

STORIA DELLA TECNOLOGIA

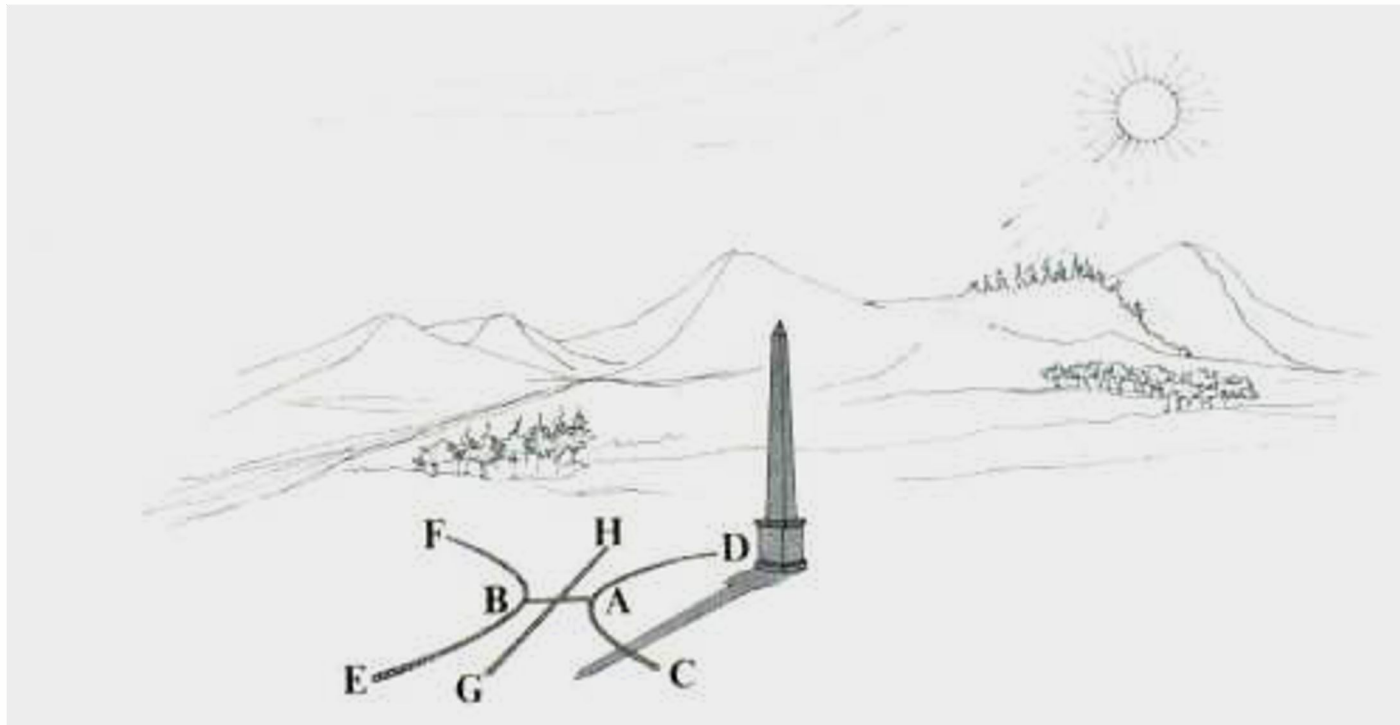
LEZIONE 3

Massimo Guarnieri
Università di Padova
a.a. 2020-21

~3000 a.C. - Egitto

Gnomone

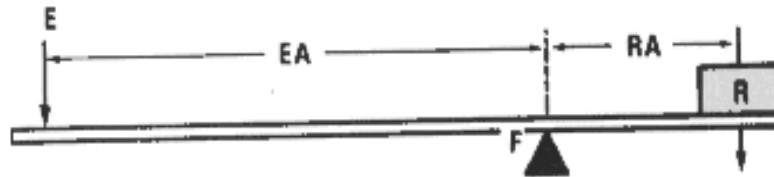
- protomeridiana, primo orologio
- la misura ed il concetto di tempo sono legati a fenomeni astronomici



