

# Sei epoche diverse

Workshop



1/14

## Postazione 1: le piramidi egiziane

**Compito: osserva l'animazione relativa alla costruzione delle piramidi e riassumila per iscritto.**



Come hanno fatto gli antichi egizi 4 500 anni fa a impilare blocchi di pietra del peso di varie tonnellate fino ad un'altezza di 146 metri? La costruzione della Grande Piramide di Giza è uno dei più vecchi enigmi della storia dell'umanità.

L'architetto Jean-Pierre Houdin presenta in un fantastico sito web interattivo una possibile soluzione a questo enigma:

<http://www.3ds.com/passion-for-innovation/khufu-reborn/3d-experience/>



Il sito ci accompagna in un viaggio del tempo tridimensionale nell'antico Egitto, informandoci sulle ultime scoperte relative alla stupefacente tesi di Houdin, secondo il quale la Piramide di Cheope sarebbe stata costruita dall'interno verso l'esterno, mediante l'impiego di una rampa a spirale ascendente in un tunnel all'interno della piramide.

Nel 2007, per provare questa teoria e darle un fondamento scientifico, Houdin ha simulato al computer il processo di costruzione della piramide. Nel 2008 è stata poi scoperta un'intaccatura nell'angolo nord-ovest della piramide: esattamente nel punto in cui Houdin suppone si trovasse una delle piattaforme della rampa interna.



Su questa base, Houdin ha affinato negli ultimi anni la sua teoria. Recentemente ha affermato di essere giunto a nuove conclusioni, secondo le quali esisterebbero due anticamere, collegate alla Camera del Re, e dei corridoi, attraverso i quali venivano trasportati i defunti durante il rito funebre. Quando ciò sia esatto e che cosa implichi per la costruzione della piramide, lo potranno dire solo ulteriori ricerche in loco.



Fino ad allora, puoi farti una tua opinione sulle opere dei mastri costruttori dell'Antico Egitto. Chi vuole, può addirittura partecipare virtualmente alla cerimonia funebre del faraone Cheope.

# Sei epoche diverse

Workshop



2/14

**Quali profili professionali furono necessari per la costruzione della piramide? Indicane altri 5 e descrivili brevemente.**

1. Fabbricante di attrezzi: fabbrica scalpelli di rame e li affila; fabbrica anche martelli e coltelli.
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_

**Rispondi alle seguenti domande**

1. *Come hanno fatto i costruttori della piramide a trasportare i pesanti blocchi di pietra fino al cantiere?*
  - A) Con l'aiuto di rampe
  - F) Servendosi di gru
2. *Quanto pesavano i blocchi più grandi?*
  - G) Fino a 60 tonnellate
  - D) Circa 2 – 3 tonnellate
  - R) Circa 10 tonnellate
3. *Quanti lavoratori vennero impiegati per la costruzione della Piramide di Cheope?*
  - P) Fino a 5 000
  - T) Fino a 12 000
  - A) Fino a 20 000
4. *Quanti anni è durata la costruzione della Grande Piramide di Giza?*
  - O) 5 anni
  - M) 15 anni
  - T) 35 anni
5. *La Grande Piramide è stata realizzata con due materiali. Quali?*
  - A) Granito e pietra calcarea
  - U) Granito e pietra arenaria
  - I) Pietra calcarea e pietra arenaria

→ *La soluzione dà il nome di una pietra preziosa (una variazione del quarzo,  $\text{SiO}_2$ ).*



# Sei epoche diverse

Workshop



3/14

## Postazione 2: le palafitte

**Compito: leggi il testo e poi progetta una casa su palafitte.**

Le palafitte servivano a proteggersi contro gli animali predatori e i nemici, oppure contro le esalazioni nocive del terreno. Tali costruzioni furono erette sia sulla riva di mari, laghi e fiumi, che su terreni paludosi.

Nei punti poco profondi si conficcavano pali costituiti da tronchi interi o spaccati. I pali normalmente erano grossi al massimo 15 centimetri; la lunghezza variava invece da tre a sei metri, a seconda dell'altezza del livello dell'acqua. Spesso venivano affondate ai piedi dei pali delle pietre pesanti, che dovevano garantire una maggior stabilità in caso di forti ondate. Anche le case erano costruite con la stessa tecnica, rivestite all'esterno con uno strato di argilla e ricoperte di paglia, cortecce e rami.



### Palafitte di Unteruhldingen

Questo metodo di costruzione venne impiegato nel periodo che va dal Neolitico (13 500 anni fa) fino all'età del bronzo e alla tarda età del ferro (2 500 anni fa).

