30 maggio-1 giugno 2007, Lucia Lepore e Paola Turi, vol. 2 (a cura di), 389–398. Firenze: Firenze University Press.
- Rumscheid, F. 1999. "Vom Wachsen antiker Säulenwälder: Zu Projektierung und Finanzierung antiker Bauten in Westkleinasien und anderswo." *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 114: 19–63.
- Russell, B. 2013. *The Economics of the Roman Stone Trade. Oxford Studies in the Roman Economy*. Oxford: Oxford University Press.
- Russell, B. 2017. "Stone Quarrying in Greece: Ten Years of Research." *Archaeological Reports* 63.
- Rutter, N. K., Burnett, M., Graham, R. A., Burnett, A. M., e Crawford, M. H. 2001. *Historia Numorum: Italy*. London: British Museum Press.
- Sakka, N. 2024. "New Evidence on the Precinct of the Sanctuary of Olympian Zeus in Athens: The Multiple Aspects of a Major Project and Its Impact on the City. A Preliminary Report." *Annuario della Scuola Archeologica di Atene e delle Missioni Italiane in Oriente* 102 (1): 164–178.
- Salmoiraghi, F. 1892. *Materiali naturali da costruzione*. Milano: Ulrico Hoepli.
- Salmon, J. 2001. "Temples, the Measures of Men: Public Building In the Greek Economy." In Mattingly, D. J., e Salmon, J. (a cura di), *Economies beyond Agriculture in the Classical World*, 195–208. London and New York: Routledge.
- Sanidas, G. M. 2023. "Activités artisanales et espaces religieux dans les fondations grecques en Égée: exemples et image globale." In de Cazanove, O., Esposito, A., Monteix, N., e Pollini, A. (a cura di), *Travailler à l'ombre du temple. Activités de production et lieux de culte dans le monde antique*, 17–32. Naples: Centre Jean Bérard.
- Sassu, R. 2013. "Culti primari e secondari nel santuario urbano di Metaponto." *Thiasos* 2: 3–18.
- Savot, L. 1642. *L'Architecture françoise des bastimens particuliers, composée par Me Louis Savot*. Paris: A. Robinot et J. Gesselin.

- Scardozzi, G., Ferrari, I., e Giuri, F. 2023. “Le cave antiche di Porto Miggiano (Santa Cesarea, Lecce): analisi metrologica e rilievo topografico dei settori estrattivi.” *Archeologia e Calcolatori* 34 (2): 163–184.
- Schaps, D. M. 1991. “Builders, Contractors, and Power: Financing and Administering Building Projects In Ancient Greece.” In Katzoff, R., Petroff, Y., e Schaps, D. (a cura di), *Classical Studies in Honor of David Sohlberg*, 43–56. Ramat Gan: Bar-Ilan University Press.
- Schiffer, M. 1976. *Behavioral Archaeology*. New York: Academic Press.
- Schneider, P. 1996. “Zum alten Sekos von Didyma.” *Istanbuler Mitteilungen* 46: 147–152.
- Schultz, P. 2001. “The Akroteria of the Temple of Athena Nike.” *Hesperia* 70, no. 1: 1–47.
- Scranton, R. L. 1941. *Greek Walls*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Scranton, R. L. 1960. “Greek Architectural Inscriptions as Documents”, *Harvard Library Bulletin* 14, 159-182.
- Seehar, J. 2007. *A Mudbrick City Wall at Hattuša*. Diary of a Reconstruction. Istanbul: Ege Yayinlari.
- Sestieri, P. C. 1950. *Paestum: la città, la necropoli preistorica in contrada Gaudo, lo Heraion alla foce del Sele*. Roma: Libreria dello Stato.
- Settis, S. 1993. “La trattatistica delle arti figurative.” In Cambiano, G., Canfora, L., e Lanza, D. (a cura di), *Lo spazio letterario della Grecia antica. Vol. I.2, L'ellenismo*, 469–498. Roma.
- Sharer, R. J. 2006. *The Ancient Maya*. 6th ed. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Shaw, J. W., e Shaw, M. C.,(a cura di). 1985. *Kommos I. The Kommos Region and Houses of the Minoan Town. part 2. The Minoan Hilltop and Hillside Houses*, princeton University press, princeton, New Jersey.
- Shaw, J. W. 1973. *Minoan Architecture: Materials and Techniques. Annuario della Scuola Archeologica di Atene* 49. Rome: Istituto Poligrafico dello Stato.