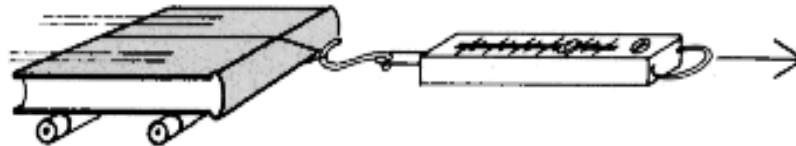
~3000 a.C. - Mezzaluna

Vasta innovazione in tecniche e strumenti edili:
prime macchine semplici

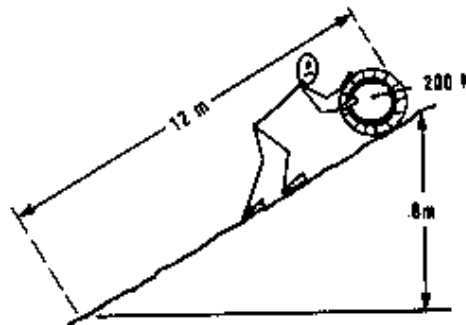
- Leva



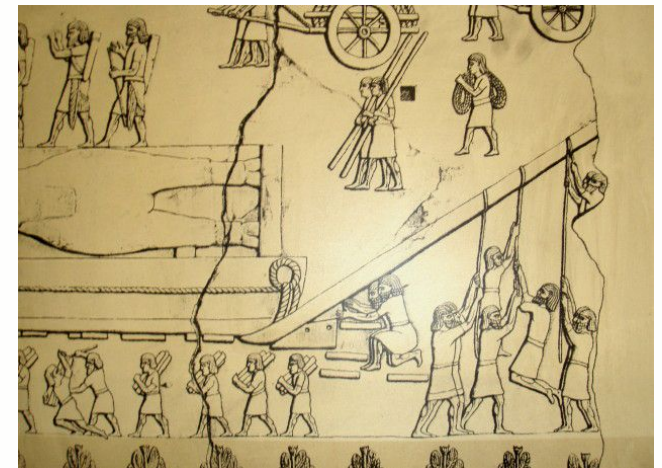
- Rullo



- Piano inclinato

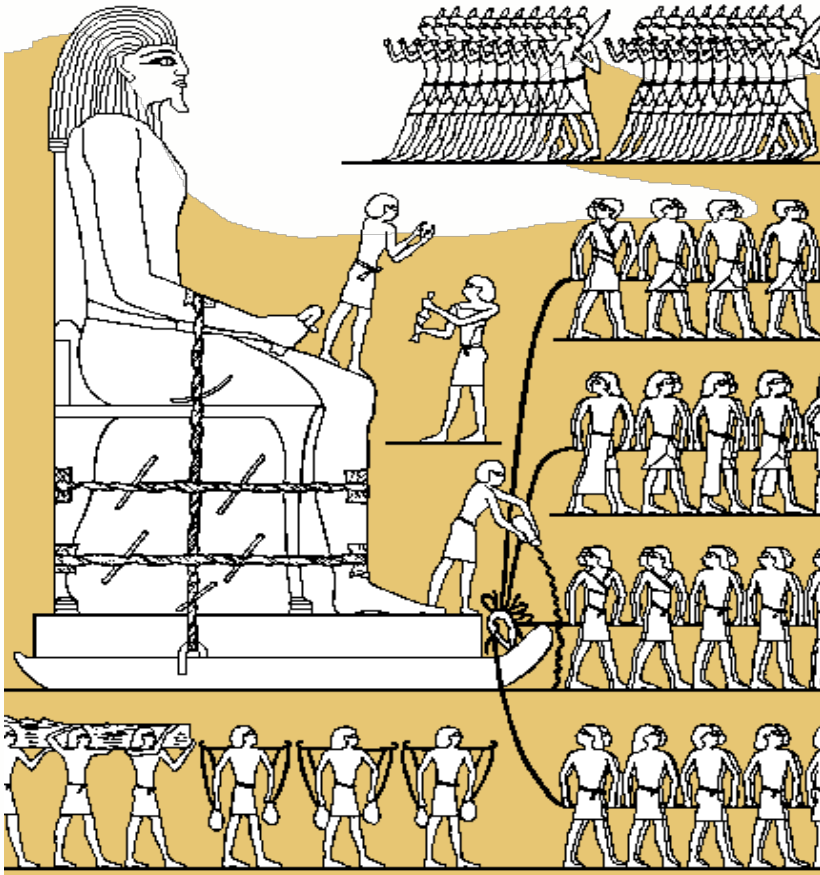


-

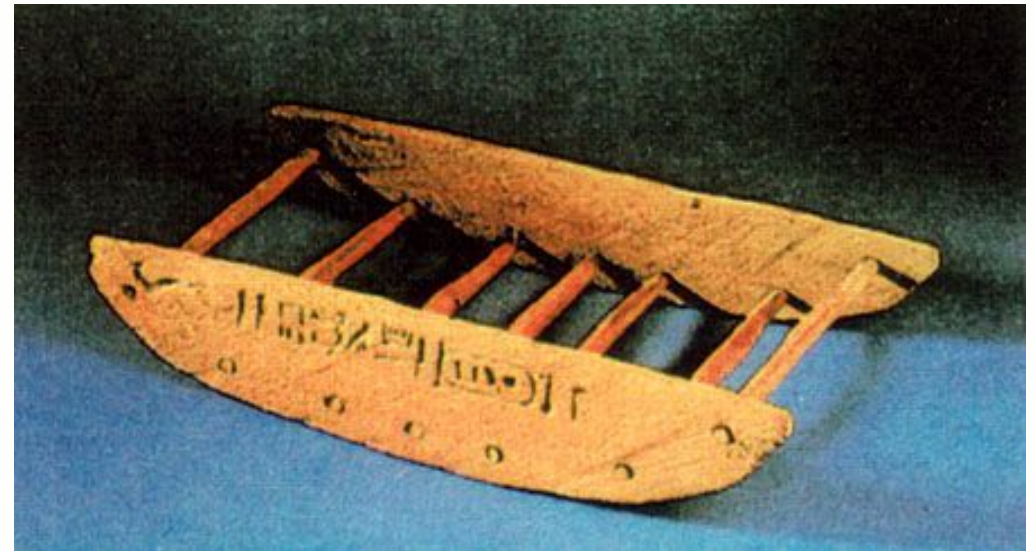


~3000 a.C. - Mezzaluna

Vasta innovazione in tecniche e strumenti edili:



Slitte per trascinamento di grandi pesi



~3000 a.C. - Mezzaluna

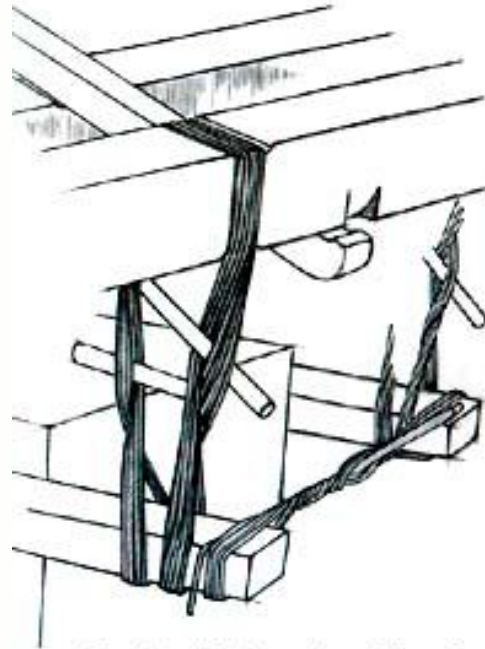
Vasta innovazione in tecniche e strumenti edili:

...

Corde, funi

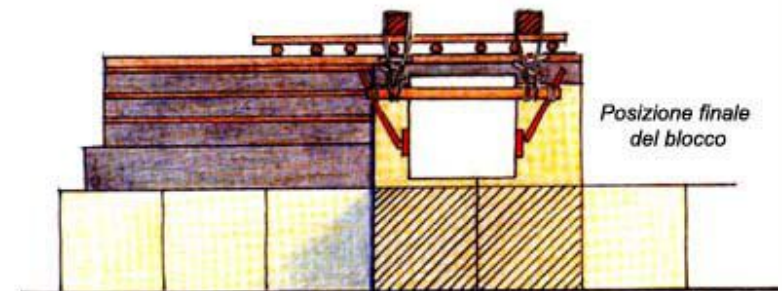
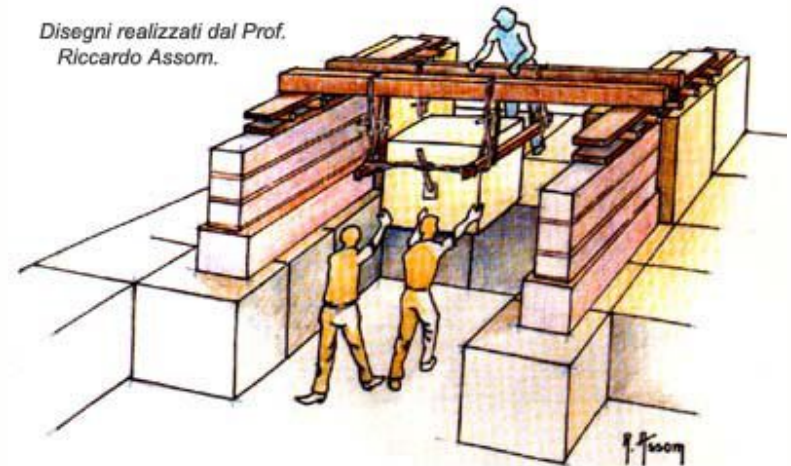
....

*Disegno realizzato dal
Prof. Riccardo Assom.*



*Tecnica di imbragatura del carico
con inserimento della leva.*

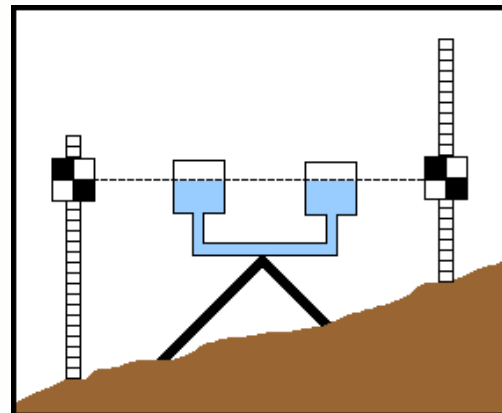
*Disegni realizzati dal Prof.
Riccardo Assom.*



~3000 a.C. - Mezzaluna

Vasta innovazione in tecniche e strumenti edili:
primi strumenti semplici

- ...
- Filo a piombo
- Asta di misura
(asta di lunghezza prestabilita)
- Livella ad acqua
-



~3000 a.C. - Egitto

Evoluzione tecnica nell'antico regno

- Tornio ad arco



Deutsches Museum - Monaco

3000 a.C. - Egitto

Navigazione pelagica fino a Creta e Siria

prodromi:

VI millennio a.C. cultura di Ubaid nel Golfo Persico

Modelli di navi del 2600-2500 a.C.
Deutsches Museum – Monaco
London Science Museum



~4000 a.C. - Pakistan

Insedimenti neolitici nella Valle dell'Indo

Prodromi:

nel VII millennio a.C.: Mehrgarh

- Villaggio neolitico con abitazioni complesse realizzate con mattoni essiccati
- Coltivazione di orzo e farro, allevamento
- Prime forme di città-stato
- Primo sviluppo della **civiltà dell'Indo**



~5000-3000 a.C. - Cina

Insedimenti neolitici lungo il Fiume Giallo

Prodromi:

VII millennio a.C.