In quel periodo, nonostante il nomadismo fosse ancora diffuso, i contadini cominciarono piano piano a diventare sedentari. Gli uomini dell'epoca iniziarono ad addomesticare gli animali e a coltivare le piante, levigando la pietra e usandola per fabbricare gli utensili di cui avevano bisogno (come ad es. le asce di pietra). Allo stesso tempo si diffuse anche l'uso di recipienti in ceramica.

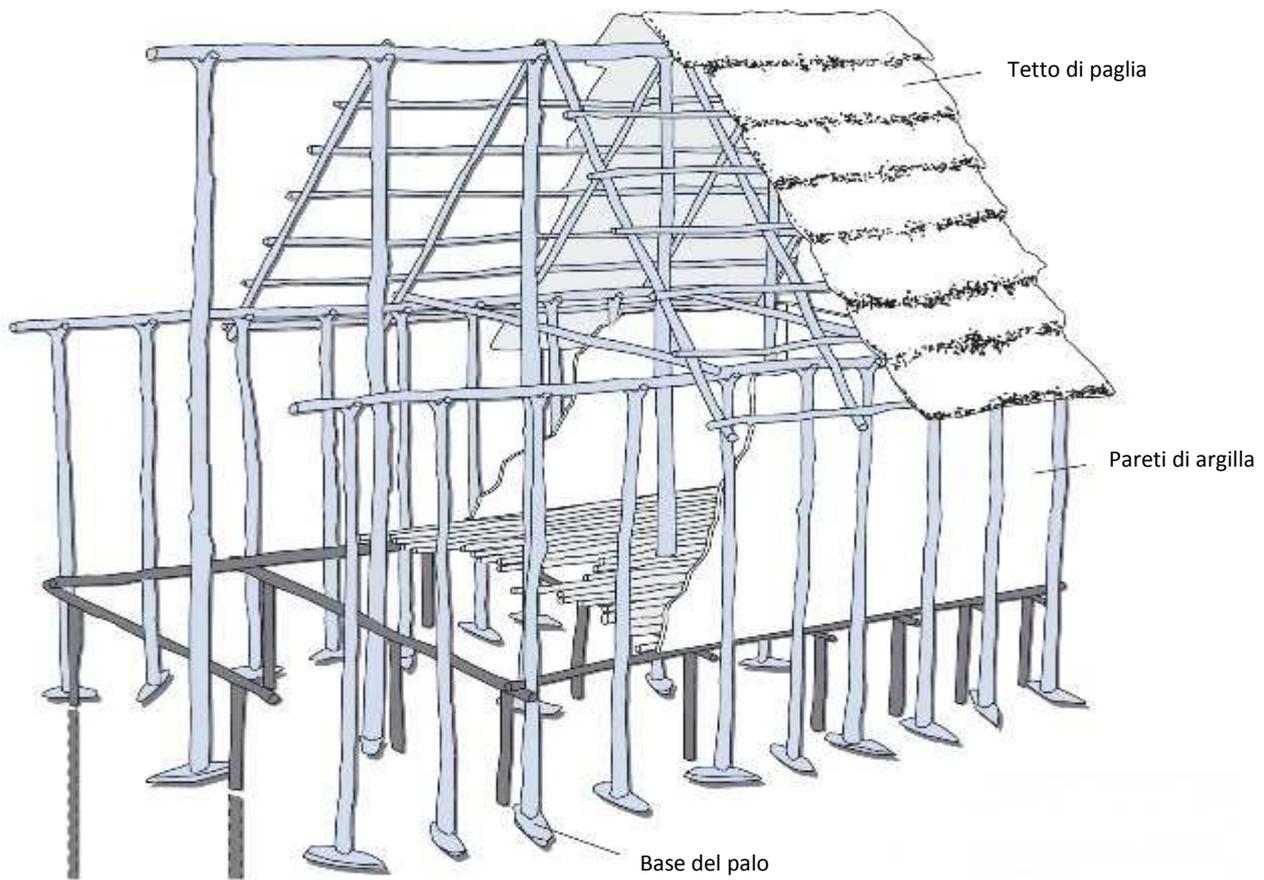
# Sei epoche diverse

Workshop



4/14

## Progetto di una casa su palafitte



### Quali sono le sfide tecniche di una tale costruzione e che soluzioni proponi?

Problema:

La tua soluzione:

---



---



---



---



---



---



---



---

### Descrivi le fasi della costruzione di una casa su palafitte.

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_

5 \_\_\_\_\_

6 \_\_\_\_\_

# Sei epoche diverse

Workshop



5/14

## Postazione 3: il cementizio, ossia il calcestruzzo dei romani

**Compito: leggi il testo e prepara un secchio di cementizio per costruire un muretto.**

**Già ai tempi dei romani, il calcestruzzo era un materiale da costruzione molto importante.**

Il calcestruzzo era usato già nel 7 000 a.C. nella regione dell'attuale Palestina. Ma furono i romani a perfezionarne la composizione, portandola al massimo grado di perfezione.

