

STORIA DELLA TECNOLOGIA

LEZIONE 4

**Massimo Guarnieri
Università di Padova
a.a. 2021-22**

~1500 a.C. - Caucaso

Fusione (parziale) e prima forgiatura del ferro

- Ittiti
- indotta dalla scarsità di stagno, necessario al bronzo, (le miniere anatoliche si sarebbero esaurite)
- inizialmente pochi oggetti di elevato valore

n.b.: Intorno al 3500 a.C. piccoli oggetti in ferro erano ricavati in Egitto e Sumer non con tecniche metallurgiche, ma a freddo con tecniche neolitiche da monoliti di origine meteoritica (provata dalla presenza di nichel)

~1500 a.C. - Caucaso

Fusione (parziale)

- dai minerali si ottiene ferro spugnoso (blumo)
 - la fusione completa del ferro puro non può essere raggiunta, perché avviene a 1550°C , temperatura oltre le possibilità del fuoco di carbone di legna e dei forni chiusi del tempo (per questo motivo il ferro è a lungo considerato un metallo anomalo)



Forgiatura

- lungo processo di martellamento alternato ad arroventamento che produce ferro saldato (o battuto)
 - il ferro è reso pastoso a temperature moderate e poi martellato in modo da espellere le scorie dal blumo e impaccarlo progressivamente (lavorazione lenta, costosa e faticosa)
- Richiede grandi quantità di legname (abbondante nella regione)

~1350 a.C. - Armenia, Turchia

- Fortunatamente il ferro prodotto in Anatolia è di qualità particolarmente buona, grazie alla legatura col titanio contenuto nei minerali ferrosi estratti nella regione

1350: Incrudimento (indurimento),
grazie alla cementazione

- Miglioramento della tecnica di lavorazione e della qualità del ferro
- Sviluppata dai Chalybes (sottomessi agli Ittiti) dell'Armenia (Anatolia settentrionale)



~1350 a.C. - Armenia, Turchia

Cementazione e incrudimento del ferro

- Nella forgiatura l'arroventamento è ottenuto immergendo il pezzo nella brace di carbone
- che causa l'assorbimento superficiale di carbonio rilasciato dal carbone con formazione di carburi (di ferro, di silicio)
- abbassa il punto di fusione a 1300-1400°C e permette di ottenere un ferro pastoso più facile da lavorare, seppure non totalmente fuso
- aumenta la durezza superficiale del ferro (durezza Brinell fino a 200 HB) mentre l'interno rimane più elastico e quindi poco fragile
- un buon ferro cementato risulta più duro dei migliori bronzi (150 HB), ma la forgiatura è un processo lungo, difficile e dispendioso (molto più della lavorazione a getto del bronzo)

n.b.: è un ferro lontano ad un buon acciaio attuale (Fe-C al 2%), che può raggiungere 600 HB, ma costituisce comunque un notevole progresso

~1350 a.C. - Armenia, Turchia

Oggetti in ferro: importanza strategica e poi agricola e commerciale

uso mirato

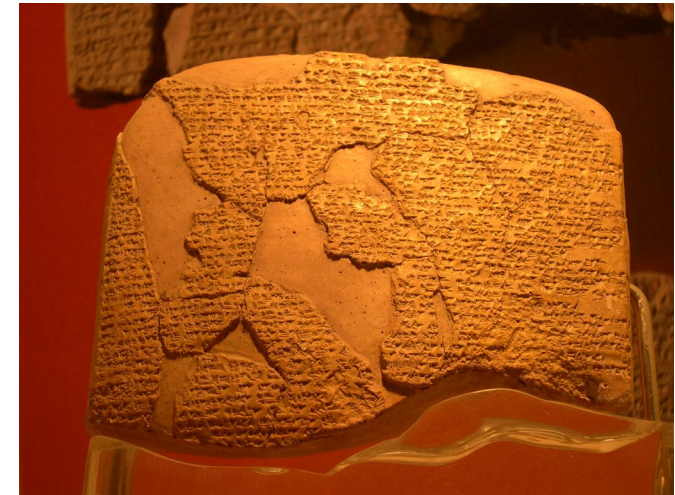
- Armi
- Poi anche utensili speciali per agricoltura
- Prima le tecniche di forgiatura e cementazione sono tenute segrete prima dagli Ittiti
- poi, quando diffondono in altre culture, da caste di fabbri, (la metallurgia è considerata un'arte divina: Efesto per i Greci e Vulcano per i Romani sono dei forgiatori)



This is a Hittite dagger-sword made of iron about 1100 B.C.. Much of it has turned to rust over the past three thousand years.



1286 a.C. - Siria



Istanbul - Museo Archeologico

Battaglia di Kadesh

- Documentata da entrambi i belligeranti: Egizi (guidati dal faraone Ramses II) e Ittiti (guidati dal re Muwatalli)
- uso delle tecniche di scrittura a fini di cronaca ma anche di propaganda: entrambi si dichiarano vittoriosi → controllo dell'informazione
- primo uso documentato della scrittura a fini diplomatici: trattato di pace e mutua assistenza

~1200 a.C. - Grecia e Medio oriente

Deforestazioni massicce
(spesso irreversibili):
Grecia, Cipro, Libano, Anatolia

- causata dalla forte domanda di legname:
 - come **materia prima** per: edilizia, imbarcazioni, utensili, suppellettili, ...
 - come **risorsa energetica** per: metallurgia, produzione di calci, mattoni, ceramiche, usi domestici, ...
 - tensioni economico-politiche per il suo rifornimento

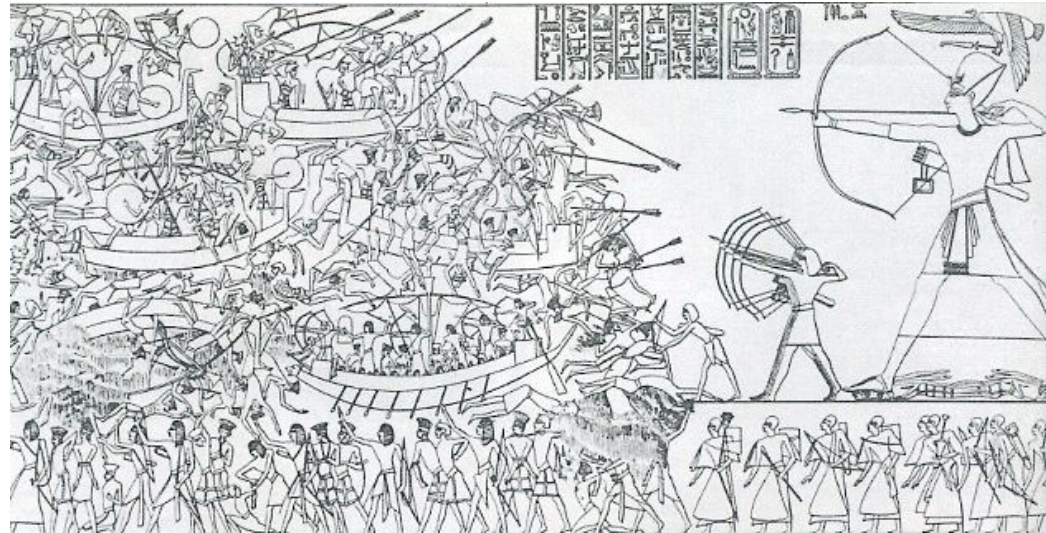


Assiria - Trasporto fluviale di una grande partita di tronchi verso la Mesopotamia
Musée du Louvre - Parigi

~1200 a.C. – Mediterraneo orientale

Assalti dei “Popoli del mare”

- Popolazioni bellicose più arretrate provenienti dall’Europa centro-meridionale e balcanica
- Crollo impero ittita (1200-1190)
- Crollo della civiltà micenea
- Attacchi all’impero egizio
- Respinti in una serie di sanguinose battaglie vinte da Ramses III (1186 a.C.)



~1100 a.C. – Caucaso

Diffusione delle abilità siderurgiche ittite



INIZIA L'ETÀ DEL FERRO
(maturazione lentissima)



1100-650 a.C. - Diffusione Ferro

In seguito agli sconvolgimenti e al collasso delle età del bronzo

1100-1000: Asia Minore (Siria, Fenicia, Mesopotamia)

1000: Grecia, India

800: Italia, Egitto

750: Cina (importazione da occidente?)

650: Europa centrale - Austria-Tirolo:

- primi centri di forgiatura centro-europei

Dopo 650: affermazione definitiva

1100-650 a.C. - Ferro

Effetti della diffusione del ferro:

- Riduzione progressiva del costo dei manufatti (ma sempre pregiati)
- Utensili di uso più generale
- Attrezzi in ferro per agricoltura
 - La scure in ferro con manico di legno ha un ruolo fondamentale nei disboscamenti su grande scala
 - sia per la raccolta del legno in regioni boschive che per l'acquisizione di nuovi terreni coltivabili (specialmente in Europa)
 - L'affermazione di una nuova tecnologia (il ferro) accompagna la fioritura e l'espansione di nuove culture e civiltà
- Le civiltà del ferro (indoeuropee - es. Greci classici, Celti, Romani) sono più egalarie di quelle del bronzo (semitiche, fortemente gerarchizzate e socialmente più rigide - es. Egizi e Mesopotamici)

1200-800 a.C. - Fenicia

Perfezionamento della nave con chiglia

- favorito dalla disponibilità di legno di cedro (conifera con tronco alto e dritto):
 - idonea a costruire chiglie molto lunghe
 - e preziosa per floridi commerci con Egitto e Mesopotamia



1200-800 a.C. - Fenicia

Tecniche di navigazione:

- in mare aperto con orientamento stellare (stella polare)
- mappatura (segreta) di venti e correnti

Espansione nel bacino mediterraneo

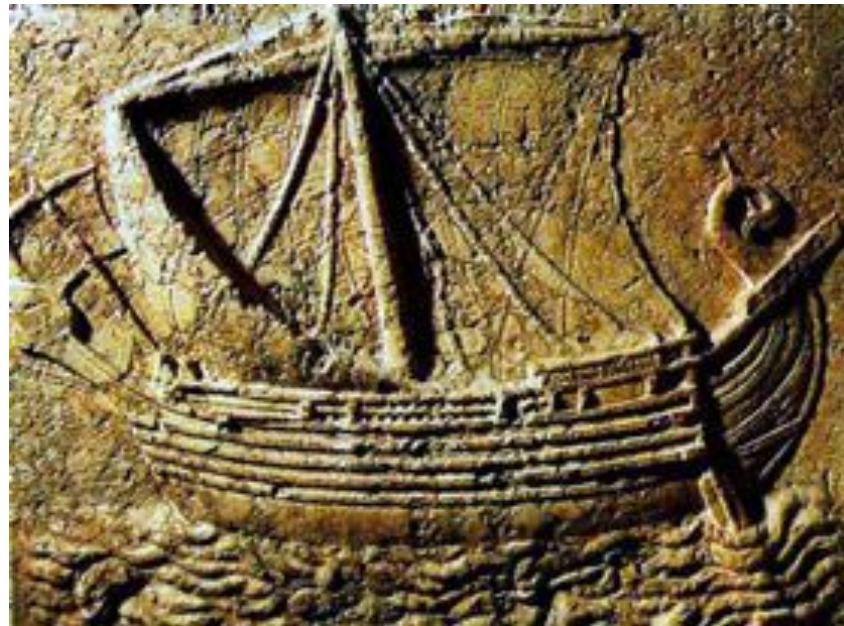
- fondazione di colonie (Cipro, Sicilia - Palermo, Sardegna, ... Cartagine, ...)
- esportazioni (legno, tinture per tessuti, ...)
- importazione di minerali dalla Spagna
- diffusione della cultura mediorientale e mesopotamica
- pirateria (non erano mercanti pacifici)



