




Come furono  
erette le piramidi?  
E Stonehenge?  
Le ultime ipotesi  
tentano di svelare  
i segreti dei più  
arditi costruttori

# Ingegneri dell'impossibile





**S**i può produrre un blocco di pietra pesante diverse tonnellate, sollevarlo, spostarlo, posarlo su altri blocchi e realizzare così una costruzione di quasi 140 metri di altezza? Oggi sì, in due o tre mesi. Ma 5 mila anni fa, senza conoscere le carrucole o l'uso dei metalli come strumenti di lavoro e avendo a disposizione solo braccia, legno e corde doveva sembrare praticamente impossibile. Eppure la piramide di Cheope è lì, nella piana di Giza, ammirata da milioni di turisti. Come Stonehenge, i templi greci, le piramidi maya, i nuraghi. Costruzioni antichissime, che mettono gli archeologi di fronte a un duplice mistero: quello della loro funzione e quello, anche più affascinante, del modo in cui furono realizzate.

**POTERE EDILIZIO:** «Costruire, per gli antichi, era in un certo senso rifare con le mani quello che aveva fatto la natura. E poi piegarlo alle esigenze di rappresentazione delle religioni e dei miti: non è un caso che la massoneria, molto più tardi, sia nata dalla potente corporazione dei muratori» spiega Alberto Arecchi, architetto e studioso di storia delle costruzioni. Questo ragiona-

mento è anche la chiave per comprendere le più recenti teorie sulla realizzazione delle piramidi egizie, il "mistero dei misteri".

Secondo l'architetto francese Jean-Pierre Houdin, la piramide di Cheope fu costruita grazie a una particolare rampa interna (v. disegno a pag. 47), che permetteva agli operai di lavorare in sicurezza e a una temperatura sopportabile. La Grande galleria (un cunicolo senza decorazioni, ma con singolari scanalature alle pareti) sarebbe stata poi funzionale alla costruzione della Camera del re, al centro della piramide, servendo come binario per il sollevamento di blocchi di granito da 60 tonnellate. Teoria affascinante, suffragata da una complessa simulazione al computer ([www.3ds.com/introduction](http://www.3ds.com/introduction)) e da alcune anomalie nelle misurazioni della forza di gravità riscontrate sulla piramide negli Anni '80, che fecero ritenere che l'edificio contenesse i resti di una rampa a spirale.

Ma se quello fu il metodo di costruzione, da dove provenivano i blocchi di pietra?

**CEMENTIFICATI.** Secondo un egittologo francese, Joseph Davidovits, ingegnere esperto di geopolimeri, il materiale di co- ➔

## Megalomani

Le piramidi di Micetino, Cheope e Chefnen a Giza, presso il Cairo (Egitto), furono erette intorno al 2500 a. C. e il risultato, considerata l'epoca, ha quasi del miracoloso.



## Gli strumenti dei cavatori egizi

### ▶ MARTELLI E PICCONI

Le rocce di calcare si scanalavano con martelli di granito o pietra silicea.

lacci in pelle



manico doppio in legno

Le teste dei martelli erano lunghe 30 cm



### ▶ PERCUSSORI

Per il granito si usavano martelli o percussori a mano in dolerite, più dura.



I percussori più grandi venivano sollevati con corde e lasciati cadere dall'alto.



## L'architetto della piramide di Djoser, Imhotep, fu divinizzato per i

struzione potrebbe essere il calcestruzzo: in pratica, gli egiziani avrebbero colato malta calcarea, conchiglie e natron (carbonato di sodio, che usavano anche per le mummificazioni) all'interno di casseforme in legno. I blocchi dunque sarebbero stati realizzati sul posto, come grandi "mattoni" poi issati con un complicato sistema di argani. Una tesi che, inizialmente, ha turbato gli egittologi, che l'hanno considerata anti-storica (l'invenzione "ufficiale" del calcestruzzo risale ai Romani). Ma proprio qui entra in gioco la religione.