- ~3000 a.C. città-stato
- primo sviluppo della **civiltà cinese**



~4000-3000 a.C. - Cina

~3600 Addomesticamento e allevamento dei bachi da seta

- prima tessitura della seta – segreto cinese per millenni

~3500 Perfezionamento della pietra levigata



~3300 a.C. - neolitico europeo

Ötzi - uomo del Similaun

Ritrovato nel 1991 a 3210 metri nelle Alpi Venoste, alta Val Venales

- Reca utensili in selce, arco, zaino, acciarino, un'ascia in rame all'arsenico e semi di cereali
- L'uomo europeo conosce l'agricoltura e la fusione del rame
 - Unica ascia conservata integralmente



~3200 a.C. - neolitico europeo

Malta

- Grandi templi megalitici (costruzioni pubbliche)



~3200 a.C. - Irlanda

Grandi tumuli in pietra a Newgrange

- Edificati da una cultura neolitica
 - Con perfetta orientazione astronomica
- testimoniano lo sviluppo neolitico in Europa
- prima delle piramidi egizie
- e degli ziggurat mesopotamici



~3000 a.C. - Asia Minore

Levante, Anatolia, Sumeria

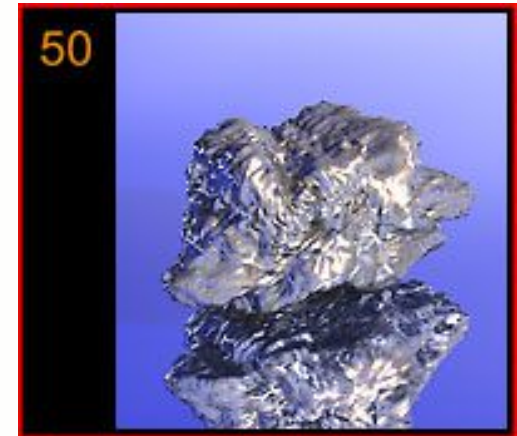
- Metallurgia: fusione del **bronzo** (900-1000°C)
- Lega rame + stagno (tipicamente 90% + 10%)
 - Inizialmente ottenuto casualmente da minerali contenuti anche stagno
 - Più facile da fondere del rame puro (temperatura di fusione più bassa)
 - Lo stagno gradualmente sostituisce l'arsenico nelle leghe col rame, essendo non tossico anche se più raro



~2800 a.C. - Asia Minore

Fusione dello stagno (231°C)

- riduzione da minerali di cassiterite
 - più raro del rame
 - primi oggetti in stagno
-
- La fusione del bronzo diventa controllabile e deliberata
→ sua affermazione definitiva
 - durezza (d. Brinell 120-150 HB)
ben superiore a quella del rame fuso puro (85 HB)



AFFERMAZIONE DELLA CIVILTÀ' DEL BRONZO

dura circa 2000 anni

~2800 a.C. - Asia Minore

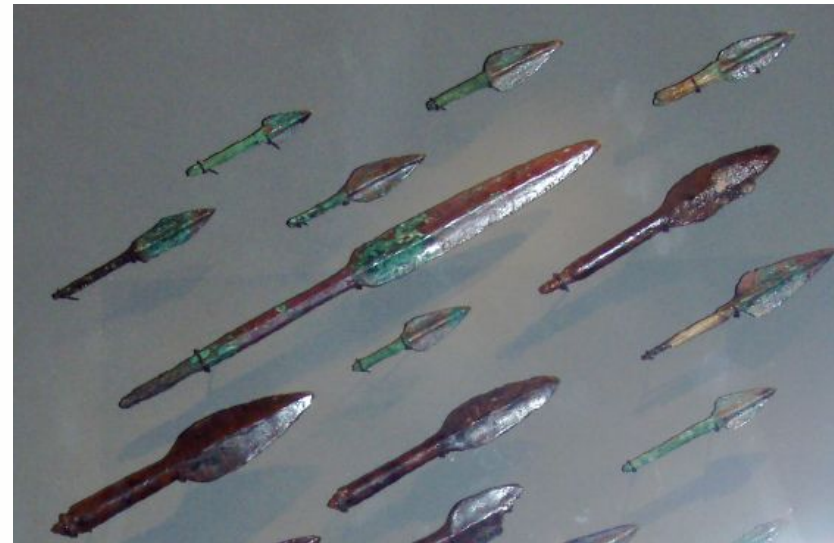
Bronzo:

mezzo indispensabile di superiorità tecnico-economica

- armi (uso strategico)
- utensili agricoli ed artigianali



Falchetto e zappe - Istanbul - Museo Archeologico



Armi e zappa - Musée du Louvre – Parigi

~2800 a.C. - Asia Minore

Bronzo → impulso all'estrazione di rame e stagno

- Ricerca e sfruttamento di giacimenti
 - Stagno: Monti Tauri, in Anatolia
 - Rame: Sinai, Nagev, Creta, Cipro, ...
- Commercio dei metalli su grandi distanze

Pani di rame a forma di pelle di bue commercializzati nel Mediterraneo in epoca successiva (forma di grande successo, usata anche in altre epoche ed aree, p.e. in Cina)



~2800 a.C. - Mesopotamia

SUMERI

Fusione dei metalli preziosi:

- oro (a 1063°C), argento (a 960°C)
- e loro leghe (elettro)

Uso consolidato

Produzione di oggetti preziosi di grande
fattura artistica

Manufatti in oro:
elmetto d'oro del re Meskalamdug, ~2600 a.C.
Iraq Museum, Baghdad

Decorazione in oro di arpa ~2700 a.C.