- Shaw, J. W. 2009. *Minoan Architecture. Materials and Techniques (Studi di Archeologia Cretese, 7)*. Padova: Centro di Archeologia Cretese – Bottega d'Erasmus.
- Shaw, J. W. 2015. *Elite Minoan Architecture. Its Development at Knossos, Phaistos, and Malia (prehistory Monographs 49)*, INSTAp Academic press, Philadelphia, Pennsylvania.
- Shear, I. M. 1963. “Kallikrates.” *Hesperia* 32: 375–424.
- Shear, T. L. Jr. 2016. *Trophies of Victory. Public Building in Periklean Athens*. Princeton.
- Silvestrelli, F. 2004. “L’archeologia della produzione in Italia meridionale. Il caso di Metaponto”. In Giannichedda, E. (a cura di) *Metodi e pratica della cultura materiale. Produzione e consumo dei manufatti*, 107-116. E. Bordighera : Istituto di Studi Liguri.
- Silvestrelli, F., e Edlund-Berry, I. E. M. 2016. *The Chora of Metaponto 6: A Greek Settlement at Sant’Angelo Vecchio. The Chora of Metaponto 6*. Austin: University of Texas Press.
- Silvestrelli, F., e Zuchtriegel, G. 2023. “Coloni e artigiani: la ceramica italiota a figure rosse nei santuari della costa ionica.” In de Cazanove, O., Esposito, A., Monteix, N., e Pollini, A. (a cura di), *Travailler à l’ombre du temple. Activités de production et lieux de culte dans le monde antique*, 239–256. Naples: Centre Jean Bérard.
- Skyring, W. H. 1845, *Skyring's Builders' Prices, 25^a ed.*, London: Longman and Co.
- Sleeswyk, A. W. 1981. *Vitruvius' Odometer. Scientific American* 245.

- Smailes, R. L. 2019. A construction management approach to building the monumental adobe ciudadelas at Chan Chan, Peru. In McCurdy, L., e Abrams, E. (a cura di), *Architectural Energetics in Archaeology*. London: Routledge.
- Snodgrass, A. M. 1987. *An Archaeology of Greece: The Present State and Future Scope of a Discipline*. Berkeley: University of California Press.
- Snodgrass, A. M. 1990. "Survey Archaeology and the Rural Landscape of the Greek City." In Murray, O., e Price, S. (a cura di), *The Greek City: From Homer to Alexander*, 113–136. Oxford: Clarendon Press.
- Spadea, R. 1994. "Il tesoro di Hera." *Bollettino d'Arte* 88: 1–34.
- Spadea, R. 1997. "Santuari di Hera a Crotone." In *Héra. Images, espaces, cultes. Actes du colloque international de Lille (29–30 novembre 1993)*, 235–259. Naples.
- Squier, E., e Davis, E. 1848. *Ancient Monuments of the Mississippi Valley*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Stanier, R. S. 1953. The Cost of the Parthenon. *The Journal of Hellenic Studies* 73: 68–76.
- Starac, A. 2018. "Hercule's sanctuary in the quarter of St Theodore, Pula." *Oxford: Archaeopress*.
- Startin, D. W. A. 1976. *Mathematics and Manpower in Archaeological Explanation*. (BPhil thesis, University of Oxford).
- Startin, D. W. A. 1982. Prehistoric earthmoving. In Case, H. J., e Whittle, A. W. R. (a cura di), *Settlement Patterns in the Oxford Region; Excavations at the Abingdon Causewayed Enclosure and Other Sites. (Council for British Archaeology Research Report, 44)*. Oxford: Council for British Archaeology and Department of Antiquities, Ashmolean Museum, 153–156.
- Startin, W., e Bradley, R. 1981. Some notes on work organisation and society in prehistoric Wessex. In Ruggles, C. L. N., e Whittle, A. W. R. (a cura di), *Astronomy and Society in Britain during the Period 4000–1500 B.C. (British Archaeological Reports, British Series, 88)*. Oxford: British Archaeological Reports, 289–296.
- Stephens, J. L. 1841. *Incidents of Travel in Central America, Chiapas, and Yucatan*. 2 vols. New York.
- Stevens, G. P. 1946. "Architectural Studies Concerning the Acropolis of Athens." *Hesperia* 15: 73–106.
- Stocks, D. A. 2001. "Testing ancient Egyptian graniteworking methods in Aswan, Upper Egypt", *Antiquity* 75: 89–94.