È anche al calcestruzzo che Roma deve il suo attributo di “Città eterna”. I mastri costruttori dell'epoca, per procurarsi gli ingredienti del calcestruzzo, si recavano a Puteoli, l'attuale Pozzuoli, una cittadina non lontano da Napoli. Si presume che già attorno al 300 a.C. si siano resi conto che la pozzolana, una sabbia di origine vulcanica che si trova in quella regione, mescolata alla calce produceva una malta che, mescolata a sua volta con sabbia, ghiaia o pietre frantumate, si solidificava dando origine al cementizio, un materiale impermeabile ed estremamente duro.

Il cementizio, una sorta di calcestruzzo costipato conosciuto anche con il nome di “Opus Caementitium” (termine da cui deriva la parola “cemento”), divenne il materiale chiave dell'architettura romana. Con esso i romani riempivano i paramenti esterni delle loro opere in muratura, fabbricavano costruzioni sott'acqua, eressero su un terreno paludoso le imponenti fondamenta del Colosseo e costruirono la cupola del Pantheon, che misura ben 43 metri di diametro.



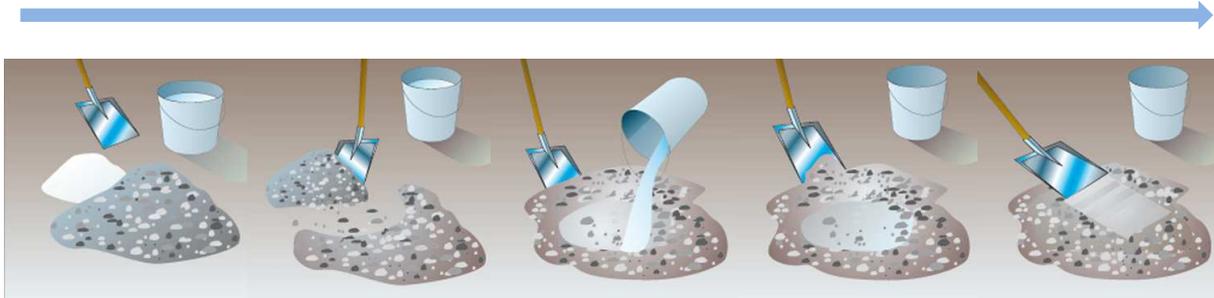
# Sei epoche diverse

Workshop



6/14

**Prepara ora un secchio di cementizio e costruisci un muretto da giardino.**



Per questo piccolo progetto potresti anche comprare del calcestruzzo già mescolato in sacchi. Invece preparerai la miscela da solo. Per il muretto ti serve una cassetta di legno che fungerà da cassaforma e nella quale getterai il cementizio.

Normalmente la miscela di un calcestruzzo di consistenza leggermente grezza è composta da 1 – 1,5 parti di calce viva (acquistabile presso un rivenditore specializzato) e 3 parti di aggregati (sabbia + ghiaia, granulosità 0 – 8, acquistabili già mescolati presso le cave di ghiaia o i rivenditori specializzati), a cui si aggiungeranno delle tegole finemente sminuzzate con un martello.

Decisiva a questo punto è la quantità d'acqua che viene aggiunta. Per ottenere la giusta consistenza ti servono, ad esempio, solo 2 – 2,5 litri d'acqua per 20 kg di miscela a secco. La quantità d'acqua può naturalmente subire delle leggere variazioni. Quando il calcestruzzo viene gettato sulla o nella terra, come nel caso del muretto di un giardino, deve risultare umido (come la terra) e avere una consistenza plastica! Una massa troppo liquida e molle, come di solito si pensa che sia il calcestruzzo, non è per nulla adatta a questo tipo di costruzioni ed è impossibile da lavorare. Si incolla agli attrezzi, non prende forma e non si addensa.

La miscela umida invece è ideale da usare e di qualità ancora migliore. Il calcestruzzo, infatti, è "igroscopico"<sup>1</sup> e assorbe l'umidità dal terreno. In questo modo il processo di presa del calcestruzzo è lento e continuo.

La mescolatura comincerà non appena avrai deciso qual è il contenitore che fa al tuo caso. Potrebbe essere una carriola o un secchio di plastica: dipende da quanto calcestruzzo vuoi preparare. Come prima cosa, versa con cautela nel contenitore il calcestruzzo secco ben mescolato.