1200-800 a.C. - Fenicia

Navigazione in Oceano Atlantico, per commerciare materie prime preziose

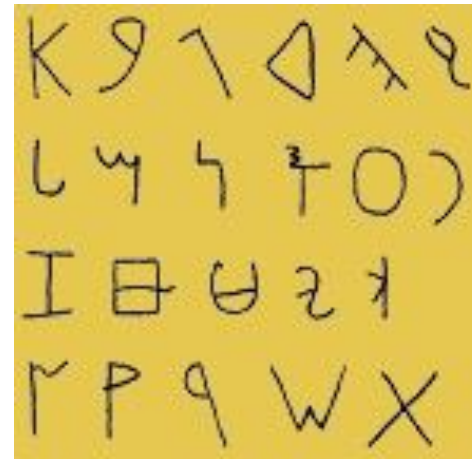
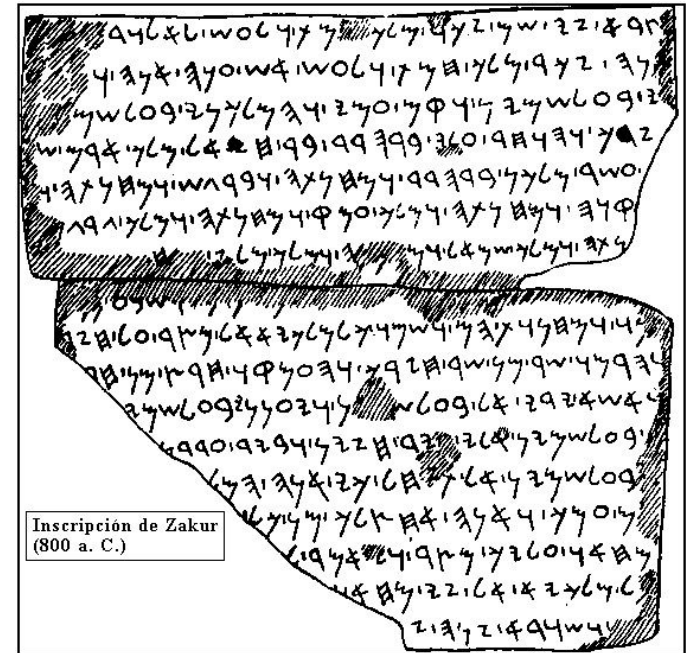
- Irlanda e Cornovaglia: stagno
- Nord Africa: oro



~1000 a.C. - Fenicia

Scrittura fonetica: alfabeto

- Prodromi nel 1400 a.C.
- col tempo si diffonde nel Mediterraneo
- Permette la rappresentazione unificata e agile di documenti relativi a lingue e culture diverse
- Strumento efficiente di commercio internazionale
- e fecondissimo di sviluppi (alfabeti greco e latino)



~800 a.C. – Grecia

Sviluppo dei Greci classici (Dori)

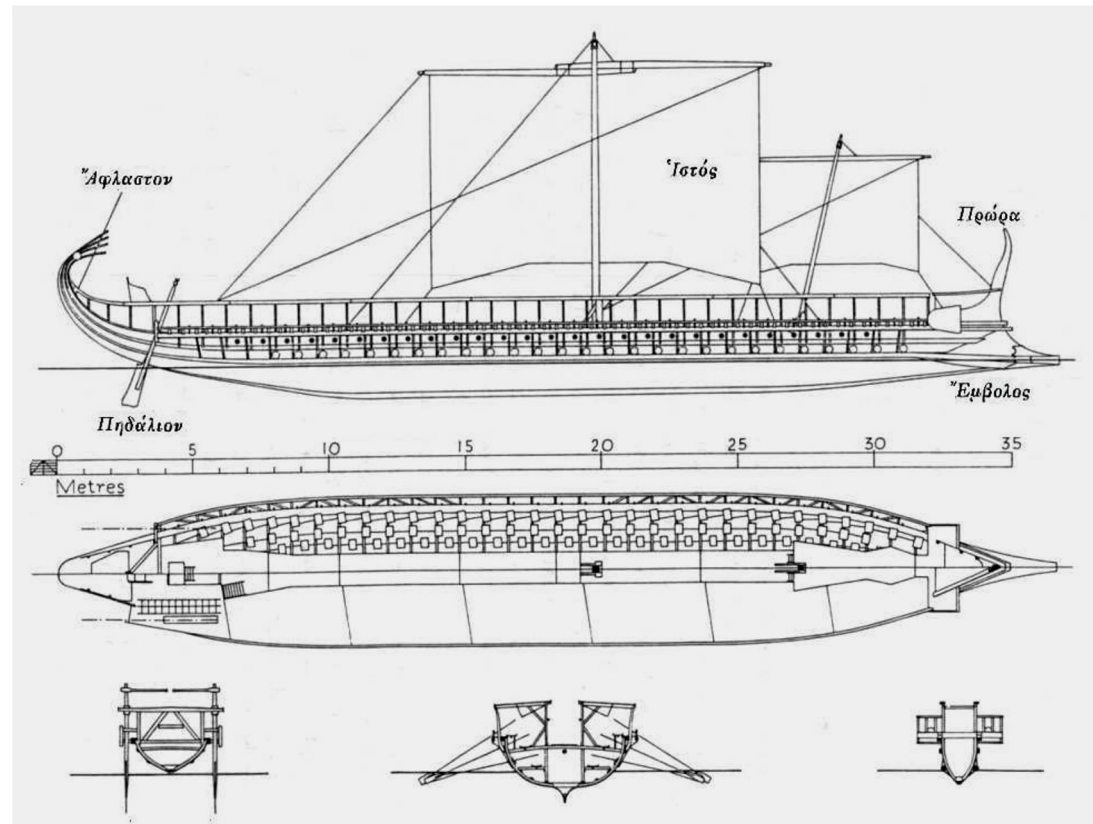
- Civiltà del ferro
- Consolidamento greco nel bacino dell'Egeo
- Vocazione mercantile, marinara e militare
- Espansione in Mediterraneo e Mar Nero
 - Fondazione di colonie anche in Italia meridionale (Magna Grecia)



~800 a.C. - Grecia

Aspetti tecnologici:

- Progressi nelle costruzioni navali



~800 a.C. - Grecia

Aspetti minerari:

- La prosperità greca è fondata, oltre che sulle attività mercantili, anche sulle ricche miniere d'argento del Laurio (Attica), intensamente sfruttate almeno dal 1500 a.C.
- e queste, insieme alla marina mercantile e militare, richiedono ingenti risorse di legno



~750 a.C. - Egitto, Nord Africa

Diffusione tarda del ferro (armi...) in Egitto

- Storico ritardo nel recepire l'innovazione tecnologica di origine esterna
- Tuttavia gli egizi introducono miglioramenti: forni migliori e mantici migliori raggiungono temperature più elevate
- Introduzione del ferro in Nord Africa ad opera dei Fenici



~1100 a.C. - Mesopotamia

Espansione degli assiri

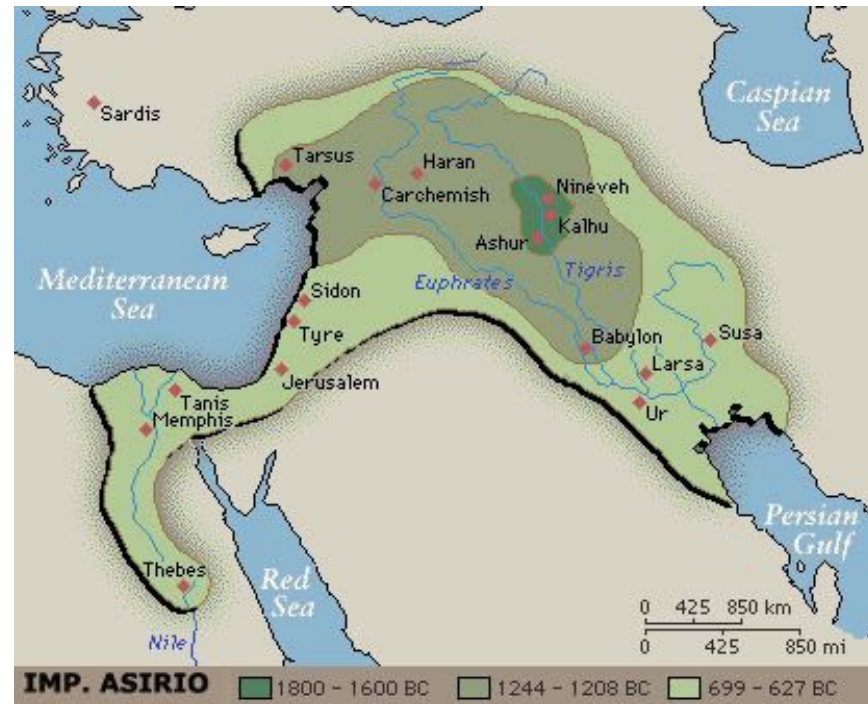
- creazione dell'impero assiro
primo grande impero
della civiltà del ferro
 - Dopo fasi alterne di espansione e recessione e in seguito al crollo dell'impero ittita
- Espansione in Siria, Fenicia, Palestina, Mar Nero
 - Civiltà dedita alla guerra, sviluppa tecnologie belliche molto evolute
 - Macchine da guerra pesanti: ariete, torre da assedio



~720 a.C. - Mesopotamia

Espansione dell'impero assiro

- Sargon II (721 - 705 a.C.)
 - massimo impero mondiale
- Civiltà dedita alla guerra
- Conquiste e dominio feroce dei popoli vinti e sottomessi, deportazioni in Assiria
 - israeliti,



- Uso su grande scala della schiavitù come risorsa energetica e tecnica: manovalanza di ogni tipo ed artigianato evoluto

SCHIAVITU'

Negli imperi antichi, classici e più recenti

- utilizzo come risorsa energetico-meccanica nella realizzazione di grandi opere ed in generale per il funzionamento dello stato
- risorsa indispensabile allo sviluppo degli imperi, in tutte le grandi civiltà medio-orientali, occidentali, orientali, precolombiane
- per vari millenni non sono concepibili alternative: le esigenze di energia meccanica sono soddisfatte con la forza muscolare

~720 a.C. - Mesopotamia

Miglioramenti in vari settori tecnici

- Chiusura con serratura nel palazzo di **Sargon II** a Khorsabad
- Miglioramento nella produzione vetraria
 - oggetti di maggiore dimensione
 - tagliati a freddo
 - anche incolori
 - ma opachi a causa della bassa temperatura di fusione raggiunta (1000°C), che comporta inclusioni di bolle d'aria