~2800 a.C. SUMERI

Evidenze di ripetute alluvioni con successivi depositi fangosi di vari metri

- Sono state correlate alla massiccia deforestazione, a causa della quale piogge torrenziali avrebbero causato erosione e drenaggio del terreno, non più trattenuto dalla vegetazione.
- Deforestazione dovuta al massiccio fabbisogno di legname di una civiltà in forte espansione, necessario come:
 - materia prima da costruzione: edilizia, meccanica, mobilio, carri, imbarcazioni, ...
 - risorsa energetica (termica): ceramiche, metallurgia, cottura di cibo, usi domestici ...

~2800 a.C. SUMERI

Saga di *Gilgamesh-Utnapishtim*

- primo grande poema epico
- narra di un grande diluvio che sarebbe il racconto mitizzato di quelle alluvioni storiche
- simile alla vicenda biblica di Noè: entrambe le narrazioni vennero tramandate oralmente e rielaborate per oltre 1000 anni, prima di essere poste in forma scritta

- *narra anche che Gilgamesh-Utnapishtim (re storico-mitologico di Uruk) andò ad abbattere una foresta di cedri, sfidandone il dio protettore, e ricevendone in punizione la perdita dell'immortalità: è interpretata come la rielaborazione mitologica della violazione dell'equilibrio naturale con conseguenze gravi ed irreversibili causata dalla civiltà rappresentata dal suo re*



Gilgamesh - Musée du Louvre - Parigi

2800-2500 a.C. - Sumeri

Primo apogeo sumerico

- Anno sumerico di 12 x 30 giorni

Ur - massima città mondiale

- Fondata verso il 3800 a.C.
- **birra**
 - dalla fermentazione di orzo posto in ammollo a macerare
 - quando arriva in Egitto ne diviene la bevanda nazionale
- poi **vino**
 - dalla fermentazione del succo d'uva
 - bevande alcoliche → prive di agenti patogeni (a differenza dell'acqua di fiume o pozzo, in particolare in città e grandi centri abitati)
 - e ... inebrianti

~2770 a.C. - Egitto

Forte sviluppo culturale tecnico indotto dall'unità a nazionale

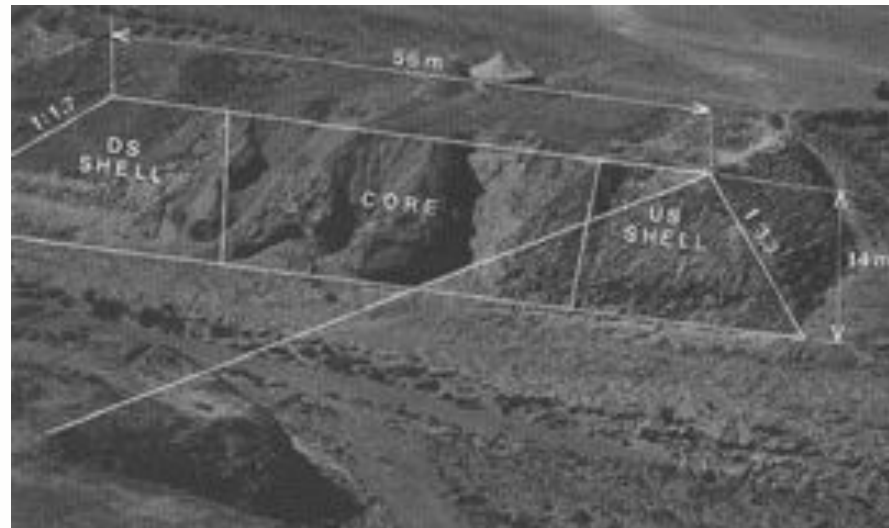
Calendario di 365 giorni

- Perfezionato dal calendario sumerico di 12x30 giorni
- 12 mesi di 30 giorni + 5 correttivi (epagomeni)
 - indotto dalla periodicità regolare della piena del Nilo, che avveniva quando Sirio (nella costellazione del Cane) sorgeva ad est poco prima del Sole.
 - Questo anno civile è più corto dell'anno solare di un quarto di giorno (quindi il calendario avanza di un giorno ogni 4 anni, e torna a coincidere con esso dopo $365 \times 4 = 1460$ anni. Ciò avvenne nel 139 d.C. (come osservarono gli astronomi romani), due cicli dopo la presunta istituzione, avvenuta verso il 2770 a.C.)

~2600 a.C. - Egitto

Diga di Sadd-el-Kafara

- a protezione dalle inondazioni
 - lunga 113 m e alta 14 m
 - la maggiore opera idraulica costruita fino ad allora



- 2400: canale idrico alla prima cataratta

2650 a.C. - Egitto

DJOSER - Terza dinastia

Imhotep: architetto e primo scienziato (medico, mistico) e tecnologo il cui nome è citato in documenti storici

- primi edifici monumentali in pietra
- prima piramide
 - a gradoni, sovrapponendo più mastabe
 - in mattoni con funzione strutturale
 - tecnologia importata dall'Asia minore



