

A PROVA DI TERREMOTO: COSTRUZIONI ANTISISMICHE ANTICHE

FABRIZIO CANTELMÌ

“**Q**uando vidi queste pietre nere e titaniche che sono conservate così bene, come avessero soltanto degli anni, invece di essere antiche di millenni, la mia ammirazione per la potenza umana, divenne molto più grande di quando avevo visto il Colosseo a Roma, perché in un'epoca di cultura avanzata, provvista di mezzi meccanici, si possono costruire anfiteatri o terme come quelle di Caracalla e di Costantino senza che i muscoli dell'uomo vengano sottoposti ad uno sforzo eccessivo e neppure le mura Dionisiache a Siracusa, la più grandiosa costruzione di questo genere che avessi visto prima di allora, mi hanno stupito. Perché qui ci troviamo di fronte a mura delle quali ogni pietra non è un blocco quadrato, ma una vera roccia levigata, di forma irregolare a molti angoli, e quando stupiti ci chiediamo qual era il sistema che permetteva di mettere l'uno sopra l'altro questi enormi massi, capiamo ancora meno come fu possibile porre questi poligoni in modo così perfetto che s'inseriscono esattamente l'uno all'altro, senza bisogno di riempire gli interstizi, si da farne un ordinato e gigantesco mosaico”.

Così Ferdinand Gregorovius, storico, viaggiatore e scrittore tedesco, in visita nella metà dell'800 in Italia, descrive i resti delle mura poligonali di Alatri. Fin dal V millennio a.C. si diffuse nel mondo il fenomeno delle “mura ciclopiche” (o megalitica, pelasgica, ciclopica, come anche fu chiamata questa architettura); ma, da sempre, sfuggiva

Quale fu il fattore comune che persuase gli Inca sulle Ande, i Volsci sull'Appennino e i Romani in tutto l'Impero, ad affrontare immense difficoltà e enormi fatiche per erigere costruzioni d'ingente saldezza (fortificazioni, strade, ponti e templi), accatastando macigni di forma irregolare e assemblandoli tra loro senza leganti? Una risposta possibile discende dalla coincidenza che vede l'opera poligonale imporsi – senza eccezioni e sistematicamente – in tutte le aree ad alto rischio sismico. Si trattò, perciò, di un'antesignana tecnica di costruzione antisismica, ma che non fu l'unica nell'antichità. Esiste, infatti, una seconda tecnica edile antisismica, chiamata in epoca moderna “baraccata”, cioè case con una robusta intelaiatura lignea inglobata all'interno dei muri che, a differenza della precedente impiegata nelle grandi opere pubbliche, era usata nell'edilizia residenziale privata. E soprattutto nell'edilizia popolare, essendo molto economica e rapida.



Un tratto delle mura poligonali di Alatri e veduta aerea dell'acropoli

quale fosse la ragione che spinse gli antichi ad affrontare le ingenti difficoltà insite nella messa in opera di tali giganteschi blocchi di pietra.

LA TECNICA DELL'OPERA POLIGONALE

La tecnica costruttiva adottata per queste opere, in uso fino al III secolo a.C., è definita come opera poligonale. Per i romani fu *opus incertum*, senza alcun riferimento alle dimensioni dei conci. Elementare era il criterio informatore: erigere muraglie d'ingente saldezza, accatastando macigni di forma irregolare, assemblandoli tra loro senza leganti.