«Nell'antico Egitto si veneravano due divinità contrapposte, Khnum e Amon. Il primo era il dio della "pietra agglomerata" (che ricorda il dio degli Ebrei, capace di creare l'uomo dal fango), il secondo quello della "pietra scalpellata"» spiega Arecchi. Khnum era venerato da Cheope, che sosteneva la sua casta sacerdotale: la stessa casta che, circa 1.300 anni dopo, fu surclassata da quella dei sacerdoti

del dio Amon, tenuti in grande considerazione dal celebre Tutankhamon. «E infatti per lui non fu costruita una piramide, ma una tomba intagliata nella pietra nel cuore della Valle dei Re: ben diversa da quelle realizzate nel 2700 a. C. dall'architetto egizio Imhotep, considerato l'"inventore" delle piramidi» ricorda Arecchi.

**MURATORI ALCHIMISTI.** Questa contrapposizione di culti generò, secondo Davidovits e Arecchi, anche un equivoco, legato all'origine dell'alchimia: «Nell'Egitto degli ultimi faraoni, ad Alessandria, si parlava quasi soltan- ➔







### ▶▶ MAZZUOLI

In legno duro, si usavano con scalpelli.



### ▶▶ SCALPELLI

In rame o leghe di rame e di varie fogge, allargavano le scanalature nella roccia.

### ▶▶ CUNEI

Nelle scanalature si infilavano cunei di legno che, bagnati, si dilatavano allargando le fessure.



### ▶▶ SEGA

Usata con sabbia bagnata, per attrito aiutava il distacco dei blocchi.



## suoi meriti "edilizi"

### L'evoluzione delle piramidi



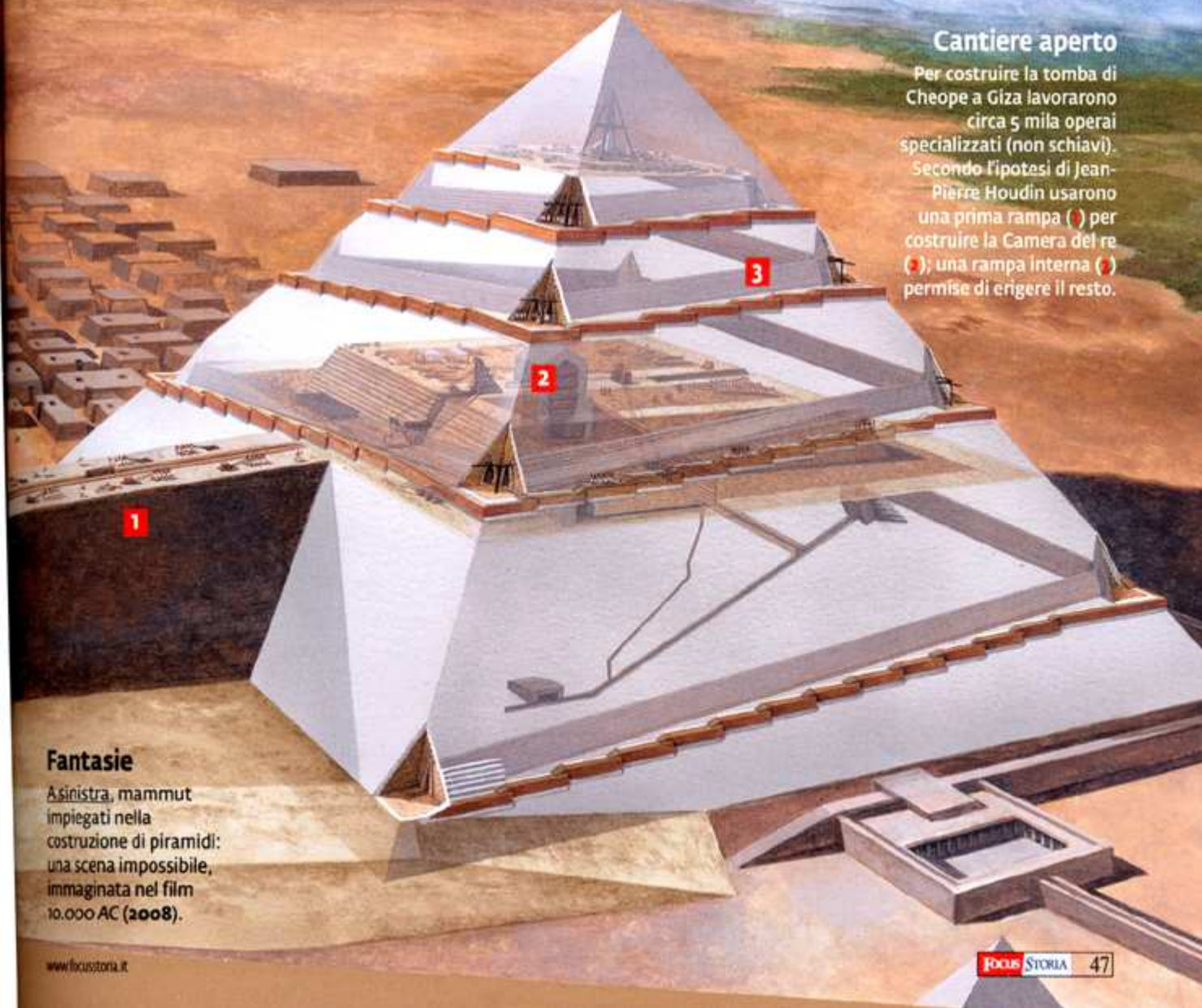
Le più antiche, come quella di Djoser a Saqqara (2700 a. C.) erano a gradoni.