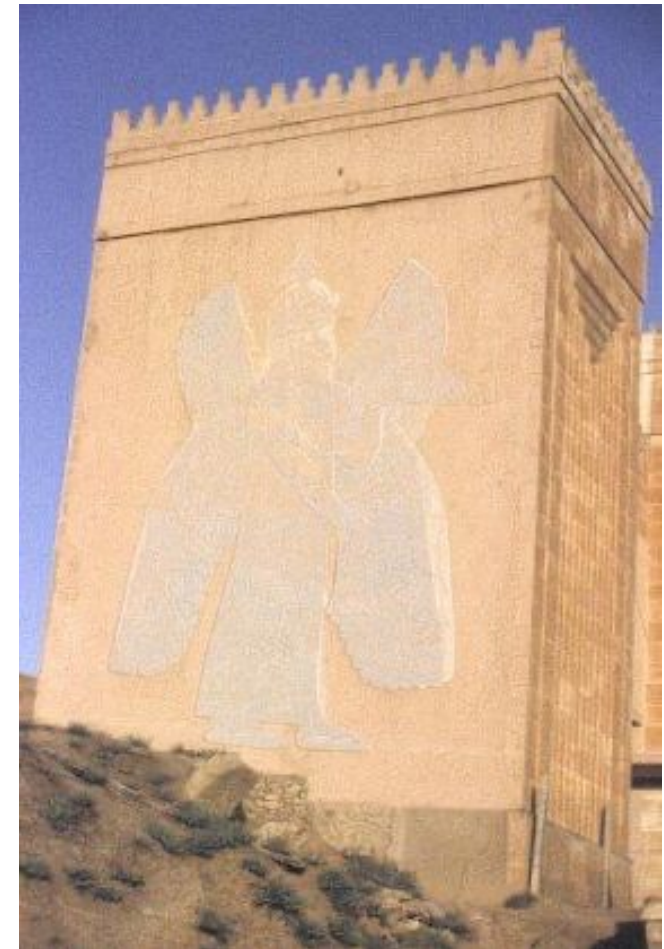
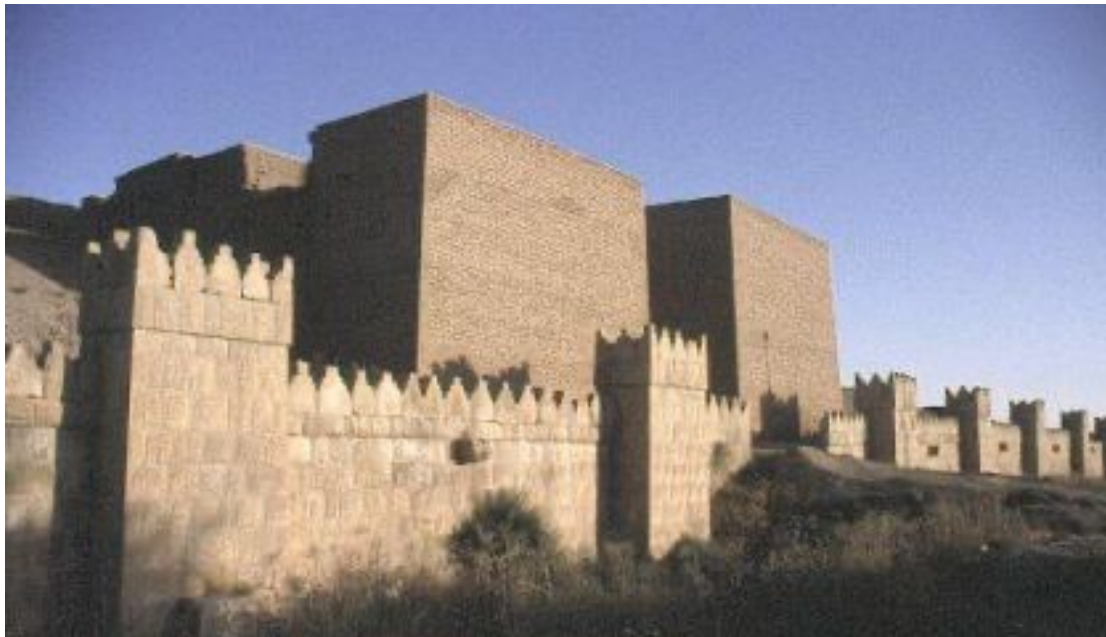


Vaso di Sargon II, ~720 a.C.

~690 a.C. - Mesopotamia

Impero assiro sotto Sennàcherib (? - 681 a.C.)

- Ninive (capitale dell'impero)
 - massima città mondiale (forse 150.000 abitanti)
- Canale per irrigazione e rifornimento
 - largo 20 m e lungo 65 km



~690 a.C. - Mesopotamia

Ninive

- edilizia monumentale e celebrativa
 - Uso dell'arco e della volta sia monumentale che tecnico

porta della cinta muraria



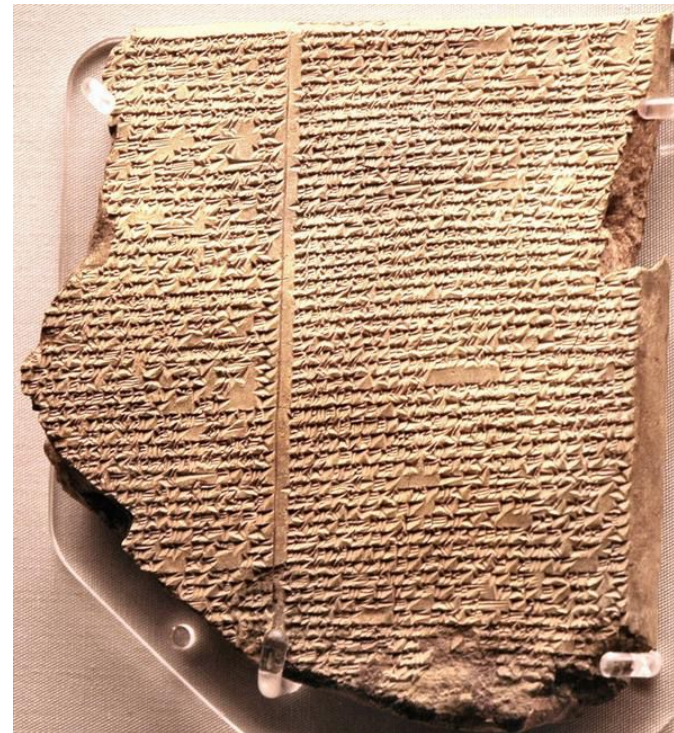
condotto fognario



~650 a.C. - Mesopotamia

Impero assiro sotto Assurbanipal (669 - 627 a.C.)

- Massima espansione: conquista l'Egitto
- Re colto (promuove le arti, traduce dal sumero)
- Prima grande biblioteca, a Ninive
 - 30.000 tavolette



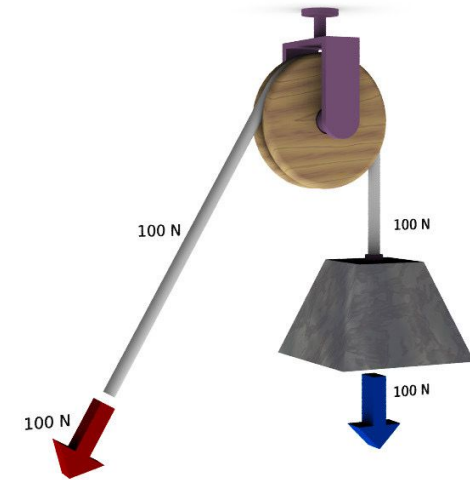
~650 a.C. - Asia Minore

Commerci ad ampio raggio:

- Introduzione del cotone indiano

Progressi tecnici:

- Tessitura, meccanica, metallurgia, oreficeria, ceramica



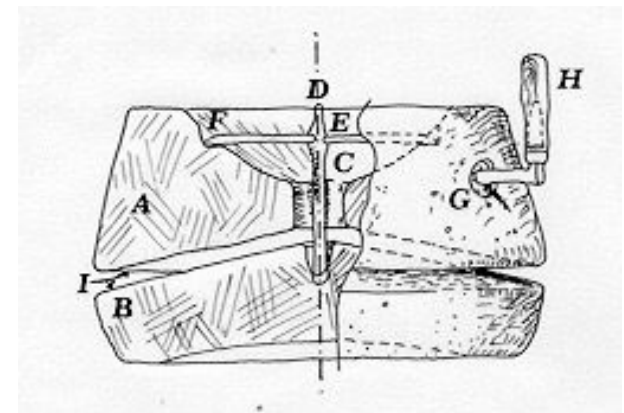
- Carrucola (puleggia)
 - Applicazione molto più vantaggiosa della forza per il sollevamento di pesi
- Argano (verricello)
- Gru (fissa, rudimentale)



~650 a.C. - Asia Minore

Mulino

- Dal latino *mola*: macina a moto rotatorio a doppio cono azionata a forza muscolare (prima uomo e poi animali)
 - Primo uso della forza animale in campo meccanico (non per trazione)
 - Macinazione di cereali → farina
- usi successivi:
 - Triturazione di minerali da fondere → metallurgia
 - Frantumazione di olive → olio



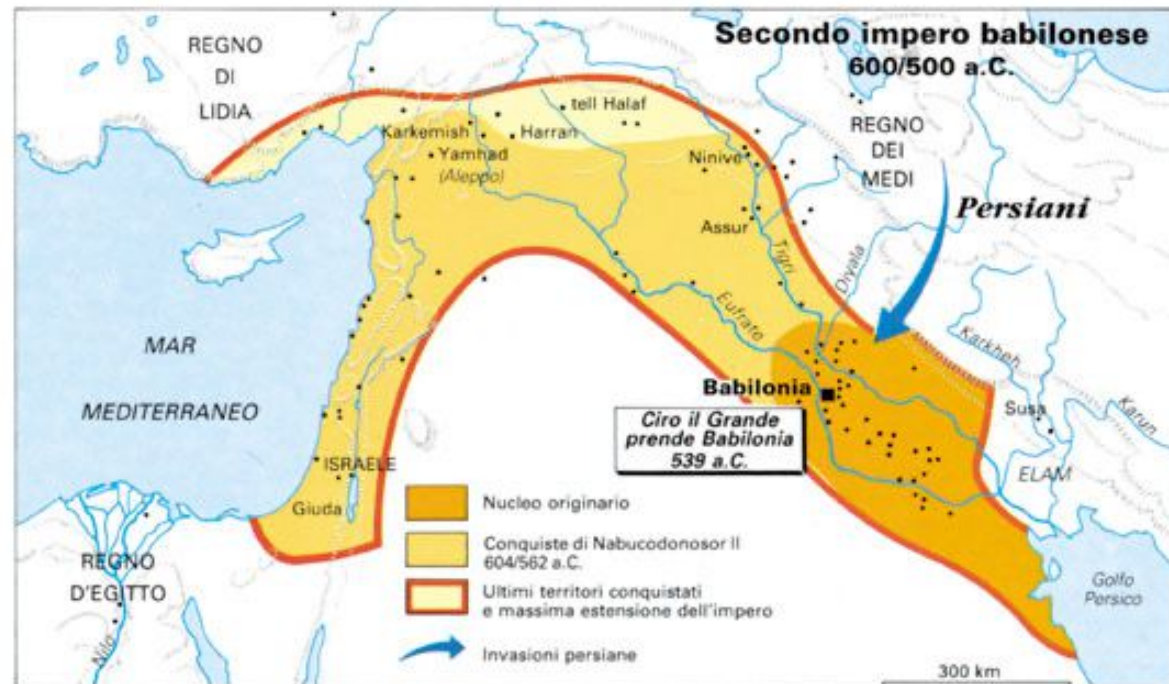
650 a.C.



612 a.C. - Mesopotamia

Crollo dell'impero assiro

- Nuovo impero babilonese (caldeo)



~610 a.C. - Lidia (Turchia)

Invenzione della moneta

- Denaro il cui peso e valore è garantito dall'effigie
 - Dal latino Giunone "Moneta" (ammonitrice) presso il tempio della quale era sita la zecca romana
- Con essa oro e argento assumono nuova importanza



28 maggio 585 a.C. - Turchia

A proposito di calendari ed eventi astronomici

- Battaglia di Halys, tra Lidi e Medi
 - Interrotta a causa di un evento astronomico sconvolgente (eclisse solare)
 - fornisce la prima datazione storica certa in occidente
 - evento analogo a quello in Cina il 16 ottobre 1876 a.C.