Ora aggiungi l'acqua ad intervalli (mezzo litro alla volta), mescolando bene con la pala o una cazzuola. Questo procedimento è abbastanza faticoso e può durare 5 minuti buoni. La miscela è perfetta quando raggiunge una consistenza leggermente plastica, ma non viscosa! Prendi ora la cassaforma di legno, gettavi il calcestruzzo e comprimilo bene.

<sup>1</sup> Definizione: "Sostanza che, esposta all'aria, è capace di assorbirne l'umidità." (www.treccani.it)

# Sei epoche diverse

Workshop



7/14

## Postazione 4: costruire nel Medioevo

**Compito: leggi il testo, segna le cose importanti e prepara una breve relazione.**

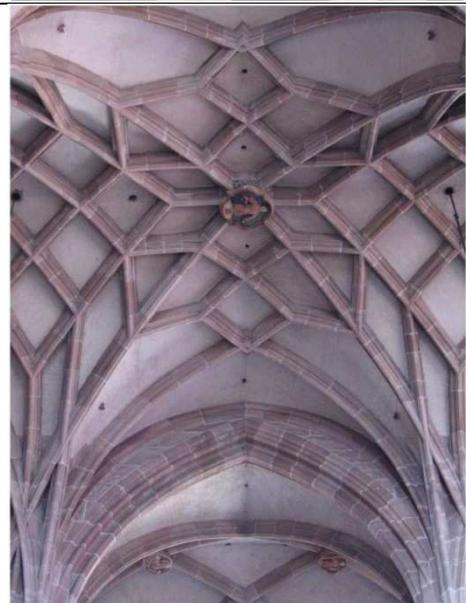
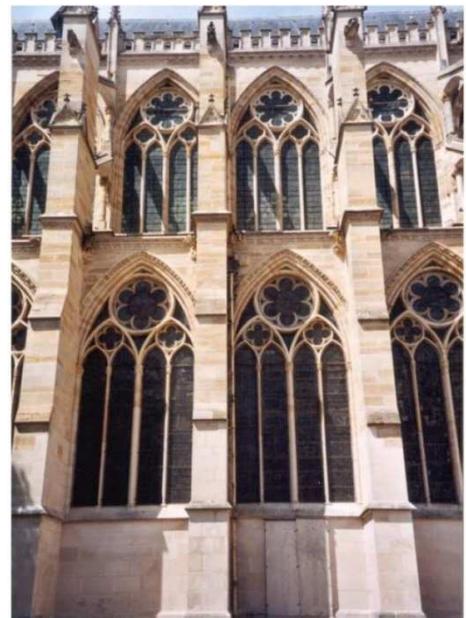
Il Medioevo era l'epoca delle grandi cattedrali e delle chiese. La costruzione di una chiesa era sotto ogni aspetto l'incarico edilizio più complesso di quel periodo. Generazioni intere hanno lavorato all'edificazione di enormi chiese conventuali, chiese cittadine e duomi; la costruzione di edifici profani – come municipi, fortezze e castelli o addirittura abitazioni private – passava in secondo piano.

Edificare una chiesa era un'opera complessa, non solo per quanto concerne il finanziamento e l'organizzazione dei lavori, ma anche dal punto di vista tecnico. Le chiese e le cattedrali dovevano avere i campanili più alti, le volte più ampie, le armature del tetto più grandi.

Per costruire le chiese più grandiose non si risparmiava né sui costi né sul lavoro: le chiese erano anche il simbolo più importante del valore politico ed economico di conventi, città o vescovadi.

Nonostante lo straordinario valore della costruzione delle chiese nel Medioevo, le testimonianze scritte a noi pervenute sono pochissime. All'epoca le questioni tecniche non erano considerate di rilievo: l'edificazione di una chiesa in quanto rappresentazione dell'ordine divino era soggetta, anche da un punto di vista scientifico, ad interpretazioni di ordine teologico più che tecnico. Le persone che lavoravano sui cantieri non avevano seguito una formazione di tipo superiore. I mastri costruttori dei maggiori cantieri medioevali erano artigiani ben pagati e ben stimati, che però non avevano avuto la possibilità di seguire una formazione superiore di tipo accademico: già i tempi dell'apprendistato artigianale glielo avevano impedito.