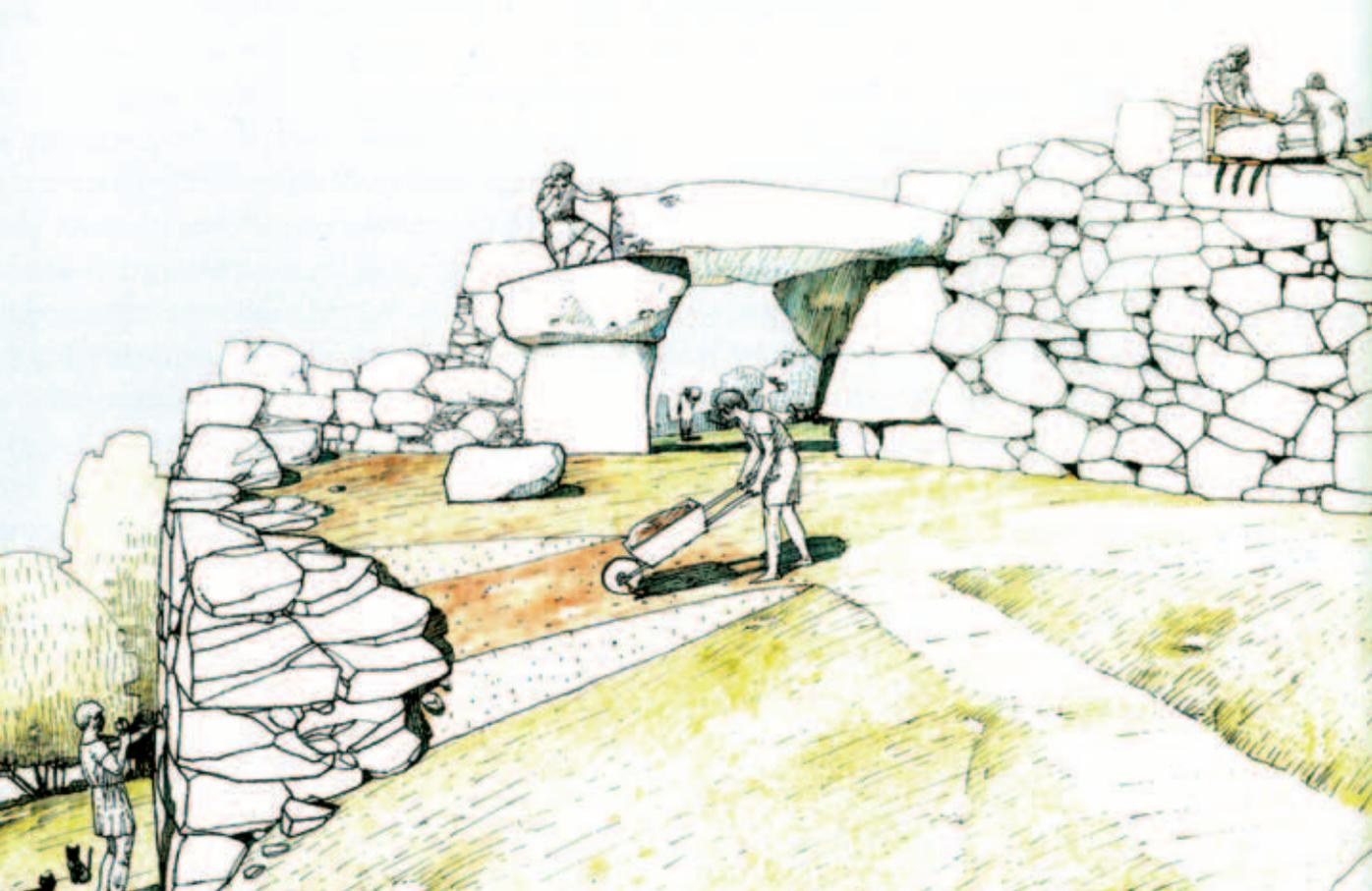
Per una strana coincidenza, l'opera poligonale si ritrova in strutture erette in Giappone, in Africa del nord, in Grecia, in Italia fino al Perù. In Italia il maggior numero di testimonianze si concentra nelle regioni centrali – nell'Etruria Marittima, in Sabina, nella Marsica – e, soprattutto, in quelli che erano i territori degli Ernici, dei Volsci e dei Sanniti, nell'Appennino centrale. Più sporadiche sono le attestazioni nell'Italia settentrionale e nella Magna Grecia, caso a sé stante è quello della Sardegna, con il fenomeno nuragico.