550 a.C. - Lidia

Tempio di Artemide ad Efeso

- Progettato da **Chersifrone di Cnosso**
 - Commissionato da re Creso di Lidia
 - Terminato 120 anni dopo
 - Più grande tempio costruito fino ad allora
 - archetipo dell'architettura monumentale greca
 - catalogato secoli dopo tra le 7 meraviglie del mondo antico



586 a.C. - Mesopotamia

Apogeo dell'impero caldeo

- Nabucodonosor II (605-562 a.C.)
- Fenicia e Palestina:
 - Conquista da parte dei Caldei
 - Deportazione di 5000 israeliti (cattività babilonese, fino al 538 a.C.)



586 a.C. - Mesopotamia

Babilonia di Nabucodonosor II

- massima e più splendida metropoli mondiale – architettura pubblica imponente
- Doppia cinta muraria di 18 km
- Cinta interna spessa 7 m
- Con torri spaziate di 12 m

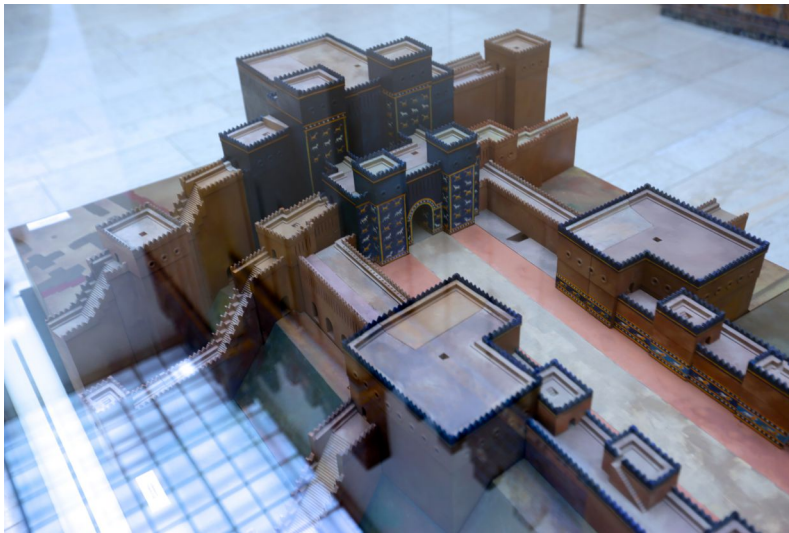


586 a.C. - Mesopotamia

Babilonia di Nabucodonosor II

Porta di Ishtar

*alta 24 m
arco a tutto sesto
ceramiche smaltate
policrome*



Pergamonmuseum - Berlino



586 a.C. - Mesopotamia

Babilonia

■ Giardini pensili

- Realizzati per ricordare la patria boscosa ad Amytis, sposa di Nabucodonosor e originaria della Media
- una delle 7 meraviglie del mondo antico

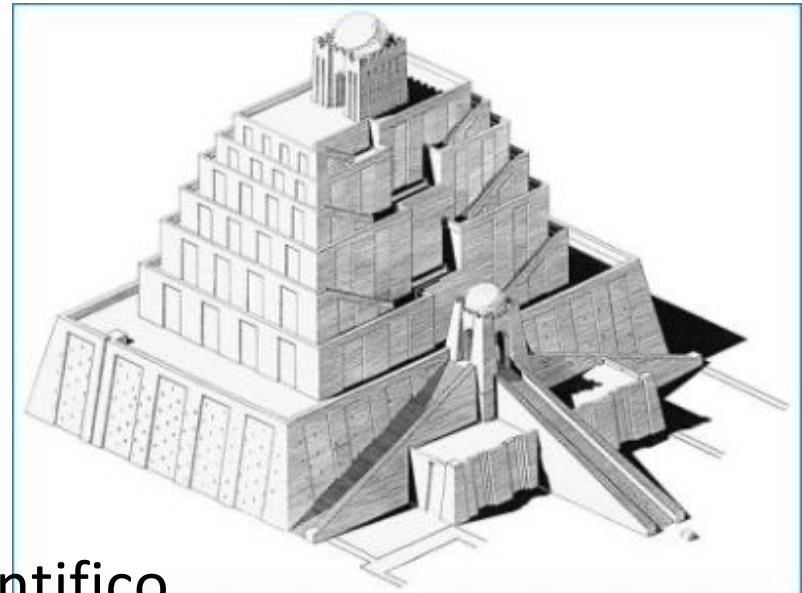
- Complesso sistema d'irrigazione
- *Sollevamento dell'acqua con catene di secchi (norie)*



586 a.C. - Mesopotamia

Babilonia

- Ziggurat di 90 m
 - è la torre di Babele biblica
- Palazzi
- Ma anche notevole sviluppo scientifico
 - Matematica
 - Astronomia: conoscenza dei 5 pianeti, delle eclissi, della precessione degli equinozi



~580 a.C. - Asia Minore

Chimica

- Sono note varie sostanze, con usi diversi: tinture, coloranti, farmaci, cosmetici, profumi, sostanze per imbalsamazione, ...
 - Zolfo e vari solfati (vetriolo verde, vetriolo blu, allume), sale (cloruro di sodio), natron (carbonato idrato di sodio), calce viva (ossido di calcio), malachite, gesso, tinture (indaco, porpora)
 - tali conoscenze sono tenute spesso segrete, non solo per proteggere vantaggi produttivi, ma anche perché considerate esoteriche, la trasformazione della materia essendo interpretata in senso magico-mistico

~1000-600 a.C. - Italia

Prima fioritura degli Etruschi

- Altra tipica civiltà del ferro
- possibile provenienza orientale (Lidia)
 - fonte: Erodoto ed indizi glottologici

→ immissione nell'Italia centro-settentrionale di conoscenze e cultura di provenienza orientale

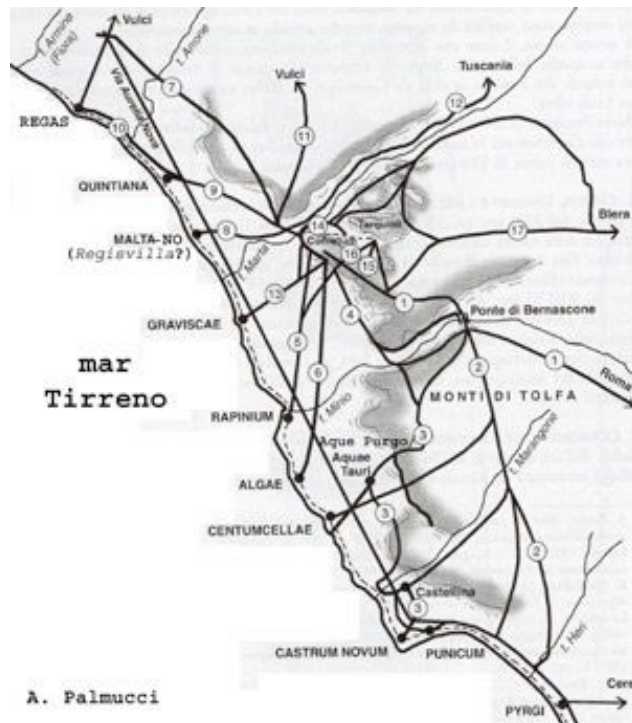
- (o generazione autoctona?)



~600 a.C. - Italia

Etruschi

- Apogeo
 - Dominio in Italia centrale
 - Sistema stradale tra le città federate



~600-400 a.C. - Italia

Etruschi

- capacità metallurgiche in ferro, bronzo e orafe
 - tecnica granulare dimenticata e ora sconosciuta

chimera di Arezzo, in bronzo, IV sec. A.C.



gioiello con granulazione



~250 a.C. - Italia

Etruschi

- Volterra e altrove:
 - Arco a tutto sesto
 - Uso monumentale
 - Prima testimonianza in Italia



Porta dell'Arco - Volterra

588-530 a.C. - Oriente

Nuove visioni etico-religiose

588 a.C. Persia

- **Zoroastro (Zarathustra)** fonda lo zoroastrismo (religione monoteista)
 - basata sulla visione positiva dello scontro tra bene e male (e altri concetti recepiti anche da altre religioni, come quella ebraica)
 - importanza di onestà e rettitudine
 - valori di aggregazione culturale

530 a.C. India:

- Illuminazione di Siddhartha Gautama (**Budda**, ~560 – ~480)
 - Nascita del buddismo



550 a.C. - Persia

Fondazione ed espansione dell'impero persiano

- **Ciro** (? – 529 a.C.)
- Conquiste nel giro di pochi anni
 - 550: Media
 - 547: Lidia
 - 545-539: regni orientali
 - 539 a.C.: impero caldeo e Babilonia
 - 538: Fine della cattività babilonese degli Israeliti

poi

- **Cambise**: Egitto e Cipro
- **Dario**: massima espansione



Impero Persiano

- il più vasto mai esistito
- tollerante (ispirato allo zoroastrismo)
- basato su principi di integrazione tra i popoli diversi (prima “globalizzazione”)
- adozione di una lingua ufficiale (aramaico)
- adozione della moneta (Lidia)
- diffusione di idee e conoscenze dall’India al mondo mediorientale e greco
- amalgamazione di popolazioni e culture, comunicazioni



Impero Persiano

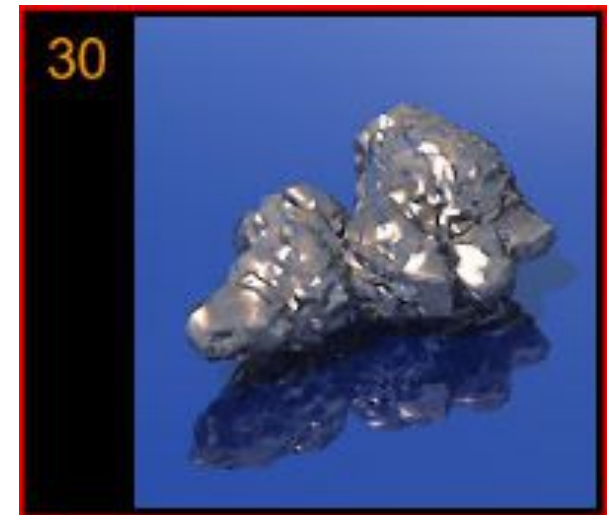
Rete stradale persiana

- unisce Sardis a Persepoli (citata da Erodoto):
 - larga anche 5 metri, lunga 2600 km
 - percorsa dai corrieri imperiali in meno di 10 giorni, a oltre 260 km/dì (velocità su lunghe distanze insuperata per millenni)
- servizio postale
- importanza del cavallo



~500 a.C. - Persia

- Completamento del canale navigabile tra Nilo e Mar Rosso
- Diffusione dell'abaco (Egitto)
- Introduzione della canna da zucchero indiana (510 a.C.)
- Produzione dell'ottone
 - Lega zinco-rame (contenuto variabile di rame: 57-90%)
 - Senza isolare lo zinco (isolato nel XII secolo in India)
 - Noto marginalmente in Grecia, ove è considerato raro e prodotto da una tecnologia orientale molto avanzata o magica
 - Diffusione successiva verso oriente
 - India
 - Cina
 - Diffusione più tarda verso occidente
 - Roma in epoca imperiale



~400 a.C. – Babilonia persiana

Matematica:

Invenzione dello zero come elemento della numerazione posizionale sessagesimale



753 a.C. - Italia

Fondazione mitologica di Roma

- a rigore errata (incoerenze storiche)
- ma la collocazione temporale è sostanzialmente corretta: nell'VIII secolo a.C. esistono villaggi del ferro sui colli capitolini

La lupa capitolina, simbolo iconografico della fondazione di Roma, non è romana

- ritenuta a lungo un bronzo etrusco (coevo della chimera di Arezzo)
- Recenti studi la collocano invece in epoca medioevale



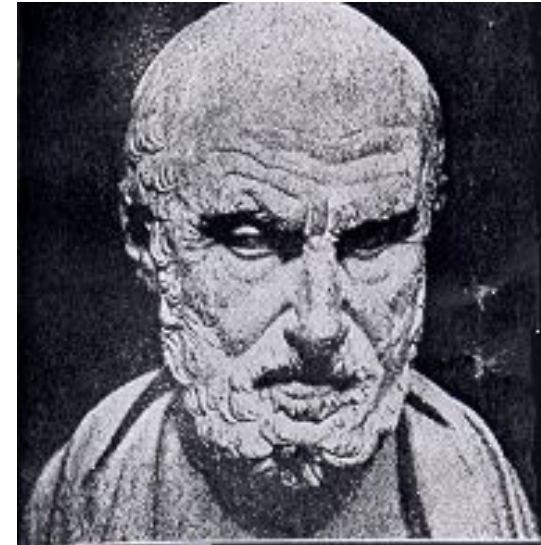
594 a.C. - Grecia

Fermenti politici e culturali

Atene:

Solone (~640 - ~560 a.C.)