### Esempi di costruzioni



## Sei epoche diverse

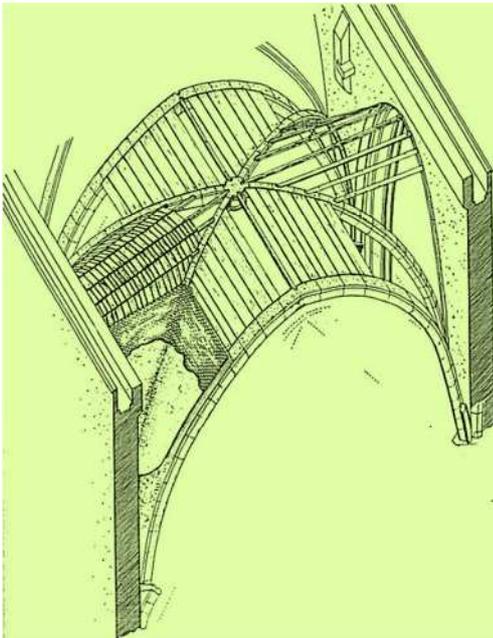
Workshop



8/14

All'età di 14 anni i giovani apprendisti iniziavano a lavorare presso un capomastro. L'apprendistato di uno scalpellino durava 4 – 5 anni. Poi era necessario mettersi in viaggio per almeno un anno. Per diventare a sua volta un capomastro erano infine necessari altri due anni di formazione.

Nonostante i mastri costruttori seguissero una formazione di tipo esclusivamente artigianale, il Medioevo è marcato da un'evidente evoluzione tecnica dell'edilizia dovuta alla maggiore esperienza. Le corporazioni (unioni di artigiani svolgenti la stessa attività economica) provvedevano al mantenimento degli standard qualitativi tecnici. I capomastri membri di una corporazione trasmettevano le loro conoscenze agli apprendisti attraverso il lavoro pratico sul cantiere, praticamente senza fissarle mai su carta.



Il gotico è lo stile emblematico del tardo Medioevo. Nato in Francia nel secolo XII, il gotico ha poi conquistato l'intera Europa, dalla Sicilia alla Svezia, dall'Inghilterra alle regioni baltiche. I tratti distintivi dell'architettura gotica sono la volta a crociera costolonata, l'arco a sesto acuto e i contrafforti esterni.

Visivamente, gli edifici gotici sono composti da una struttura di elementi in pietra (conci) intercalati da superfici vuote, che potevano ad esempio essere usate per magnifiche vetrate. Data l'elevata percentuale di conci usata, l'architettura gotica viene anche definita come l'architettura degli scalpellini. Anche negli edifici in muratura spesso gli elementi della struttura venivano preparati in botteghe affini a quelle degli scalpellini. Nell'architettura gotica, l'operato dei muratori rivestiva quindi un ruolo meno determinante.

### Armatura di sostegno di un arco a volta

Le enormi finestre delle cattedrali gotiche venivano articolate e stabilizzate grazie all'impiego dei trafori (sottili aste e cerchi di pietra). Se si guardano le forme geometriche dei trafori delle finestre si presume che uno scalpellino del periodo non potesse lavorare senza un minimo di conoscenze geometriche.

È solo verso la fine del secolo XV che compaiono i primi testi teorici sulla geometria delle costruzioni, compreso il più antico testo stampato di geometria in lingua tedesca, *Geometria*, redatto da Matthäus Roriczer, scalpellino e capomastro. Questo testo riassume alcune regole geometriche basilari per l'edilizia, ponendo però l'accento non sulla matematica (non contiene definizioni né dimostrazioni) bensì su indicazioni pratiche: le uniche, in fin dei conti, che servivano ad uno scalpellino per esercitare la sua professione.

A partire dalla metà del secolo XIII i capimastri operavano spesso contemporaneamente su più cantieri, a volte lontani l'uno dall'altro. Ciò era possibile solo perché per ogni edificio in costruzione vi era un progetto misurato o addirittura in scala, sul quale però il più delle volte non figuravano né quote, né scale di riferimento.

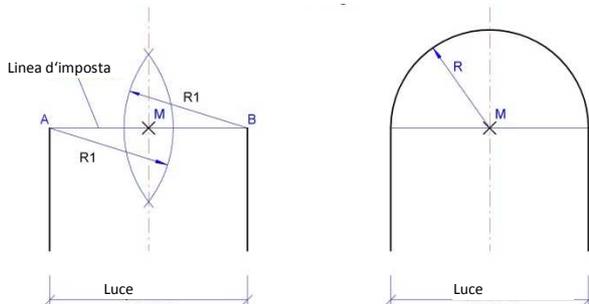
# Sei epoche diverse

Workshop



9/14

## Arco a tutto sesto



L'arco a tutto sesto, un elemento fondamentale dell'edilizia medioevale, è dal punto di vista geometrico un arco molto semplice. Il centro dell'arco si trova sulla linea d'imposta, esattamente al centro fra i due punti d'imposta. Il suo raggio è uguale alla freccia e corrisponde alla metà della luce.