La forma intermedia di quella di Snefru si deve a un cambio in corso d'opera.

### Cantiere aperto

Per costruire la tomba di Cheope a Giza lavorarono circa 5 mila operai specializzati (non schiavi). Secondo l'ipotesi di Jean-Pierre Houdin usarono una prima rampa (1) per costruire la Camera del re (2); una rampa interna (3) permise di erigere il resto.



### Fantasie

A sinistra, mammut impiegati nella costruzione di piramidi: una scena impossibile, immaginata nel film 10.000 AC (2008).





## 1 Nella cava

I megaliti venivano cercati dagli uomini del Neolitico anche a centinaia di chilometri, dove c'erano rocce già frammentate.



### La costruzione di un complesso megalitico richiedeva da 7 mila a



#### Rimesso in sesto

Il restauro di una "porta" di Stonehenge nel 1950. Sotto, un immaginario rito celtico nel tempio megalitico, secondo una stampa dell'800.

to greco. Quella che gli Egizi chiamavano "la materia del corpo di dio", intendendo la pietra, fu tradotto col termine *kryosòs*, che significa oro: così, quando si tramandava il sapere della costruzione del "corpo di dio", gli alchimisti cercavano di fare l'oro... ottenendo probabilmente il calcestruzzo» commenta Arecchi. Una teoria che trova conferme anche nella grande quantità di vasi ritrovati nelle tombe egizie del primo periodo: «Sono realizzati in materiali come gneiss anortositico, basalto, breccia, microgrès: pietre durissime, difficili da lavorare anche oggi. È molto più probabile che siano state invece realizzate in agglomerato, ricorrendo cioè a fondenti della classe dei silicati idrati, come la crisocolla (simile al turchese), conosciuti ed estratti dalle miniere del Sinai».

**MODELLO-BASE.** Se l'architettura egizia si ispirava alla natura, resta il fatto che non esistono grandi forme piramidali naturali. E il tipo più antico e diffuso di costruzione in pietra è infatti un altro, il cosiddetto "sistema trilitico" (meglio noto con il nome di dolmen, una delle prime applicazioni di questa struttura): tre blocchi, due verticali infissi nel terreno e uno orizzontale posato sopra. Una casetta rudimentale, in apparenza: probabilmente, invece, era la parte visibile di sepolture collettive, circondate e ricoperte in origine da un tumulo di terra.