- Istituzione dell'oligarchia (arconti),
- Cariche elettive: primo governo elettivo
- Assetto politico rivoluzionario:
 - il potere non ha origine divina, ma viene dal basso
 - avvia libertà di pensiero e aperture culturali sconosciute ai regni orientali



~590 a.C. - Grecia

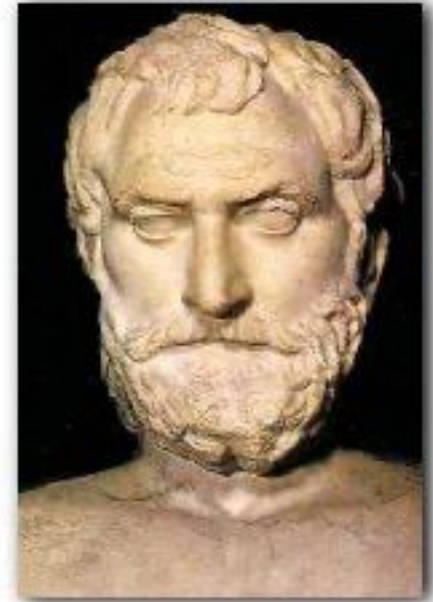
Nuovi modi di pensare la natura

Mileto (Ionia - costa asiatica dell'Egeo,
con forti influenze culturali orientali)

Talete (~625- ~548 a.C.)

primo scienziato occidentale

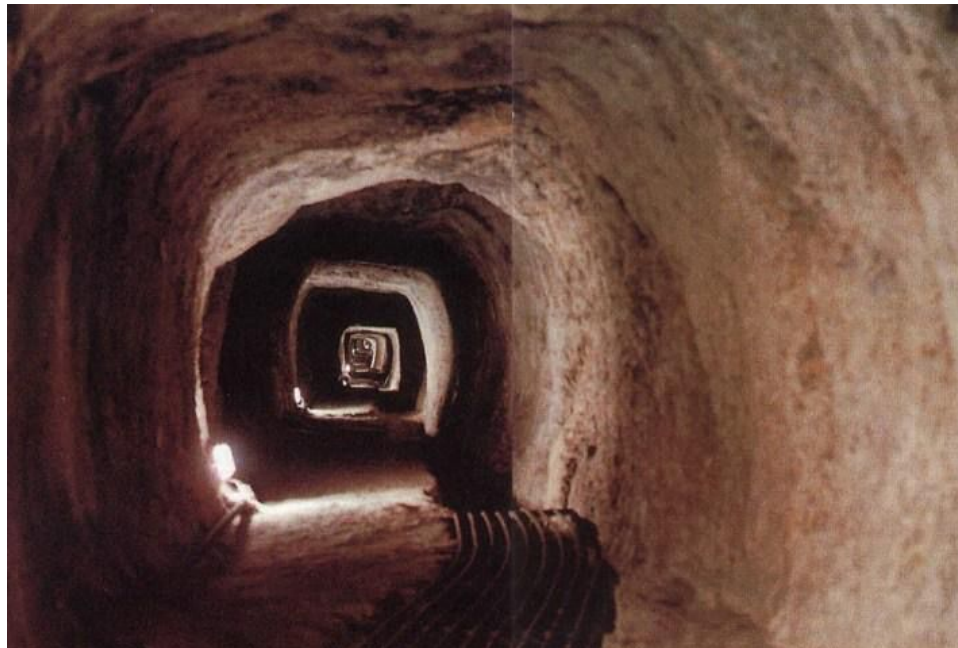
- iniziatore del ragionamento deduttivo razionale (invece che empirico), dell'indagine scientifica
 - interpretazioni razionali e non mistiche dei fatti naturali
 - razionalizzazione della geometria (teoremi di Talete, ...)
 - misura indiretta dell'altezza della grande piramide di Giza
 - prime osservazioni di elettricità e magnetismo
 - prime riflessioni sul ciclo dell'acqua,
 - senza sviluppi applicativi



530 a.C. - Grecia

Acquedotto di Samo (Ionia - costa asiatica dell'Egeo)
progettato da **Eupalino di Megara**
primo ingegnere idraulico noto

- 1000 metri in galleria, scavata a partire dalle 2 estremità
- Per Erodoto tra le 3 maggiori opere tecniche della Grecia



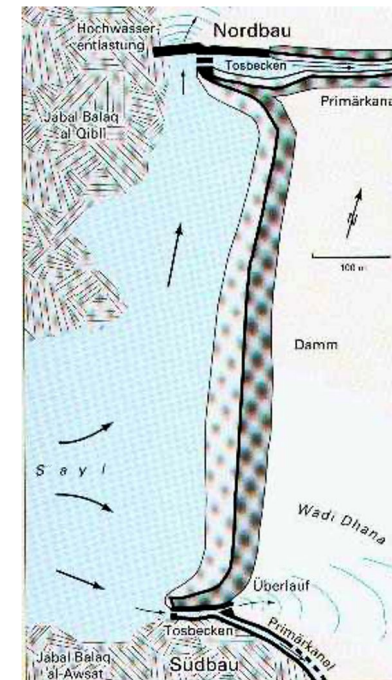
~520 a.C. - Yemen

Regno Sabeo (estremità meridionale della penisola arabica)

Diga di Marib

- irrigazione di 100 km²
- Altre dighe anche in regioni meno fertili di Egitto e Mesopotamia, per creare riserve di acqua a fini irrigui

→ Capacità molto avanzate di controllare le risorse idriche applicate in un vasto territorio



509-507 a.C. – Roma - Atene

Nuove forme politiche in Europa

509 Roma: Istituzione della Repubblica

- elezione annuale di due consoli controllati dal senato
- separazione dei poteri legislativo (senato) ed esecutivo (consoli)
→ base della superiorità secolare romana

507 Atene: Istituzione della democrazia

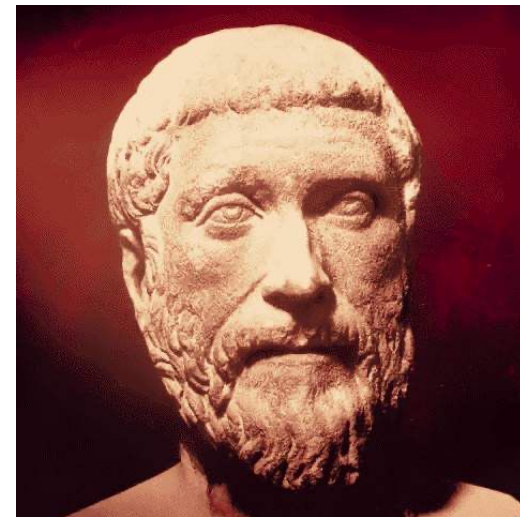
- **Clistene** (565 - 492 a.C.)
- tutti i cittadini maschi liberi eleggono annualmente i capi militari (strateghi) e i magistrati - la loro assemblea (ecclesia) emana le leggi
 - categorie escluse: donne, stranieri naturalizzati, schiavi
 - ad Atene vivono 50.000 cittadini liberi e 100.000 schiavi
- avvia un periodo di apertura culturale straordinaria:
 - Pensiero astratto (filosofia, matematica, astronomia)
 - Arte (architettura, scultura, poesia, teatro)
 - Tecnica al servizio delle altre forme creative (poco documentata)

~500 a.C. - Samo e Crotona

Prima teoria matematica della natura

Pitagora da Samo (~570 - ~490 a.C.)

- Nato a Samo e trasferitosi a Crotona
- Dopo avere a lungo viaggiato in Asia (forse fino in India)
- La natura profonda di cose e fatti naturali ha carattere matematico
- “tutto è numero”
- Scoperta dei numeri irrazionali (radice quadrata di due)



~500 a.C. – Grecia: forni e ferro

Perfezionamento dei forni di fusione (“bassoforni”) alti ~2 metri, carichi con minerali ferrosi e carbone di legna e ventilati con mantici

- arrivano a 1300-1400°C
 - non raggiungono temperature di completa fusione (1550°C), ma bastano a produrre il blumo di ferro cementato e a riscaldarlo in seguito rendendolo pastoso, così da poter essere forgiato efficacemente
- in Occidente il ferro ancora per secoli viene considerato un metallo anomalo, perché incapace di fondersi del tutto e contaminato da una certa dose di scoria (Aristotele, Teofrasto, ...)



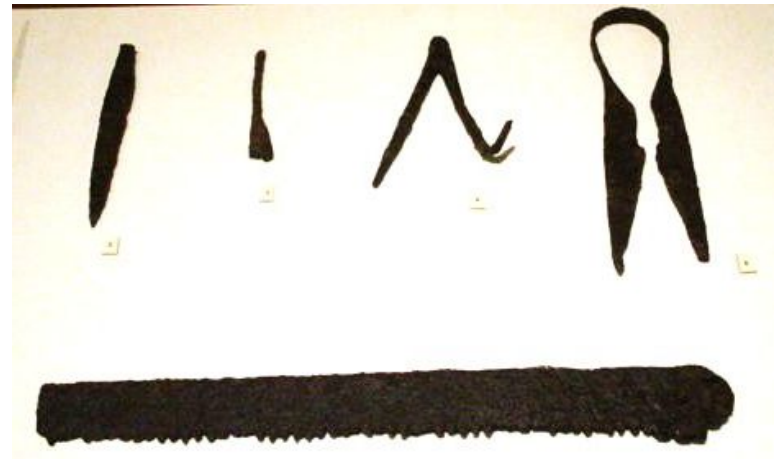
~500 a.C. - Ferro

Incrudimento del ferro per tempra

- raffreddamento rapido per immersione in acqua (o olio)
- tecnica complementare alla cementazione
(il ferro dolce, non cementato, rifiuta la tempra)

Produzione di oggetti di dimensioni contenute e per funzioni mirate

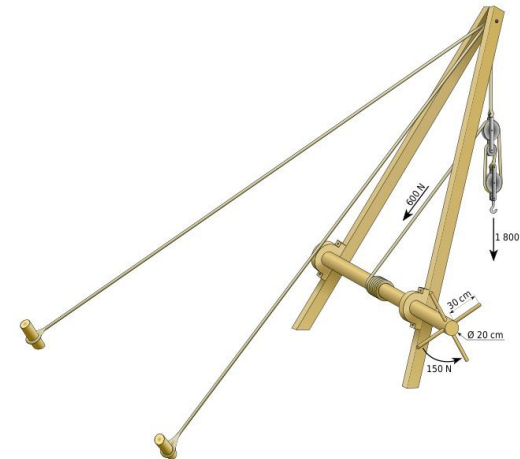
- armi
- attrezzi in ferro per metallurgia e siderurgia:
 - tenaglia, morsa, lima, mantice, incudine, martello
- cesoie per tosatura
- attrezzi per carpenteria:
 - sega, segaccio, scure, scalpello, succhiello