Le mura in opera poligonale sono delle strutture realizzate a secco, senza cioè l'uso di leganti, quali malte o terre argillose, affiancando e sovrapponendo blocchi (conci), di medie e grandi dimensioni, a formare la costruzione. È pertanto evidente che si tratta di un manufatto che, per la sua elementarità programmatica, debba annoverarsi tra le architetture spontanee, sperimentate autonomamente, senza cioè la necessità di contatti da

popoli diversi, in luoghi e tempi differenziati e che non possono escludere, in alcuni casi, la contemporaneità anche con tecniche di altro tipo (come ad esempio l'opera quadrata). Comune denominatore doveva essere la coscienza che si andava realizzando una struttura che non era solo una "muratura" ma un vero e proprio "muro", destinato a ben precise finalità: recinzione urbana, fortificazione, terrazzamento, basamento di tempio e platea artificiale, basolato e sostruzione stradale, spalla di ponte.

Oggi, che conosciamo le straordinarie capacità delle antiche civiltà di saper spostare e mettere in opera pietre, sagomate e no, di notevole cubatura (basti pensare alle piramidi) non ci sorprendiamo più di tanto di fronte ad opere murarie come quelle offerte dalle strutture in opera poligonale. Per avere un'idea delle dimensioni di queste strutture bisogna tener presente i pesi dei blocchi utilizzati: un concio (in calcare) di m 2 x 1 x 0,6 pesa circa 3.515 kg; uno di m 1 x 0,6 x 0,5 raggiunge 880 kg; uno di 0,5 x 0,3 x 0,3 si attesta sui 132 kg. La resistenza di costruzioni del genere, realizzate con la tecnica muraria a secco – quindi non ingrappati né, tantomeno, uniti da leganti cementizi – era demandata esclusivamente alla forza d'inerzia. Quindi, coesione e compressione, sollecitate dal rapporto fra volumetria, sovrapposizione e affiancamento dei blocchi, garantivano staticità e resistenza, soprattutto alle spinte verticali.

L'esperienza fece subito capire che per far in modo che queste strutture, così concepite, potes-



Cantiere per la costruzione delle mura poligonali [Segni. Museo Archeologico]

sero mantenere il più a lungo possibile la stabilità iniziale era necessario seguire alcuni accorgimenti quali l'omogeneità del materiale, da cui deriva la scrupolosa attenzione nella selezione, l'accuratezza della messa in opera, e ciò prescindendo dalla volumetria dei blocchi, e, di fondamentale importanza, lo spessore dell'insieme. Oltre alle sollecitazioni verticali si dovevano, infatti, tenere presenti quelle ortogonali alla linea di giacitura del muro, provenienti dalla pressione del terrapieno retrostante: per questo si puntava ad aumentare lo spessore del muro, praticamente duplicandolo. L'interpretazione e la datazione delle costruzioni

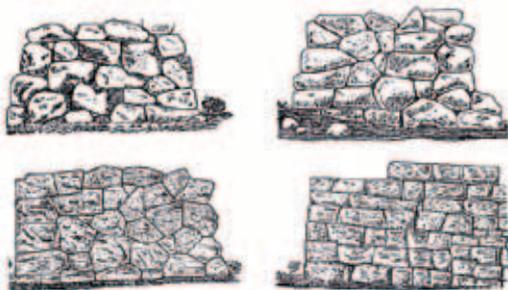
in opera poligonale è avvenuta in base a criteri formali: l'archeologo Giuseppe Lugli perfezionò la classificazione, ribadendone la distinzione in quattro maniere, che non sono una successione cronologica.

I maniera: i blocchi, di non grande dimensione, sono staccati dalla roccia con leve e posti in opera uno sull'altro, senza alcuna lavorazione;

II maniera: i blocchi sono staccati dalla parete rocciosa e appena sbozzati in forma di poligoni irregolari, non combacianti fra loro; evitati gli allettamenti orizzontali; quasi sempre il muro è eretto con un leggero abbattimento, appoggiandolo alla pendice retrostante;

III maniera: i blocchi sono tagliati in forma di poligoni irregolari e fatti combaciare con precisione; il loro estradosso è levigato e gli innesti fra conci adiacenti avvengono spesso con un dente, ricavato in quello già in opera;

IV maniera: l'opera poligonale tende a confondersi con quella quadrata, i conci sono allettati su piani di posa sinuosi, con filari di diversa altezza e giunti verticali obliqui.