«Il concetto di casa ha ben poco a che vedere con il trilitico» dice Arecchi. «A parte le grotte, l'abitazione costruita partendo solo da un terreno piano si è semmai ispirata al "mucchio di sassi con un buco"». Di esempi

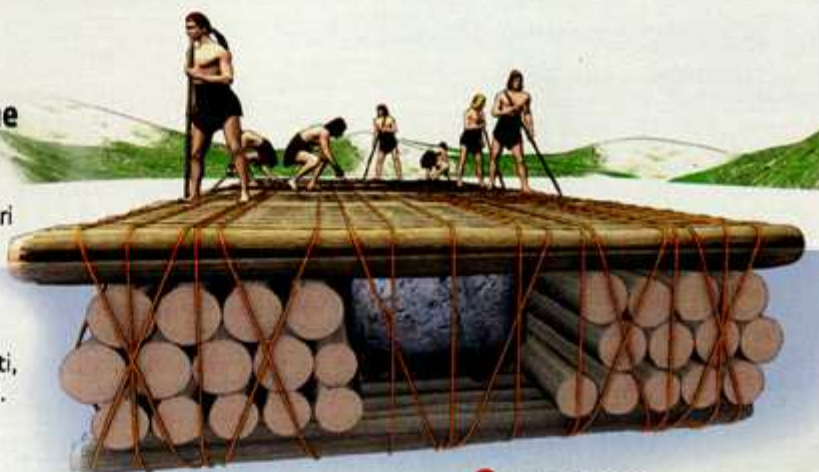






## 2 L'estrazione dei blocchi

Usando cunei in legno e percussori in pietra si praticavano scanalature e si allargavano le fratture già esistenti, ottenendo i blocchi.



## 3 Via acqua...

Talvolta i monoliti erano trasportati lungo i fiumi, imbragati all'interno di zattere.



## 4 ...o via terra

In altri casi si usavano binari e rulli in legno su cui far rotolare, trascinandoli, i blocchi di pietra.

## 30 mila giorni di lavoro

ce ne sono molti: dai nuraghi della Sardegna ai trulli pugliesi. «Sono costruzioni che vengono chiamate "false cupole": furono realizzate con sovrapposizioni successive di cerchi di pietre sempre più piccoli. Ma con la cupola non condividono nulla. La costruzione nuragica, infatti, tende a collassare verso il centro, mentre la cupola "spinge" all'esterno e per questo regge. Le conoscenze necessarie per questi due tipi di costruzioni erano diversissime, anche se portavano a un risultato finale in apparenza simile».

**PIETRE E LEGNO.** Il sistema trilitico degli architetti neolitici è anche alla base del sistema dell'architrave: due pilastri e, invece della pietra orizzontale, un arco formato da "conci", blocchi di pietra tagliata, inclinati e chiusi alla sommità dalla "chiave". Un'evoluzione resa possibile dall'uso del legno. «Il legno è molto più resistente della pietra, almeno se si deve realizzare un tetto: il minerale, infatti, ha una resistenza bassissima alla flessione» continua l'esperto. «Le prime costruzioni lignee, realizzate da popoli che vivevano in regioni umide e ricche di boschi, come quelle della Mesopotamia, avevano ancora un tetto piatto, concettualmente non diverso da quello dei dolmen. Ma nella più evo- →



## 5 La forza della leva

I monoliti venivano infilati in fosse scavate nel terreno. Per rizzarli si usavano tronchi impiegati come leve e corde.



## Guglie e archi delle cattedrali sono elementi strutturali, ma a noi sembrano solo decorazioni



luta Grecia si comprese che per costruire un tempio in pietra bisognava inclinare i blocchi in modo che si reggessero, almeno in parte, da soli. Così ebbero origine gli architravi e il frontone dei templi classici, come li conosciamo oggi. I Greci capirono anche l'importanza di posizionare colonne ravvicinate, per scaricare meglio i pesi a terra».

**OROLOGIO CELESTE.** L'applicazione più sorprendente del sistema trilitico si trova a Stonehenge (in inglese, "Pietra sospesa"), nello Wiltshire (Inghilterra): un insieme di blocchi in pietra alternati a buche nel terreno, realizzato in fasi successive a partire dal 3100 a. C. circa. Sarebbero di questo periodo, infatti, il terrapieno e il cerchio in pietra che si trovano all'interno del complesso megalitico. «Stonehenge è interessante per la disposizione delle pietre, oltre che per la tecnica costruttiva, che probabilmente prevedeva l'impiego di terrapieni» dice Arecchi. «È possibile che si trattasse di un complesso "orologio" meteo-astronomico. Forse i marinai sapevano che partendo quando una certa stella appariva in una determinata "porta" (quando cioè iniziava un certo periodo dell'anno) avrebbero avuto i venti favorevoli» conclude l'esperto.