- Per millenni il ferro non avrà funzioni strutturali (come oggi)

~500 a.C. – altre tecniche greche

- Meridiana (mini-gnomone)
 - la misura del tempo resta associata ad un evento astronomico (il moto del sole)
- Calibro per misure meccaniche “di precisione”
- Struttura reticolare per sostenere i tetti
- Gru per sollevare materiali da costruzione
 - Trispastos
 - Pentaspastos



490 a.C. - Grecia

Atene

Vittoria sui Persiani a Maratona

Guerre persiane combattute con armi in ferro

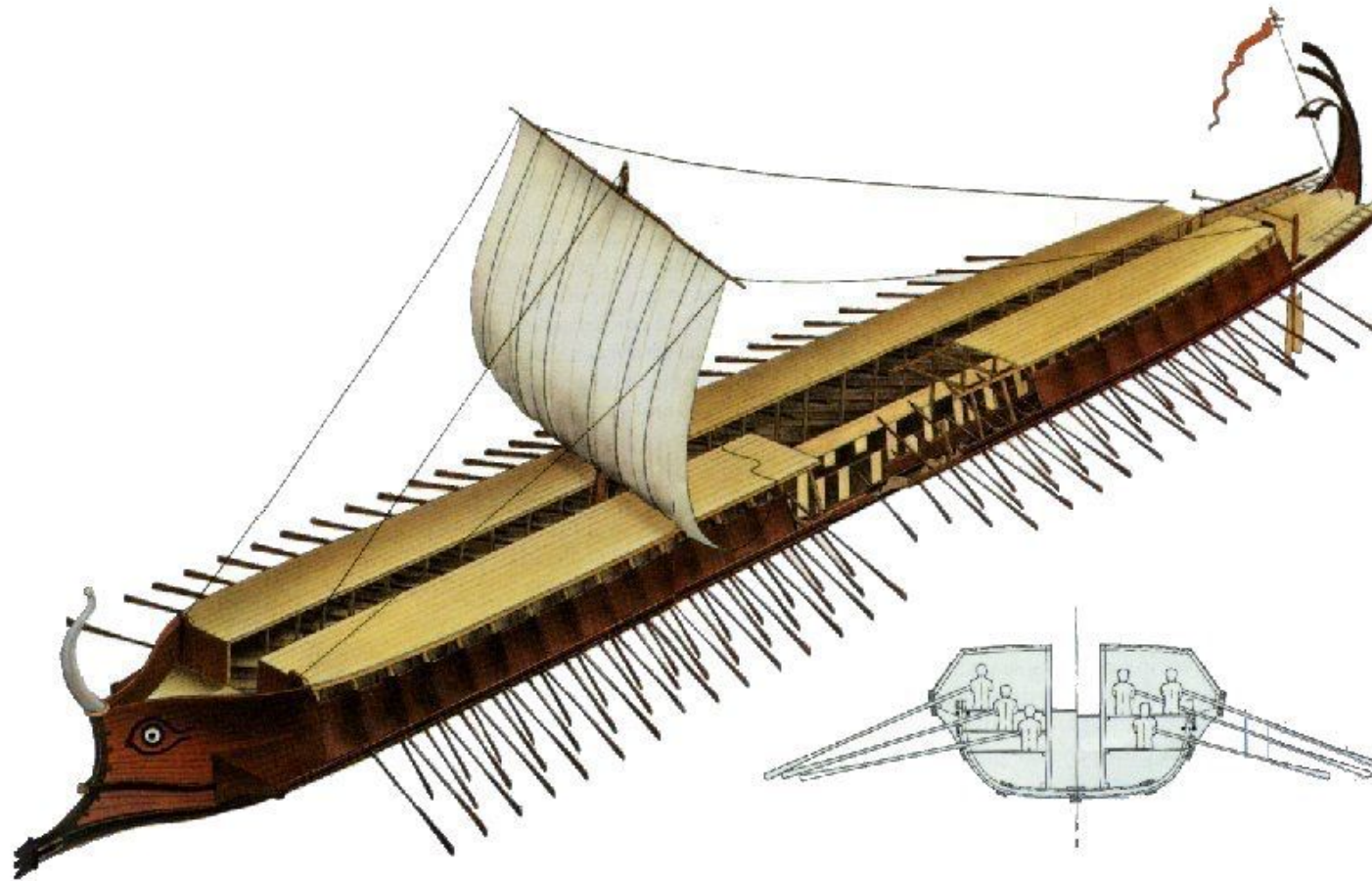


239) Helmet of Miltiades,
dedicated at Olympia after victory at Marathon in 490 B.C.

480-479 a.C. - Grecia

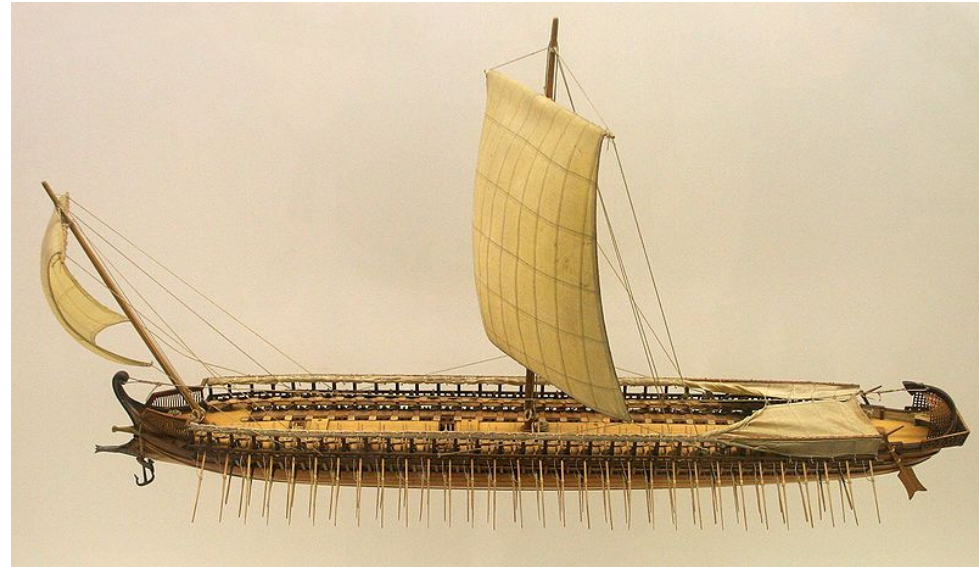
Atene

Vittorie sui Persiani a Salamina e Platea



480-479 a.C. - Atene

- Supremazia militare e navale greca nel Mediterraneo
- Tecniche belliche innovative:
 - Formazione a falange
 - Triremi: navi da guerra

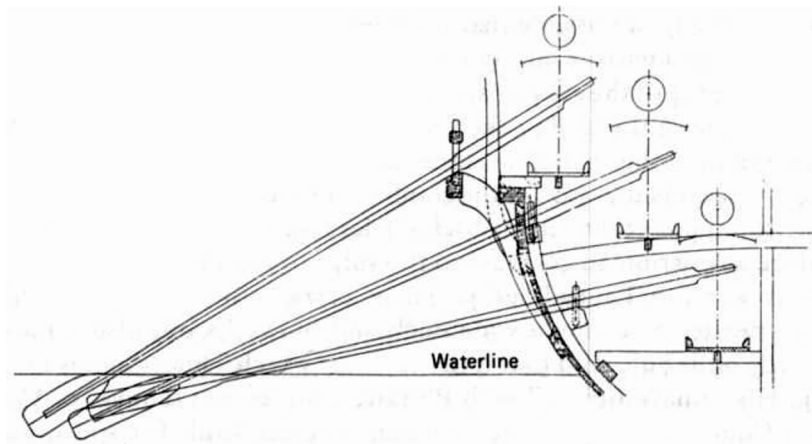


- i Greci hanno secolari vocazioni marziali (oltre che mercantili) sfruttate in servizi mercenari per i grandi sovrani orientali
 - Iscrizioni di mercenari greci del 668 a.C. si trovano nel tempio di Abu Simbel, costruito da Ramses II al confine con la Nubia

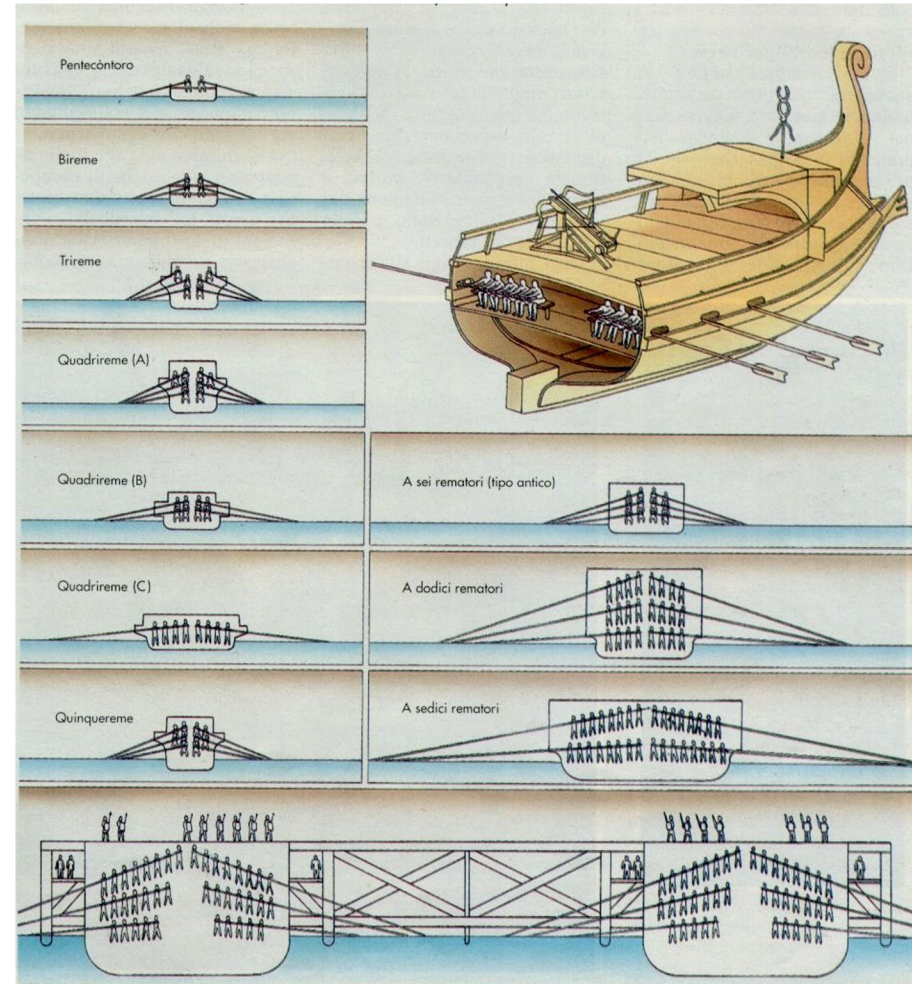
480-479 a.C. - Atene

Triremi

Sono le migliori imbarcazioni da guerra del Mediterraneo



ma sono usate anche navi con altri ordini di remi



480-479 a.C. - Atene

- La flotta, forza di Atene, ne è anche la debolezza, perché richiede molto legno
- Anche le miniere di argento del Laurio, il cui commercio finanzia la marina, nel periodo di maggior produttività richiedono enormi quantità di legname per fondere i minerali
- E le riserve boschive greche iniziano ad esaurirsi:
 - il legname deve essere importato dai Balcani e dalla Magna Grecia
 - l'Attica, come Cipro (massimo centro estrattifero del rame) e come altre isole, era in origine molto boscosa (lo dicono Platone e Eratostene); la deforestazione eccessiva le portò ad essere prevalentemente brulle come in gran parte sono ancor oggi.
 - L'esaurimento delle riserve boschive è la causa energetica del tracollo ateniese meno di un secolo dopo, mentre l'economia cipriota collassa verso il 300 a.C.