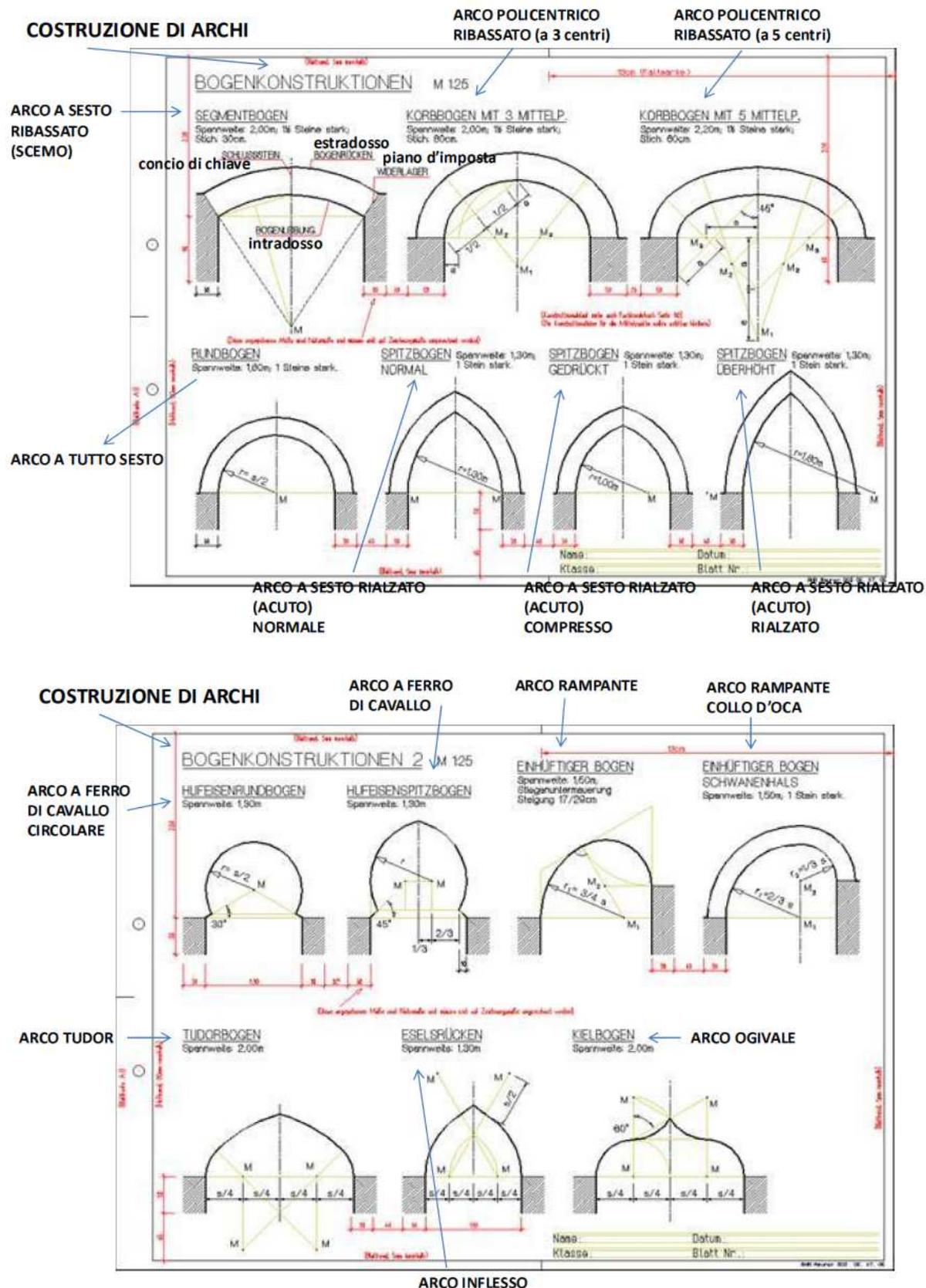
Le ridotte dimensioni dei raggi e la grande curvatura di questo tipo di arco hanno sempre posto problemi per quanto riguarda le fughe di grande spessore nell'estradosso (superficie esterna dell'arco, di solito non visibile). Per questo in passato si usavano spesso dei cunei, la cui richiesta oggi è però così ridotta che non vengono più fabbricati. Una possibile alternativa: usando una coltellata scomporre un arco a tutto sesto molto arcuato in singoli archi sovrapposti l'uno all'altro.