2551 a.C. - Egitto

**Grande piramide di Khufu (Cheope)
e poi quelle di Chefren e Micherino**

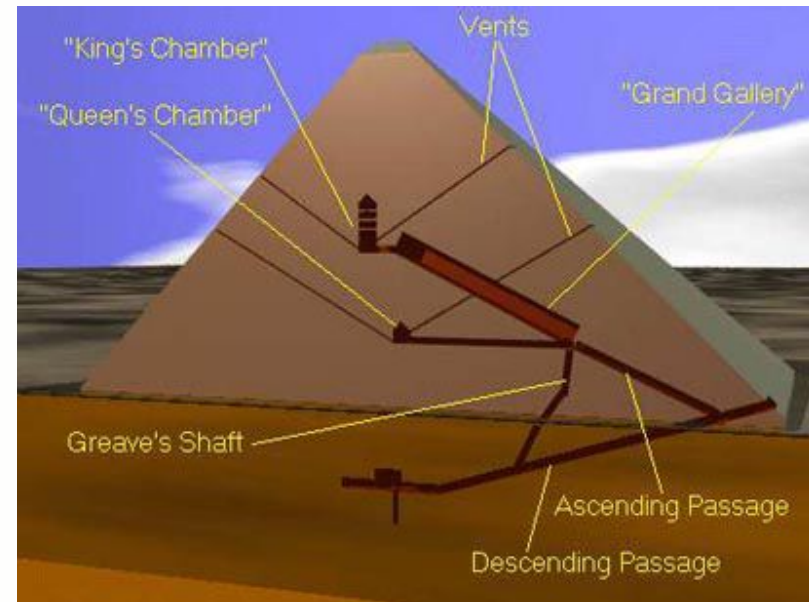


2551 a.C. - Egitto

Khufu (Cheope) - Terza dinastia

Grande piramide di Giza, in pietra

- Dimensioni (base per altezza):
230 x 230 x 146 m
dopo avere individuato per tentativi
con le piramidi precedenti
la pendenza “perfetta”
- Costituzione:
 - 2.300.000 blocchi di pietra
 - da 2,5 a 70 tonSuperando notevoli problemi tecnologici: taglio, trasporto, sollevamento,
... disponendo delle tecniche della pietra e del rame



~2500 a.C. - Egitto (e Fenicia)

Primi oggetti in vetro (opaco e colorato)

- Produzione iniziale fortuita, ottenuto dalla fusione ad alta temperatura di natron (carbonato idrato di sodio - usato nella mummificazione) e silice (ossido di silicio, ampiamente disponibile)
- Prima: piccoli oggetti ornamentali preziosi - perline
- Poi: rivestimenti di vasi e produzione di vasi preziosi per formatura plastica del vetro fuso su calchi di argilla tenera



~2500 a.C. - Egitto

Divisione del giorno in 24 ore

- 12 notturne (stabilite dalle 12 costellazioni, regno dei morti, di origine babilonese, ca. 3000 a.C.) e 12 diurne (per dualità con quelle notturne, regno dei vivi)
- di durata variabile nel corso dell'anno
 - la concezione del tempo è legata agli eventi astronomici, che lo rendono manifesto
- poi integrata con 60 minuti per ora
 - il numero 60 è di influenza babilonese



Zodiaco egizio con le 12 costellazioni - Musée du Louvre

~2500 a.C. - Egitto

Inizia una fase di autarchia culturale e stagnazione tecnologica dovuti all'isolamento geografico e all'irrigidimento sociale:

- le classi dominanti (sacerdoti e aristocratici), ricche e colte, non sono interessate a promuovere nuove tecniche che agevolino il lavoro manuale;
 - le classi lavoratrici, povere e ignoranti, non hanno i mezzi culturali ed economici per ricercarle
-
- Ma alcune tecniche raggiungono livelli elevati:
 - chirurgiche evolute (documentate nei papiri)
 - artistiche: prevale la creatività in campo estetico e artistico, l'artigianato di lusso, l'arte orafa



~2500 a.C. - Asia Minore

**FINE DELLA
PRIMA RIVOLUZIONE TECNOLOGICA**

Lunga serie di innovazioni straordinarie (agricoltura, città, forno, ceramica, tessitura, metallurgia, ruota, scrittura, ...) che hanno cambiato radicalmente il modo di vivere, ma col tempo esse inducono sistemi sociali rigidamente gerarchizzati, non più rivolti alle innovazioni

Nuovi impulsi arriveranno da nuove, più dinamiche civiltà

~2500 a.C. – Europa centrale

Prima fusione del bronzo

- Germania, Carpazi, Italia, Austria, ...

Asce europee in bronzo



2000: diffusione in varie regioni europee

- Avvio dell'età del bronzo in Europa centrale
- Regioni coperte da sconfinata foreste ove le asce in bronzo (strumenti da taglio efficienti) permettono vaste deforestazioni, che producono
 - materia prima, il legno
 - terreni per l'agricoltura
 - nuove civiltà