460 a.C. - Atene

Età di Pericle

- Periodo di massimo splendore economico, politico e culturale
- 50.000 cittadini liberi e 100.000 schiavi

Pericle (~495-429 a.C.)

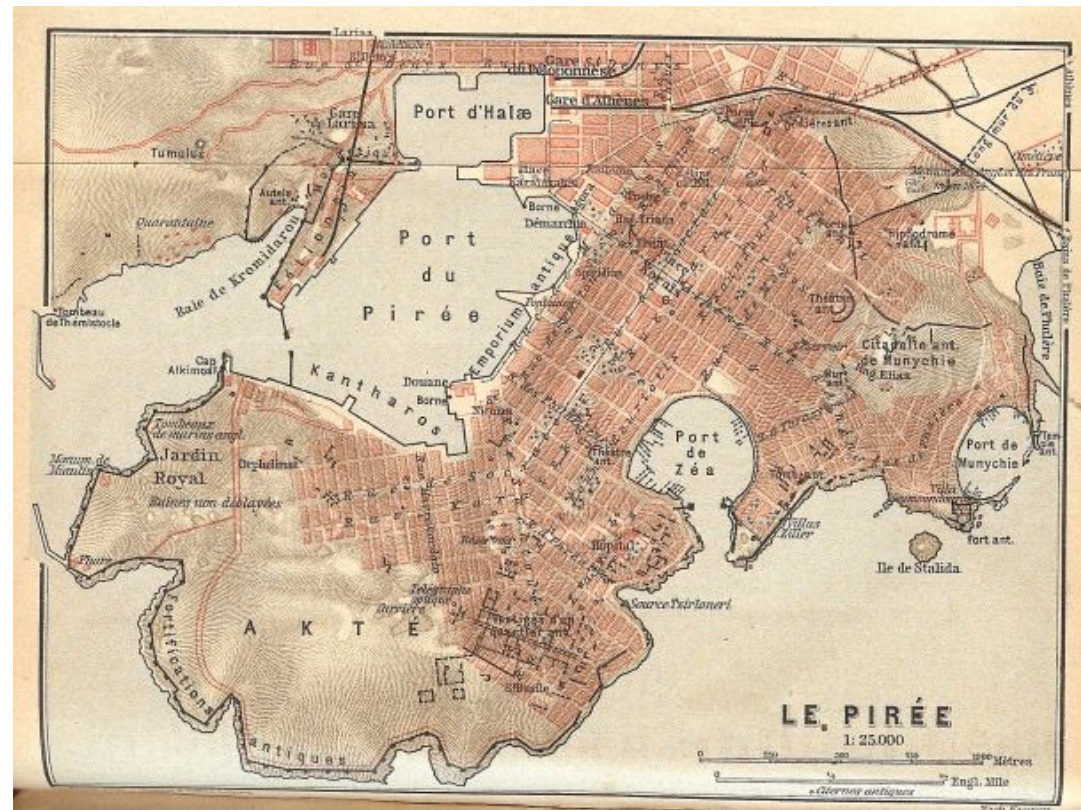
- eletto e confermato stratega per 20 anni

450 a.C. - Roma

- Primo codice giuridico romano

~460 a.C. - Atene

- Ricostruzione della città dopo la distruzione persiana
- Ricostruzione e fortificazione del Pireo
 - **Ippodamo di Mileto**
 - Primo urbanista noto: ideatore dello schema urbano ortogonale (in occidente)



438 a.C. - Atene

Acropoli: ricostruita in marmo pentelico, dopo la distruzione degli edifici in legno ad opera dei Persiani

- I nuovi edifici e i loro fregi fissano i canoni estetici greci, che sono alla base dei modelli estetici occidentale



438 a.C. - Atene

Acropoli: Partenone

- Progetto e fregi: **Fidia** (~490 - ~430 a.C.)
- Realizzazione edile: **Callicrate e Ictino**,
 - perfezione artistico-tecnica
 - applicazione metodica di criteri geometrici sofisticati, uso sistematico della sezione aurea: $(a+b):a=a:b$
 - Teoria e tecniche al servizio dell'estetica architettonica

“È di una precisione geometrica che quasi certamente non è più stata raggiunta da alcun edificio moderno”

James E. Gordon - Reading University



433 a.C. - Olimpia

Statua crisoelefantina di Zeus

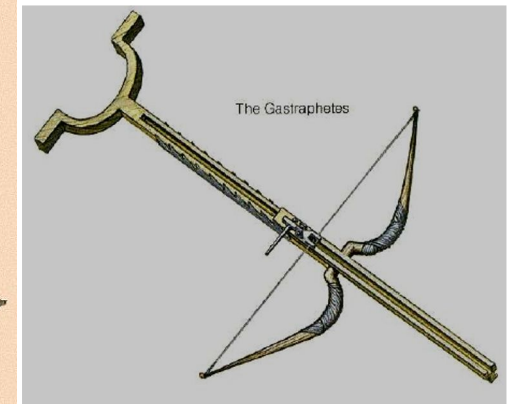
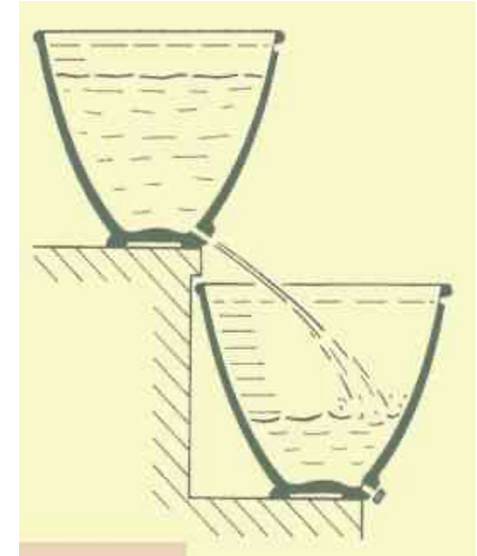
Fidia (~490 - ~430 a.C.),

- alta 12 metri,
- in oro e avorio reso malleabile con tecniche chimiche tenute segrete, a noi non note
- una delle 7 meraviglie del mondo antico



~430 a.C. - Grecia

- Diffusione della clessidra ad acqua
 - Come la meridiana, anche questo strumento di misurazione del tempo è di derivazione egizia
 - Misura intervalli di tempo “locali”, non il tempo assoluto (astronomico)
- Ingranaggi (ruote dentate accoppiate)
- Tubazioni idrauliche
- Carriola
 - Usata per edificare il tempio di Eleusi (Attica)
- Balestra portatile (gastrafete)
 - Forza propulsiva maggiore dell'arco



~390 a.C. - Magna Grecia

Vite, usata come organo di trasmissione del moto
(e non come elemento di assemblaggio)

Archita da Taranto (~428-~350 a.C.)

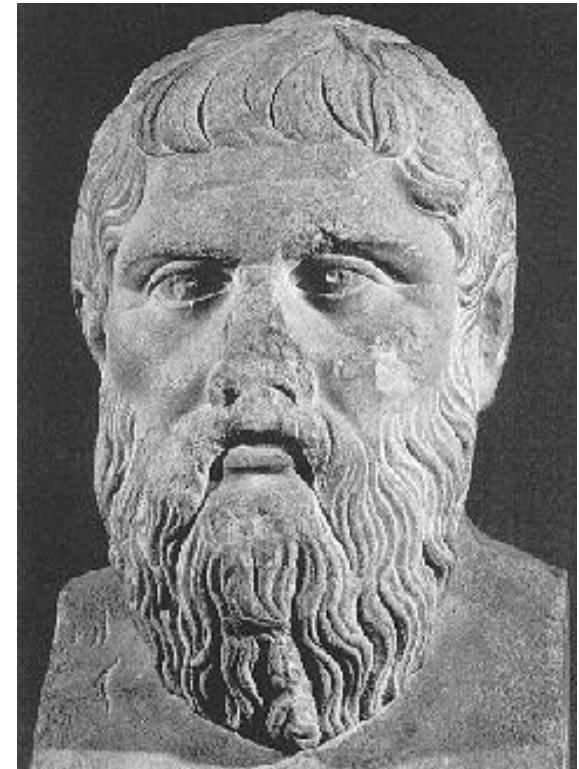
- uomo politico, stratega
- Ingegnere e matematico
- procedimento iterativo per l'estrazione della radice quadrata
- istitutore dell'educazione basata sul "quadrivio": aritmetica, geometria, astronomia, musica
- fondamento della tradizione educativa occidentale insieme al "trivio" di Zenone di Elea (489 a.C. – 431 a.C.): grammatica, retorica, dialettica

387 a.C. - Atene

Platone (427-347)

fonda l'ACCADEMIA

- Nei pressi dell'area sacra all'eroe Academo
 - prima università, istituzione preposta alla conservazione e diffusione sistematica del sapere e del pensiero
- Sulla porta d'ingresso è scritto:
"Non entri nessuno che sia ignorante di geometria"
- Grande attenzione alla speculazione astratta, anche matematica, ma nessuna alle tecniche



~360 a.C. - Grecia

Ma c'erano anche importanti sviluppi tecnici

- Impianti termoidraulici in edifici di importanza pubblica:
- Docce in impianti sportivi e palestre
- Riscaldamento centralizzato con distribuzione dell'aria calda in tubazioni a pavimento nel grande tempio di Artemide a Efeso

350 a.C. - Asia Minore greca

Alicarnasso (Caria): Mausoleo

- tomba monumentale di re Mausolo
- alto 49 metri
- una delle 7 meraviglie del mondo antico

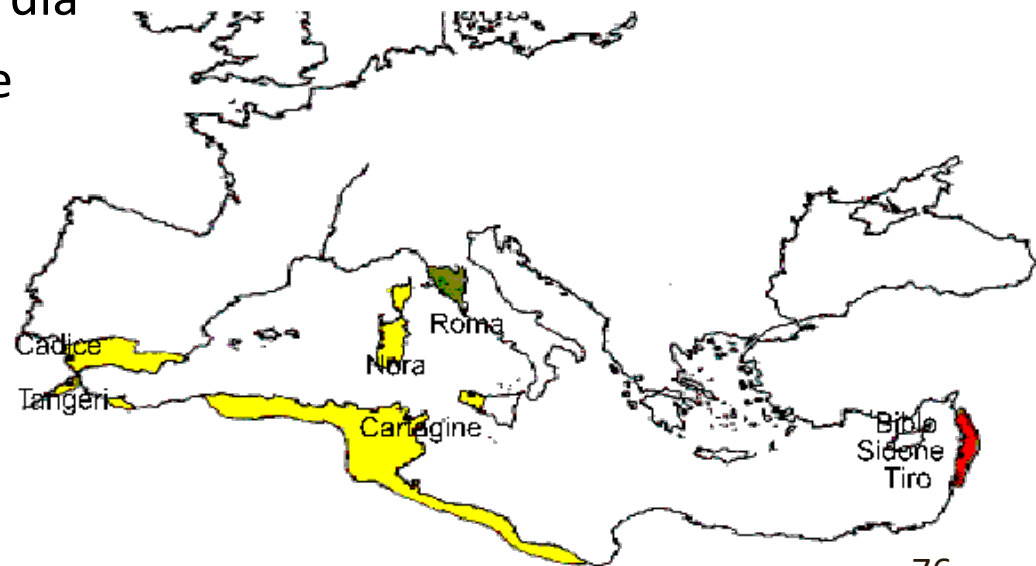


350 a.C. - Cartagine

Fondata (VIII secolo a.C.) come colonia fenicia ed erede delle tradizioni navali fenicie