- Stocks, D. A. 2003. *Experiments in Egyptian Archaeology. Stoneworking Technology in Ancient Egypt*. London: Routledge.
- Stoffel, P. 1994, *Über die Staatspost, die Ochsengespanne und die requirierten Ochsengespanne: Eine Darstellung des römischen Postwesens auf Grund der Gesetze des Codex Theodosianus und des Codex Iustinianus*, Bern.
- Stroud, R. S. 1998. *The Athenian Grain-Tax Law of 374/3 B.C.* *Hesperia Supplement* 29. Princeton, NJ: American School of Classical Studies at Athens.
- Svenson-Evers, H. 1996. *Die griechischen Architekten archaischer und klassischer Zeit. Archäologische Studien* 11. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Szidat, J. 1980. "Hippodamos von Milet: seine Rolle in Theorie und Praxis der griechischen Stadtplanung." *Bonner Jahrbücher* 180: 31–44.

- Tammuz, O. 2005. "Mare Clausum? Sailing Seasons in the Mediterranean in Early Antiquity." *Mediterranean Historical Review* 20, n. 2: 145–162.
- Tanoulas, T. 1992. "The Propylaea and the NW Building of the Athenian Acropolis." *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Athenische Abteilung* 107: 199–215.
- Taylor, R. 2024. "Archaeological Perspectives on Vitruvius." In Rowland, I. D., e Bell, S. W. (a cura di), *Brill's Companion to the Reception of Vitruvius*, 389–414. Leiden; Boston: Brill.
- Thompson, H. A., e Wycherley, R. E. 1972. *The Athenian Agora. Vol. 14, The Agora of Athens: The History, Shape and Uses of an Ancient City Center*. Princeton, NJ: American School of Classical Studies at Athens.
- Thür, G. 1984. "Bemerkungen zum altgriechischen Werkvertrag (Die Bauvergabeordnung aus Tegea, IG V/2, 6A)." In *Studi in onore di Arnaldo Biscardi*, vol. 5, 471–514. Milano: Istituto Editoriale Cisalpino-La Goliardica.
- Timonen, R., e A. Brysbaert. 2021. "Saving Up for a Rainy Day? Climate Events, Human-Induced Processes and Their Potential Effects on People's Coping Strategies in the Mycenaean Argive Plain, Greece." In *Climate Change and Ancient Societies in Europe and the Near East: Diversity in Collapse and Resilience*, P. Erdkamp, J. G. Manning e K. Verboven (a cura di), 243–276. Cham: Palgrave Macmillan.
- Tölle-Kastenbein, R. 1994. *Das Olympieion in Athen*. Köln: Böhlau.
- Toma, N. 2023. "On toolmarks, sequence of carving, and labour quantification In Roman stone carving: the case of Heroon III at Miletus." In Barker, S. J., Courault, C., Domingo, J. Á., e Maschek, D. (a cura di), *From Concept to Monument: Time and Costs of Construction in the Ancient World. Papers in Honour of Janet DeLaine*, 286–296. Oxford: Archaeopress.
- Tomei, F. 2022. "Classical and Hellenistic Pottery Kilns from Greek Rural Areas In Their Natural and Human Landscape." In Brysbaert, A., Vikatou, I., e Pakkanen, J. (a cura di), *Shaping Cultural Landscapes. Connecting Agriculture, Crafts, Construction, Transport, and Resilience Strategies*, 241–254. Leiden: Sidestone Press.
- Toussaint, C.-J. 1834. *Manuel du maçon-plâtrier, du carreleur, du couvreur et du paveur*. Paris: Roret.
- Travlos, J. 1971. *Pictorial Dictionary of Ancient Athens*. London: Thames e Hudson.
- Trendall, A. D. 1967. *The Red-Figured Vases of Lucania, Campania and Sicily*. Oxford: Clarendon Press.
- Tréziny, H. 2011. "Grecs et indigènes aux origines de Mégara Hyblaea (Sicile)." *Römische Mitteilungen* 117: 15–34.
- Trigger, B. G. 1990. "Monumental Architecture: A Thermodynamic Explanation of Symbolic Behaviour," *World Archaeology* 22, 119–132.
- Tucci, P. L., e Marconi, C. 2015. "The Materials and Techniques of Greek and Roman Architecture." In Marconi, C. (a cura di), *The Oxford Handbook of Greek and Roman Art and Architecture*, Oxford: Oxford University Press.