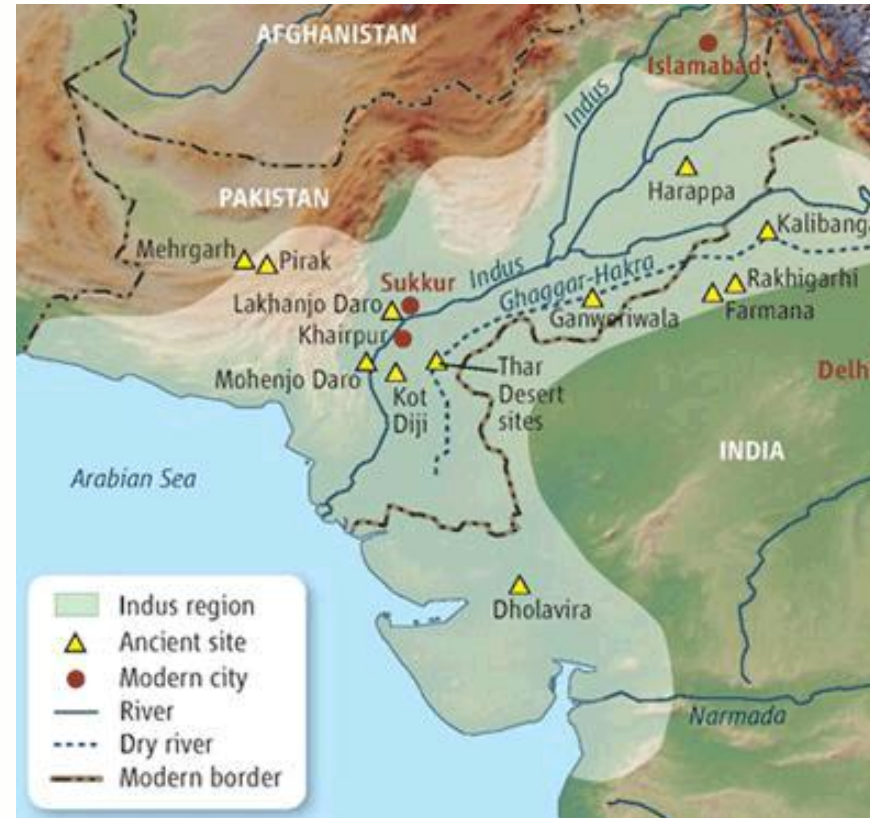
Areale di diffusione del bronzo in Europa



~2500 a.C. - Indo (Pakistan)

Civiltà dell'Indo:

- Mohenjo-Daro,
- Harappa
- ...
 - Fusione del rame legato
 - Diffusione della ruota
 - Prima tessitura del cotone
 - Scambi commerciali con altre civiltà



Crolla intorno al 1800 a.C.: siccità? invasioni da ovest?

Civiltà dell'Indo (Pakistan)

Mohenjo-Daro

- Assetto urbanistico evoluto
- strade rettilinee con sviluppo ortogonale (angoli retti)
- Capacità di pianificazione e applicazione di concetti geometrici in campo tecnico (conoscenze matematiche evolute)
- rete idrica urbana



Civiltà dell'Indo (Pakistan)

Harappa

- Pianta urbanistica evoluta
- Edifici a due piani
- Acropoli fortificata
- Granai
- Impianti sanitari e rete fognaria

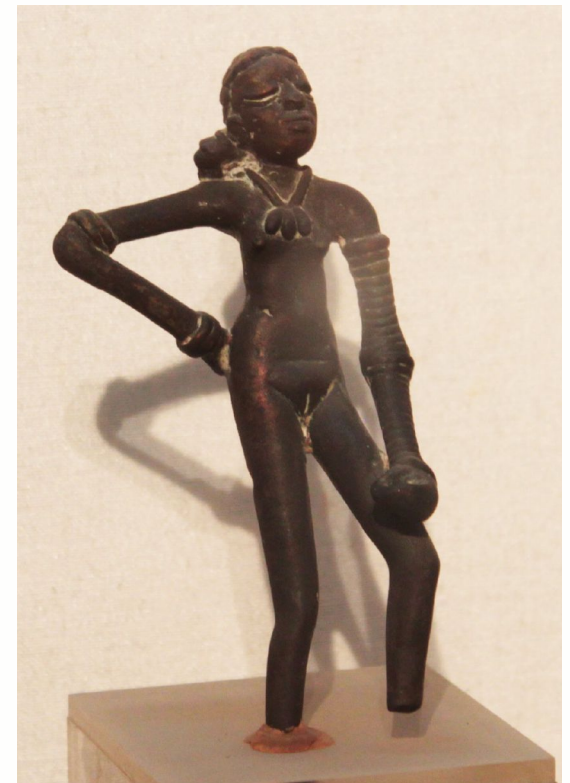


~2500 a.C. – Indo (Pakistan)

Civiltà dell'Indo

Metallurgia:

- tecnica di fusione a cera perduta
 - Prime realizzazioni per piccoli oggetti in metallo prezioso o rame
 - Poi in bronzo, più adatto alla colata (temperatura di fusione più bassa) e realizzazioni di maggiori dimensioni
 - Tecnica sviluppata anche altrove ed in altri periodi (Mesopotamia, Cina, America)



Statuetta (10.8 cm) della ragazza danzante di Mohenjo-Daro
National Museum - Delhi - India

Fusione a cera perduta

È la tecnica di fusione della statuaria classica in bronzo

- Come l'auriga di Delfi, i Bronzi di Riace,

e in epoca medievale e moderna di grandi oggetti in bronzo

- Campane, cannoni, ...
- tuttora usata in campo artistico e tecnico



~2500 a.C. – Estremo Oriente

Cina:

- Invenzione del tornio da vasaio
- Piena maturità dell'industria fittile (ceramica)

Vietnam-Thailandia:

- Fusione del rame e poi civiltà del bronzo



~2000-1900 a.C. - Cina

2000 a.C.:

- Espansione della civiltà del Fiume Giallo
 - Prima dinastia:
 - Xia: XXI - XVI secolo a.C.