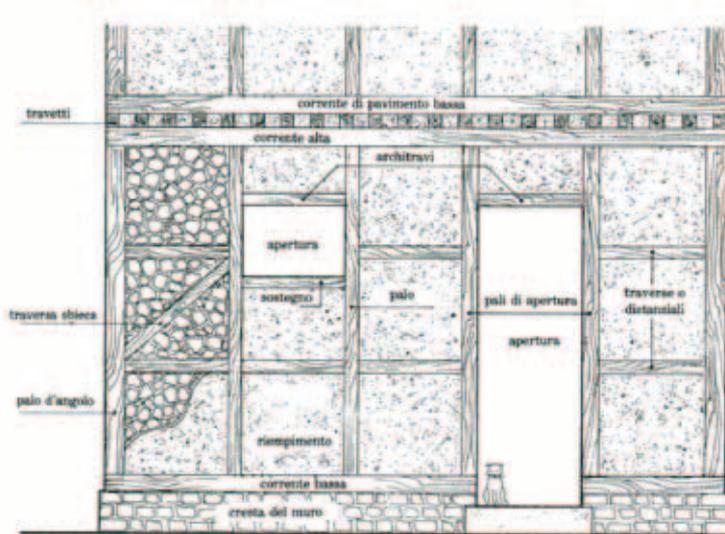


Le "quattro maniere" proposte da Lugli (G. Lugli, La tecnica edilizia romana con particolare riguardo a Roma e Lazio, 1957)

[l'articolo segue a p. 21 >](#)

>> segue da p. 12

A PROVA DI TERREMOTO: COSTRUZIONI ANTISISMICHE ANTICHE



Opus Craticium Ercolano, a sinistra nomenclatura degli elementi

Dal punto di vista strutturale-tecnologico, però, tutto può ridursi a due soli gruppi. Il primo, include le opere erette accatastando blocchi, più o meno grandi, l'uno sull'altro, senza alcuna modifica di sagoma dopo l'estrazione: la stabilità è proporzionale alla loro massa; il secondo, implica l'incastro dei blocchi fra loro, progressivamente più accurato fino a eliminare ogni interstizio e piano di scorrimento.

Tutte queste acquisizioni informative non spiegano l'interrogativo di fondo: perché tante popolazioni adottarono una così lenta e complicata modalità di costruzione, esasperando nel tempo la dimensione dei conci e la precisione dei giunti, invece di abbandonarla? Perché l'ingegneria romana la preferì per la pavimentazione stradale, optando per basoli poligonali sempre diversi fra loro, in luogo di più maneggevoli rettangolari? Né è credibile che tanto i Giapponesi, quanto i Peruviani, i Micenei, i Maltesi, gli Italici, i Siculi, i Nordafricani, in epoche e circostanze diverse, escogitassero tutti la stessa tecnica per erigere strutture progettate per durare nel tempo, quali fortificazioni, strade, ponti e templi. Quale fu il fattore comune che persuase gli Inca sulle Ande, i Volsci sull'Appennino e i Romani in tutto l'impero, ad affrontare simili fatiche per costruire le loro muraglie e le loro strade? Una risposta possibile

discende dalla coincidenza che vede l'opera poligonale imporsi – senza eccezioni e sistematicamente – in tutte le aree ad alto rischio sismico. L'opera poligonale, soprattutto nella sua forma più evoluta – con i conci perfettamente combacianti e senza piani di allettamento orizzontali – impedisce qualsiasi scorrimento durante le scosse telluriche. Le costruzioni in opera poligonale, furono erette collocandole sempre direttamente sulla roccia delle pendici collinari, con una sensibile pendenza a monte, per compensare con la spinta del loro peso quella dei terreni sovrastanti. L'inclinazione avrebbe neutralizzato in gran parte le sollecitazioni sismiche trasversali, mentre l'insistere sulla roccia avrebbe, a sua volta, neutralizzato le sollecitazioni verticali, lasciando perciò alla trama poligonale la sola neutralizzazione di quelle longitudinali. I conci poligonali, grazie alla forma irregolare, pur oscillando durante il sisma di quel minimo tollerato dall'incastro, all'esaurirsi delle spinte per il prevalere della loro massa, riassumevano subito la giacitura iniziale. Per la pavimentazione stradale romana, la ragione è identica, bastando sostituire alle scosse telluriche quelle meccaniche, provocate dal transito dei pesanti carriaggi. Si trattò, perciò, di un'antesignana tecnica di costruzione antisismica, ma che non fu l'unica tecnica antisismica dell'antichità.