Va detto però che le pietre di Stonehenge come le vediamo oggi hanno poca attinenza con la loro posizione iniziale: nei primi anni del '900, infatti, molte "porte" (i singoli gruppi trilitici) sono state restaurate, sollevando i blocchi con argani e togliendoli dalla posizione originale, che comunque era già stata modificata dall'invasione dell'esercito romano del 61 a. C. Quello che è certo è che il cantiere di Stonehenge, i cui blocchi da 4 tonnellate l'uno furono trasportati per centinaia di chilometri prima di essere eretti (v. a pag. 48), fu il più straordinario della sua epoca.



Il dio egizio Khnum, sacro ai costruttori.

**MACICI MURATORI.** Gli enigmi tecnologici di Stonehenge e quelli delle piramidi hanno dato origine, negli anni, a una serie infinita di leggende e credenze magiche. Ma non è un caso. «Architettura e magia sono andate di pari passo fin dagli inizi, essendo legate alla trasmissione delle conoscenze» spiega Arecchi. Il "saper costruire" ha sempre avuto in sé una componente magica: se la realizzazione del calcestruzzo fu forse all'origine dell'alchimia, le tecniche che permettevano di erigere opere colossali, dal Tempio di Salomone alle cattedrali gotiche, dovevano avere, al loro tempo, del miracoloso. A partire dal Medioevo, a tramandarsi queste conoscenze (e il "potere edilizio" a esse collegato) furono le corporazioni dei muratori, che diedero poi origine alla massoneria.

Gli inglesi *free masons* ("liberi muratori") non erano infatti altro che gli appartenenti alla corporazione edilizia che introduceva i suoi membri, ad esempio, ai segreti per innalzare colonne di decine di metri. Conoscenze che potrebbero avere pochissimo di esoterico: come spiegano gli esperti del Censur (Centro studi sulle nuove religioni) di Torino, il concetto stesso di "misteri" massonici, che tanto appassiona gli occultisti, potrebbe derivare da un banale errore di traduzione. Nel Medioevo, infatti, le organizzazioni di muratori inglesi si indicavano con il termine *misteres*, probabilmente derivato dall'italiano "mestiere". Nel '600, però, quel nome cominciò a essere trascritto *mystery* ("mistero"), suscitando l'interesse di un numero crescente di "apprendisti" più interessati all'occulto che ai modi di realizzare un architrave.

Carlo Dagradi

### Squadra e compasso

Il simbolo dei massoni, con gli strumenti delle antiche corporazioni dei muratori.

## Ingegnere per amore

**A** Homestead, in Florida (Usa), c'è un giardino di pietra chiamato Coral castle: è costruito usando un minerale detto Coral, tagliato in blocchi pesanti, orientati secondo la posizione di alcune stelle, del Sole e della Luna (foto). Fin qui poco di strano, dato che costruzioni simili sono diffuse in diverse località. Il fatto curioso è che a edificarlo fu un uomo solo, Edward Leedskalnin.

**Da favola.** Edward era nato nel 1887 a Riga, in Lettonia. A 26 anni, abbandonato dalla fidanzata, si trasferì negli Stati Uniti, ripromettendosi di costruire un castello di pietra per riconquistare la sua amata. Iniziò a erigere Coral castle nel 1918, ma nel 1936 decise di trasferirlo 16 km più in là. E qui inizia il mistero: secondo alcuni, Edward si fece aiutare soltanto da un amico con un camion, caricando da solo i blocchi di pietra, alcuni pesanti diverse tonnellate.

**Fai da te.** A colpire è soprattutto una porta in pietra di 9 tonnellate, incardinata in maniera così precisa da poter essere aperta con un solo dito. Come fece Edward a costruirla da solo? Le ipotesi sono molte, dall'uso di palloni a idrogeno allo sfruttamento del magnetismo. Il solo dato certo sono alcune fotografie che ritraggono Leedskalnin alle prese con argani impossibili da manovrare da solo. Dopo l'improvvisa morte di Leedskalnin, nel 1951, Coral castle è diventato un'attrazione turistica. Che però l'ex fidanzata non ha mai voluto visitare.