Maggiore città mercantile del Mediterraneo, ne domina la parte centro-occidentale

- pianificazione urbanistica moderna
- tecnologia navale d'avanguardia
- primo grande cantiere navale organizzato



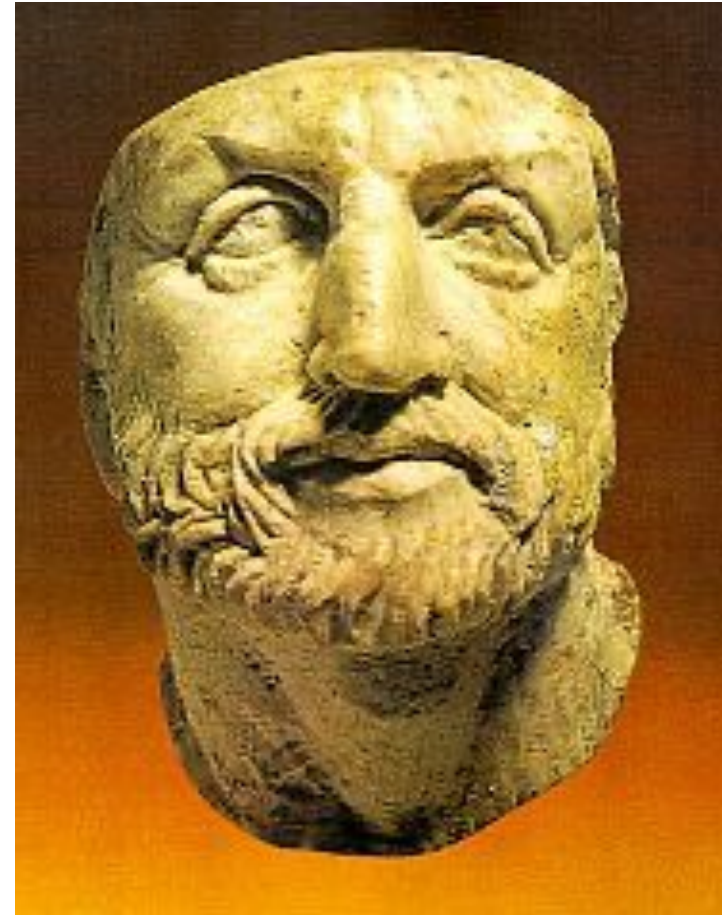
338 a.C. - Macedonia

Filippo II (383-336 a.C.)

- grande innovatore militare
- adozione di tecnologia militare evoluta

Battaglia di Cheronea

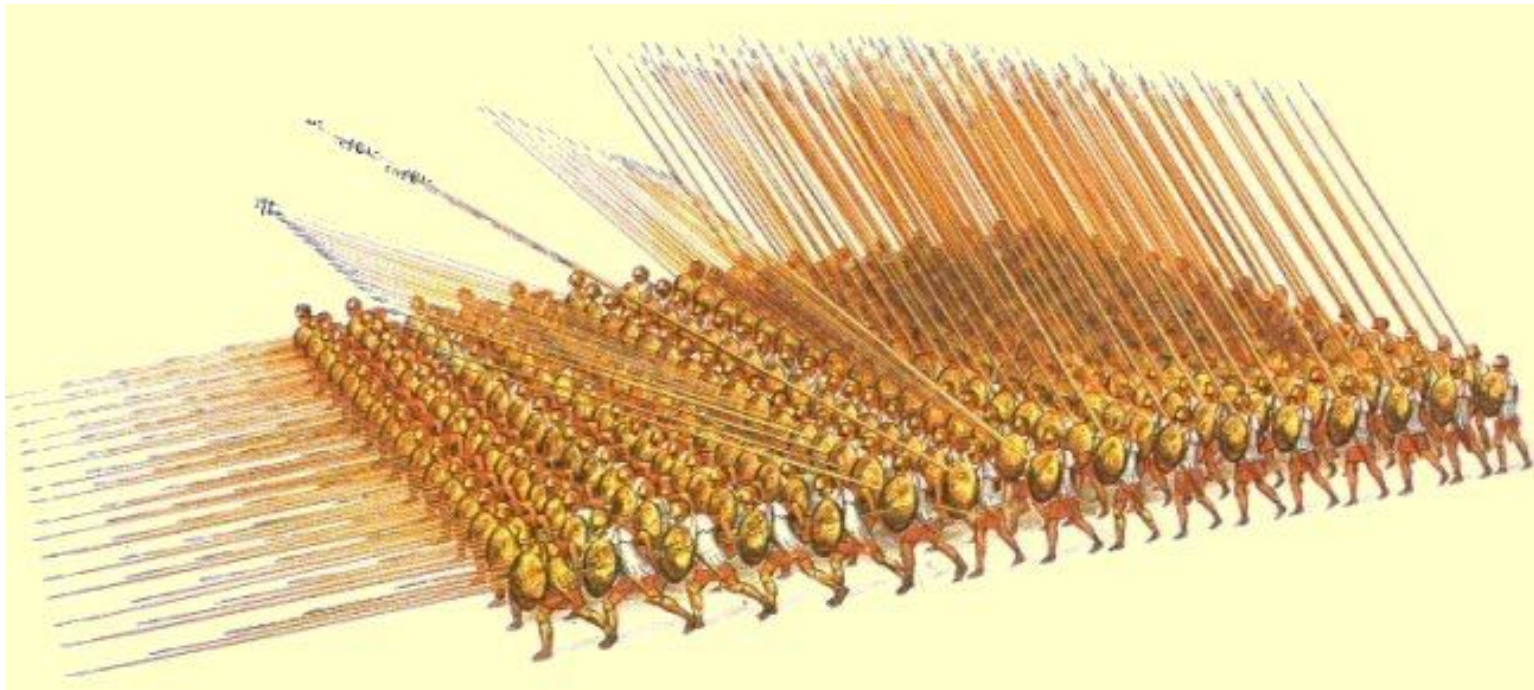
- sconfigge Atene e Tebe
- Inizia la supremazia macedone



338 a.C. - Macedonia

Tecnica bellica macedone

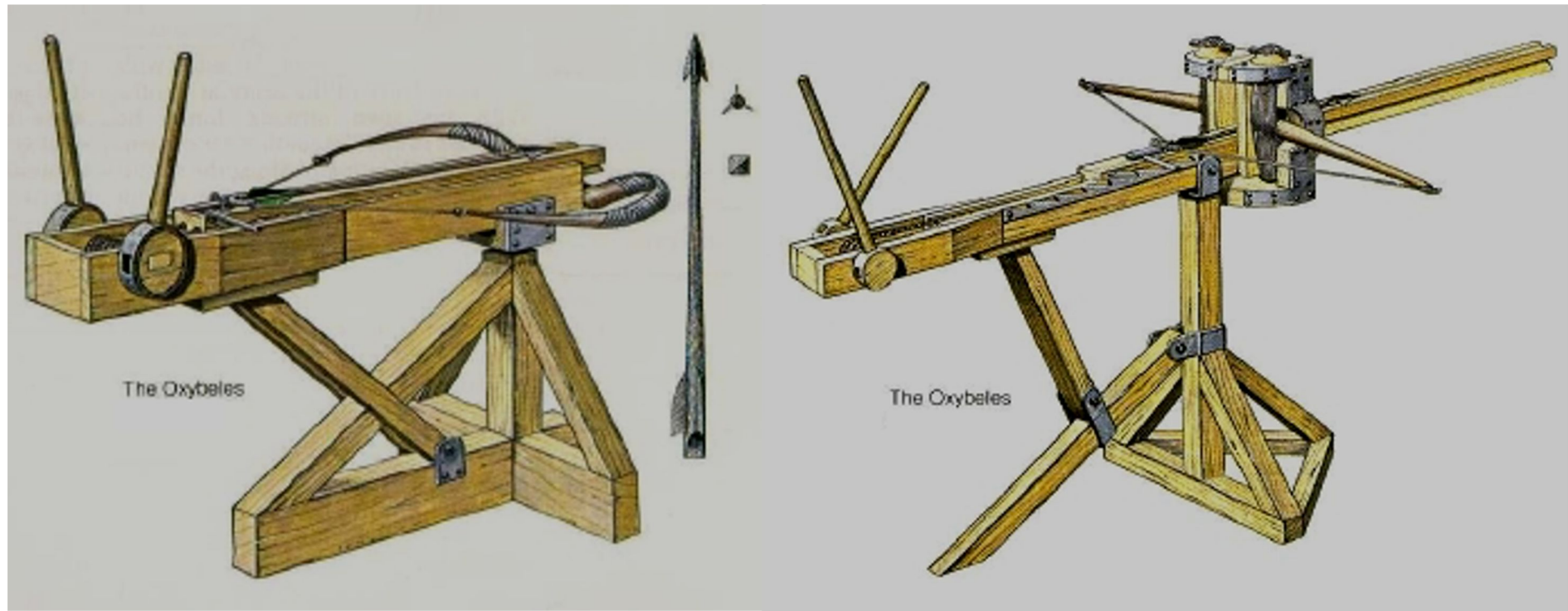
- Falange macedone
 - Reparto d'assalto più efficace dell'epoca



338 a.C. - Macedonia

Tecnica bellica

- Balestre fisse e mobili



338 a.C. - Macedonia

Tecnica bellica

Macchine belliche

- Invenzione dei reparti di artiglieria per assedio
- Catapulta



335 a.C. - Atene

Aristotele (384-322)

- Allievo di Platone
- fonda il LICEO (PERIPATO)
 - Presso il tempio di Apollo Licio
- Scuola di filosofia (conoscenza) concorrente dell'Accademia



- Nei secoli successivi avrà grande influenza sul pensiero classico e poi enorme sul pensiero europeo, in epoca rinascimentale

335 a.C. - Grecia

Alcuni aspetti del pensiero aristotelico (sconfinato)

- coltiva tutti i settori dello scibile umano (del sapere astratto)
- esclude gli “operai meccanici” (artigiani) dal rango dei cittadini e li considera poco diversi dagli schiavi
- ritiene che solo la scienza, intesa come disinteressata contemplazione e ricerca della verità, è degna degli uomini liberi
- ritiene che l’indagine scientifica vada sviluppata come rielaborazione speculativa razionale, non come indagine sperimentale, perché la sperimentazione attiene al lavoro manuale e servile
- di conseguenza, le interpretazioni qualitative sono privilegiate rispetto a quelle quantitative (anche perché mancano strumenti di misura precisi)
- in armonia col tale pensiero, gli storici classici non sono interessati agli aspetti economici e tecnici delle vicende che documentano
- nega l’esistenza del vuoto (spazio indipendente dalla materia)

1150-1000 a.C. - Cina

1150 Bronzo

- fornaci da fusione di grandi dimensioni e molto efficienti
- fusione di grandi manufatti in bronzo
 - calderone in bronzo di 875 kg

~1100: uso del carbone come combustibile

- forse iniziato per carenza di legname

1000: primo manuale di ingegneria idraulica

- scritto da Chou Li

~450 a.C. - Cina

Dinastia Zhou (XI secolo - 256 a.C.)

- Fusione della ghisa (Fe-C al 3,5%)
 - ottenuta con carbone e altiforni evoluti, capaci di raggiungere temperature adeguate
 - colabile da liquida in forme complesse ma non forgiabile (lavorabile) perché troppo fragile