tà con cui i ladri potevano perforare una parete d'argilla e di legno; l'ultimo fattore, strettamente funzionale, consiste nell'estrema leggerezza dei muri in *opus craticium*: i tramezzi interni potevano avere infatti uno spessore addirittura inferiore ai 20 cm, mentre la maggior parte dei muri di pietra misura come minimo 40-50 cm. Se il muro è esterno e chiude un pianterreno, esso poggia su uno zoccolo di pietra che ha la funzione di proteggere dall'umidità; per i tramezzi interni, sia i pali di legno sia il riempimento partono direttamente da terra. Gli elementi portanti sono sempre i pali verticali, che potremmo definire lo scheletro della struttura e che, se sono posti agli angoli della costruzione (pali angolari), avranno una sezione più grande dovendo contenere le spinte delle due pareti perpendicolari tra loro. Sulla parte alta della parete tutti i pali sono uniti tra loro da un'asse orizzontale (corrente superiore), sormontata a sua volta dall'intelaiatura del soffitto o del tetto. Per evitare un cedimento laterale dei pali portanti, e per contenere il riempimento, sono montate altre assi orizzontali, le traversine, parallele tra loro, le quali dividono la parete in pannelli grosso modo quadrati; queste stesse traversine si ritrovano al di sopra delle aperture, in qualità di architravi, e sotto le finestre come basi. Dal loro incrociarsi scaturivano specchiature di 50-80 cm circa di lato, tamponate da murature in *opus incertum*, con pietre di piccola pezzatura, fissate con abbondante calce. Abituale è presente un sottile strato esterno e interno d'intonaco, finalizzato a proteggere il legname dall'acqua, e soprattutto dal fuoco, e a fornire una maggiore robustezza al comples-

so. Quanto alla datazione risulta in uso sin dal III secolo a.C., da altre fonti sembrerebbe addirittura già impiegato in Italia dal VI secolo a.C., sopravvivendo nel Medioevo e diffondendosi in Turchia e nei villaggi dell'Europa nord-occidentale, dove troverà impiego fino ai nostri giorni.

CONCLUSIONI

Non vi è dubbio che, da sempre, l'uomo abbia tentato di comprendere la natura dei terremoti, cercando di difendersi dalla loro potenza distruttiva con il ricorso ad intuizioni ed esperimenti empirici e scientifici. Esperimenti che hanno avuto successo, considerata la provata efficacia dei sistemi costruttivi illustrati nell'articolo, utilizzati da millenni in molte parti del mondo, confermata dai tanti edifici, edificati per durare per sempre, che hanno sfidato il tempo restando in piedi davanti a terremoti di elevatissima magnitudo.

Già Plinio il Vecchio nella sua *Naturalis Historia* scriveva dell'inevitabile ripetersi dei terremoti: *"Dove la terra ha tremato tremerà ancora"*, ed è innegabilmente un dato scientificamente provato che in Italia le Regioni centrali sono particolarmente a rischio. Ebbene, dopo un terremoto devastante come quello recentemente verificatosi nell'Appennino, quando dobbiamo ricostruire facciamo in modo – soprattutto facendo sentire, a tutti i livelli, la nostra voce di tecnici - che nella ricostruzione o nell'adeguamento sismico siano adottati tutti gli accorgimenti necessari e rispettate tutte le regole in vigore ad evitare il ripetersi di simili tragedie. Lo facevano gli antichi, possiamo farlo anche noi.

Da sinistra: mura poligonali a Cusco (Peru), Machu Picchu e Giappone