- Tuchelt, K., Schneider, P., e G., T. 1996. *Schattner, e H. R. Baldus. Didyma III.1: Ein Kultbezirk an der Heiligen Straße von Milet nach Didyma*. Mainz am Rhein: Philipp von Zabern.

- Turner, B. L., II. 1983. "Constructional Inputs for Major Agrosystems of the Ancient Maya." In Darch, J. P. (a cura di) *Drained Field Agriculture in Central and South America*, 11–26. BAR International Series 189. Oxford: British Archaeological Reports.
- Tzedakis, P. C. 1999. "The Last Climatic Cycle at Kopais, Central Greece." *Journal of the Geological Society* 156, n. 2: 425–434.
- Udy, S. H. 1959. *Organization of Work: A Comparative Analysis of Production among Nonindustrial Peoples*, New Haven.
- Valenzano, E., Scardino, G., Cipriano, G., Fago, P., Capolongo, D., De Giosa, F., Lisco, S., Mele, D., Moretti, M., e Mastronuzzi, G. 2018. "Holocene Morpho-Sedimentary Evolution of the Mar Piccolo Basin (Taranto, Southern Italy)." *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria* 41, n. 1: 119–135.
- Valière, J.-C., Palazzo-Bertholon, B., Polack, J.-D., e Carvalho, P. 2013. *Acoustic Pots in Ancient and Medieval Buildings, Literary Analysis of Ancient Texts and Comparison with Recent Observations in French Churches*. Acta Acustica 99 (1): 70–81.
- Vanden Broeck-Parant, J. 2022. "Did Ancient Building Contractors Work for Free? Stone Supply In Fourth-Century BCE Epidauros, Greece." In Brysbaert, A., Vikatou, I., e Pakkanen, J. (a cura di), *Shaping Cultural Landscapes: Connecting Agriculture, Crafts, Construction, Transport, and Resilience Strategies*, 285–298. Leiden: Sidestone Press.
- Vikatou, E., e Brysbaert, A. 2023. "Free Rides' In the LBA Argive Plain, Greece: Applying FOSS to Investigating Communication Paths in Archaeological Research." In Ostrowski, W., Miścicki, W., Nocoń, K., e Kajzer, M. (a cura di), *Check Object Integrity: CAA 2019 Kraków Proceedings*, L. Misk, 1–13. Tübingen: University of Tübingen Press.
- Volpe, R. 2014. "Dalle cave della via Tiberina alle mura repubblicane di Roma." In Bonetto, J., Camporeale, S., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción IV: Las canteras en el mundo antiguo: sistemas de explotación y procesos productivos. Actas del congreso de Padova*, 22–24 de noviembre de 2012, 61–73. Anejos de Archivo Español de Arqueología 69. Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Volpe, R., e Rossi, F. M. 2012. "Nuovi dati sull'asedra sud-ovest delle Terme di Traiano sul Colle Oppio: percorsi, iscrizioni dipinte e tempi di costruzione." In Camporeale, S., Dessales, H., e Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción III: Los procesos constructivos en el mundo romano: la economía de las obras. École Normale Supérieure, Paris*, 10–11 de diciembre de 2009, 69–81. Anejos de Archivo Español de Arqueología 64. Madrid-Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Voutsaki, S., e Killen, J. T., (a cura di). 2001. *Economy and Politics in the Mycenaean Palace States*. Cambridge: Cambridge Philological Society.
- Voutsaki, S., van den Beld, Y., e de Raaff, Y. 2018. "Labour Mobilization and Architectural Energetics In the North Cemetery at Ayios Vasilios, Laconia, Greece: Preliminary Analysis." In Brysbaert, A., Klinkenberg, V., Gutiérrez GarcíaMoreno, A., e Vikatou, I. (a cura di), *Constructing Monuments, Perceiving Monumentality and the Economics of Building: Theoretical and Methodological Approaches to the Built Environment*, 169–192. Leiden: Sidestone Press.
- War Office. 1911. *Manual of field engineering*.
- Weber, U. 2013. *Versatzmarken im antiken griechischen Bauwesen*. Philippika: Marburger altertumskundliche Abhandlungen 58. Wiesbaden: Harrassowitz.

- Weber, U. 2020. *Das Apollonheiligtum von Didyma: Dargestellt an seiner Forschungsgeschichte von der Renaissance bis zur Gegenwart*. Darmstadt: wbg Academic.