# Sei epoche diverse

Workshop



## Tipologie di arco (termini tecnici)



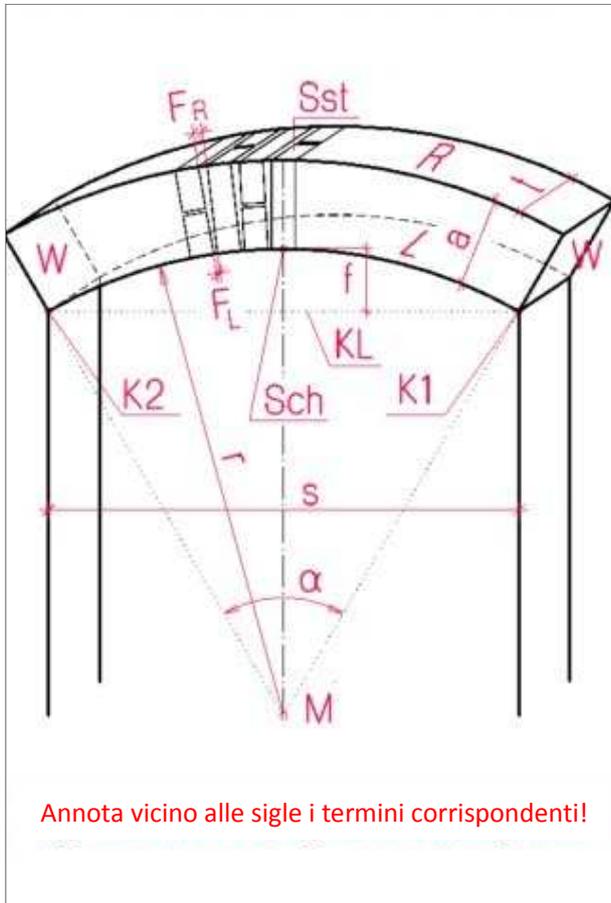
# Sei epoche diverse

Workshop



11/14

**Compito: inserisci nello schema i termini corretti.**



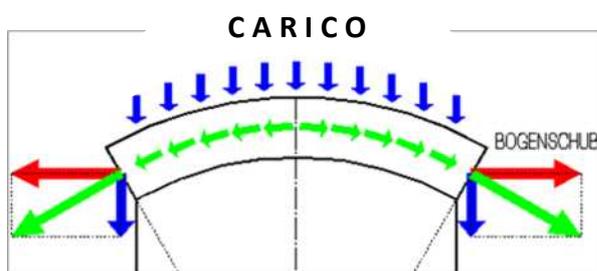
Annota vicino alle sigle i termini corrispondenti!

Sst	
R	
L	
f	
t	
a	
Sch	
K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub>	
KL	
W	
F <sub>R</sub>	Spessore delle fughe sull'estrados
F <sub>L</sub>	
s	
M	
r	
$\alpha$	

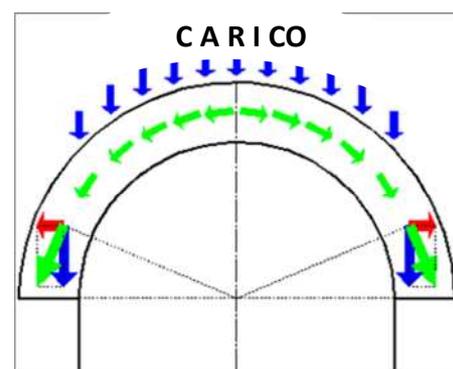
Annota vicino alle sigle i termini corrispondenti!

## Le forze di compressione in un arco

Se un arco in muratura subisce un carico regolarmente distribuito, sarà soggetto solo a forze di compressione. Viene così a generarsi una spinta in funzione della quale le forze si scaricano perpendicolarmente sul centro dell'arco. Nello schema è visualizzata la risultante sul piano d'imposta (verde). Essa può essere frazionata in una spinta orizzontale (rossa) e in una forza di sostegno verticale (blu). Più un arco è piatto, più la freccia è bassa, più aumenta la spinta orizzontale. La spinta orizzontale di un arco a sesto ribassato è molto grande.