- Wenke, R. J. 1981. "Explaining the Evolution of Egyptian Civilization: A Multidimensional Perspective." *American Anthropologist* 83(4), 773–795.
- Wenner, D. B., e Herz, N. 1992. "Provenance Signatures for Classical Limestone." In Waelkens, M., Herz, N., e Moens, L. (a cura di), *Ancient Stones: Quarrying, Trade and Provenance*, 199–202. Leuven: Leuven University Press.
- Wesenberg, B. 1971. *Kapitelle und Basen: Beobachtungen zur Entstehung der griechischen Säulenformen*. Bonner Jahrbücher, Beiheft 32. Düsseldorf: Rheinland-Verlag.
- Wesenberg, B. 1981. "Zur Baugeschichte des Niketempels." *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 96: 28–54.
- Wiegand, T., e Knackfuss, H. 1941. *Didyma. 1. Teil, 1: Die Baubeschreibung in drei Bänden. Textband*. Berlin: Gebr. Mann.
- Wilkinson, T. J. 1994. "The Structure and Dynamics of Dry-Farming States in Upper Mesopotamia." *Current Anthropology* 35 (5): 483–520.
- Wilson Jones, M. 2000. *Principles of Roman Architecture*. New Haven and London: Yale University Press.
- Winter, E. 1996. *Staatliche Baupolitik und Baufürsorge in den römischen Provinzen des kaiserzeitlichen Kleinasien*. Bonn.
- Winter, F. E. 1980. "Tradition and Innovation in Doric Design III: The Work of Iktinos." *American Journal of Archaeology* 84 (4): 399–416.
- Winter, N. A. 1993. *Greek Architectural Terracottas: From the Prehistoric to the End of the Archaic Period*. Oxford: Clarendon Press.
- Wittenburg, A. 1978. *Griechische Baukommissionen des 5. und 4. Jahrhunderts*. München.
- Wittenburg, A. 1986. "Texte und Bemerkungen zum Werkvertrag bei den Griechen." In *Studien zur alten Geschichte. Siegfried Lauffer zum 70. Geburtstag am 4. August 1981 dargebracht von Freunden, Kollegen und Schülern*, vol. 3, 1077–1088. Roma: Giorgio Bretschneider.
- Wright, G. R. H. 2005. *Ancient Building Technology. Vol. 2, Materials, pt. 1: Text*. Leiden: Brill.
- Wright, J. C. 1978. *Mycenaean Masonry Practices and Elements of Construction*. PhD diss., Bryn Mawr College.
- Wright, J. C. 1987. Death and power at Mycenae: changing symbols in mortuary practice. In Laffineur, R. (a cura di), *Thanatos. Les coutumes funéraires en Egée à l'âge du Bronze. Actes du colloque de Liège*, 21–23 avril 1986. (Aegaeum 1). Liège: Université de l'Etat à Liège, 171–184.
- Wright, J. C. 2010. "Political Economies in the Aegean Bronze Age: a Response". In Pullen, D. (a cura di), *Political Economies of the Aegean Bronze Age. Papers from the Langford Conference, Florida State University, Tallahassee, 22–24 February 2007*, Oxford, 248–66.
- Wurch-Kozelj, M. 1988. "Methods of Transporting Blocks In Antiquity." In Herz, N., e Waelkens, M. (a cura di), *Classical Marble: Geochemistry, Technology, Trade*, 55–61. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Wycherley, R. E. 1964. "The Olympieion at Athens." *Greek, Roman and Byzantine Studies* 5, no. 3: 161–179.
- Xenaki-Sakellariou, A. 1985. *Οι θαλαμωτοί τάφοι των Μυκηνών. Ανασκαφή Χρ. Τσούντα (1887–1898)*. Paris: E. de Boccard.
- Zancani Montuoro, P. e Zanotti Bianco, U. 1951–1954. *Heraion alla foce del Sele. Vol. 1*, Il santuario, il tempio della dea, rilievi figurati vari; l'architettura, F. Krauss (a cura di); vol. 2, Il primo Thesauros. Roma: Libreria dello Stato.
- Zevi, F.,(a cura di). 1990. *Paestum*. Napoli: Banco di Napoli.
- Zoppi, C. 2014. "L'Olympieion di Agrigento dopo il 406 a.C." *Sicilia Antiqua* 11: 593–597.