Arco a sesto ribassato



Arco policentrico ribassato (a 3 centri)

# Sei epoche diverse

Workshop



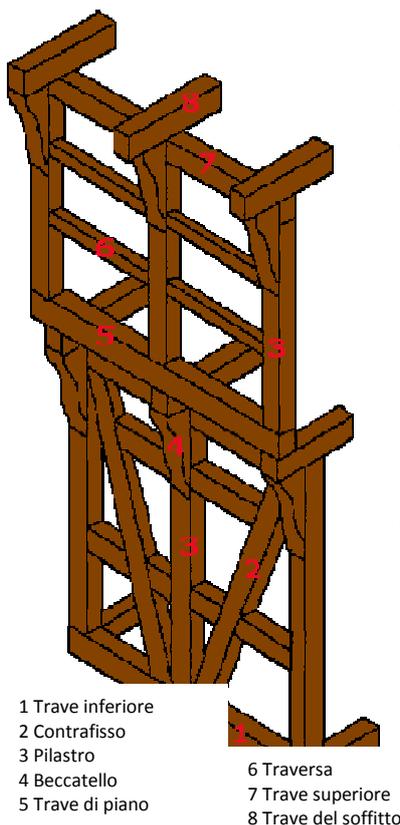
12/14

## Postazione 5: le costruzioni a graticcio del tardo medioevo

**Costruisci un semplice muro a graticcio con bastoncini di legno e gesso.**

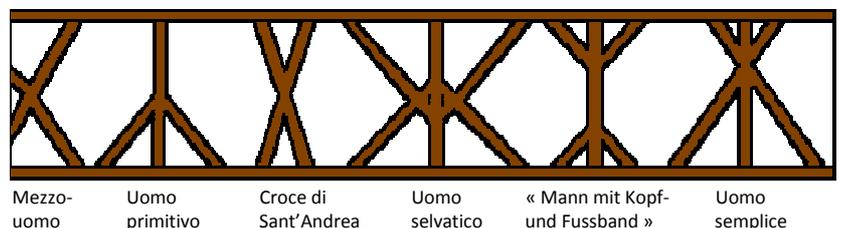
L'espressione "a graticcio" si riferisce a un metodo di costruzione che prevede in una prima fase l'erezione di una struttura portante in travi di legno. Gli spazi vuoti fra le travi (chiamati "interstizi") verranno poi riempiti con composti di legno o canne intrecciate e argilla, assi o mattoni. L'uso di questa tecnica è attestato sin dall'Alto Medioevo.

Per erigere le case si usava il legno sradicato dai terreni destinati alle coltivazioni o a nuovi insediamenti. In un primo periodo vennero edificate costruzioni a blocchi con tronchi d'albero (*Blockbau*). Quando nelle vicinanze i grossi tronchi cominciarono a scarseggiare, i costruttori concepirono una sorta di scheletro di legno, i cui buchi (interstizi) venivano riempiti con altri materiali.



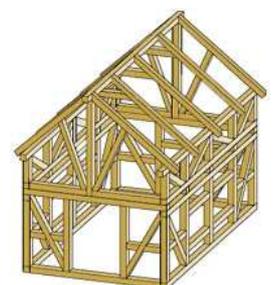
L'elemento principale della struttura a graticcio è costituito dal pilastro (in tedesco *Ständer*). In passato, il pilastro veniva conficcato profondamente nel terreno, mentre oggi viene posto sopra una trave (*Grundschwelle*), appoggiata a sua volta su un basamento in muratura. In questo modo si evita uno dei grandi problemi del passato: la velocità con cui il legno iniziava a marcire.

Nel periodo gotico le case a graticcio non erano decorate e assolvevano a un puro scopo abitativo. Nel Rinascimento, invece, la casa diventò così anche il simbolo della prosperità dei suoi proprietari e si iniziarono quindi a edificare edifici sempre più sfarzosi e sontuosi: Fra le decorazioni di questo periodo ricordiamo, oltre al semplice "uomo" e alla "croce di sant'Andrea", anche incredibili combinazioni realizzate con i più svariati elementi lignei, come ad es. "l'uomo selvatico" (*Wilder Mann*, una composizione di elementi lignei costituenti una croce).



### Esperimento

Provate a costruire uno o più muri a graticcio, usando fiammiferi o bastoncini di legno. Lavorate a gruppi. Ogni gruppo deve erigere almeno un muro. Per unire le parti in legno potete usare qualsiasi cosa. Se avete tempo, provate anche a riempire il muro / i muri con del gesso.



# Sei epoche diverse

Workshop



## Postazione 6: una casa moderna

Compito: descrivi le differenze che noti fra queste quattro case.



1



2



3



4

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_

# Sei epoche diverse

Workshop



14/14

**Disegna una semplice pianta di un piano della casa dei tuoi sogni o un suo prospetto (v. gli esempi qui sotto).  
Attenzione: la casa non deve essere un palazzo!**

Ecco due esempi: una piantina e un prospetto di due case diverse.