1900 a.C.:

- Prima fusione del bronzo
 - Bronzo all'arsenico
- Lavorazione della giada (molto dura)
 - Oggetti preziosi con funzioni religioso-auspicali riservati a regnanti e aristocrazia



~1600 a.C. - Cina

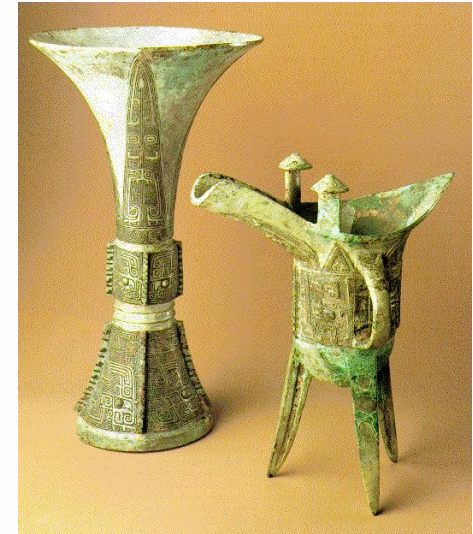
Espansione ed affermazione sotto la dinastia Shang

(XVII - XI secolo a.C.)

- Potere reale di origine divina in società fortemente schiavista
- Grandi città
- Maturazione della metallurgia del bronzo
 - Calderoni auspicali - preziosi: deposti nel corredo funerario di regnanti e nobili

~1500 a.C.: Scrittura ad ideogrammi

Shanghai Museum



~1600 a.C.

Colonizzazioni planetarie

Oceano Pacifico – cultura Lapita:
inizio della colonizzazione degli atolli

Processo bi-millenario

- 1600 a.C. Polinesia occidentale
- 1000 a.C. Tonga e Samoa

- grandi piroghe, anche a doppio scafo
- raffinate tecniche di navigazione senza strumenti, basate sull'osservazione del cielo



Deutsche Museum - Monaco

~3000-1800 a.C. - America

3000 a.C.: prima ceramica in America centro-meridionale

2500 a.C.: primi villaggi agricoli complessi in Mesoamerica e Ande peruviane

2000 a.C.: sistemi di irrigazione complessi

1800 a.C.: Cultura pre-Chavin - Sudamerica

- Prima civiltà precolombiana (neolitica)
- Grandi edifici pubblici a forma di piramidi in pietra e adobe

900-200 a.C.: civiltà Chavin - Sudamerica

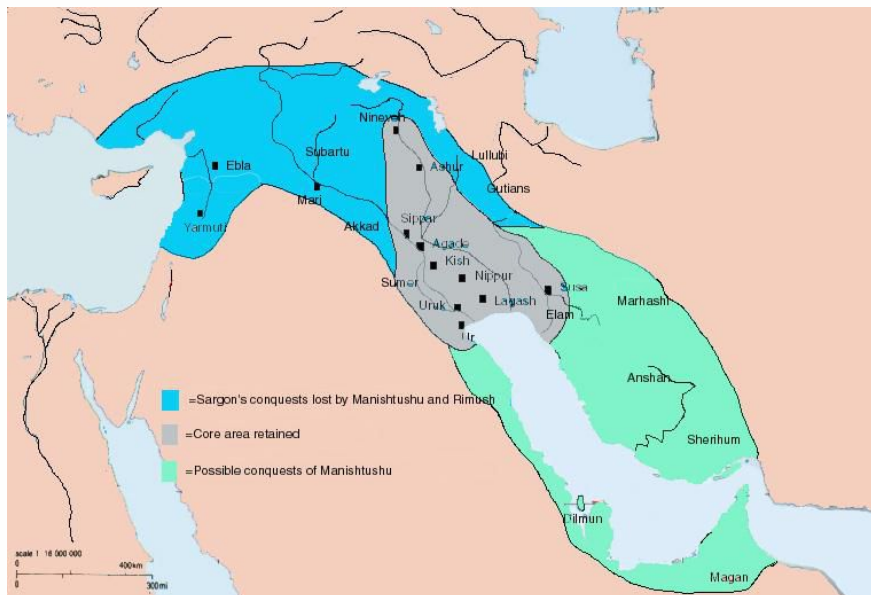
- Vera civiltà precolombiana, che inizia a praticare la lavorazione di metalli nativi

2340 a.C. - Mesopotamia

Sargon il grande forma l'impero accadico

- unifica tutto il bacino mesopotamico fino all'Anatolia e oltre
- impero = stato plurinazionale, popoli con diverse culture, lingue, tradizioni sottoposti ad un unico dominio
- divinizzazione del potere reale
- crolla nel 2180 a.C.

Estensione dell'impero accadico



Mesopotamia - Akkad

Conseguenze dell'impero accadico

- Integrazione culturale tra etnie diverse, sviluppo di una cultura eterogenea (sumero-accadica)
- Sviluppo della matematica (quattro operazioni)
- Prima forma di abaco (per somme e sottrazioni)

- Creazione di rotte sicure dentro l'impero
- Commercio di risorse strategiche, come legno e metalli su grandi distanze
 - in particolare stagno, estratto nei Monti Tauri (Anatolia) e trasportato ai siti di fusione del bronzo
 - Documenti accadici riportano di una carovana con 12 ton di stagno, sufficiente a produrre 125 ton di bronzo, quanto basta ad armare un esercito

2180 a.C. - Mesopotamia

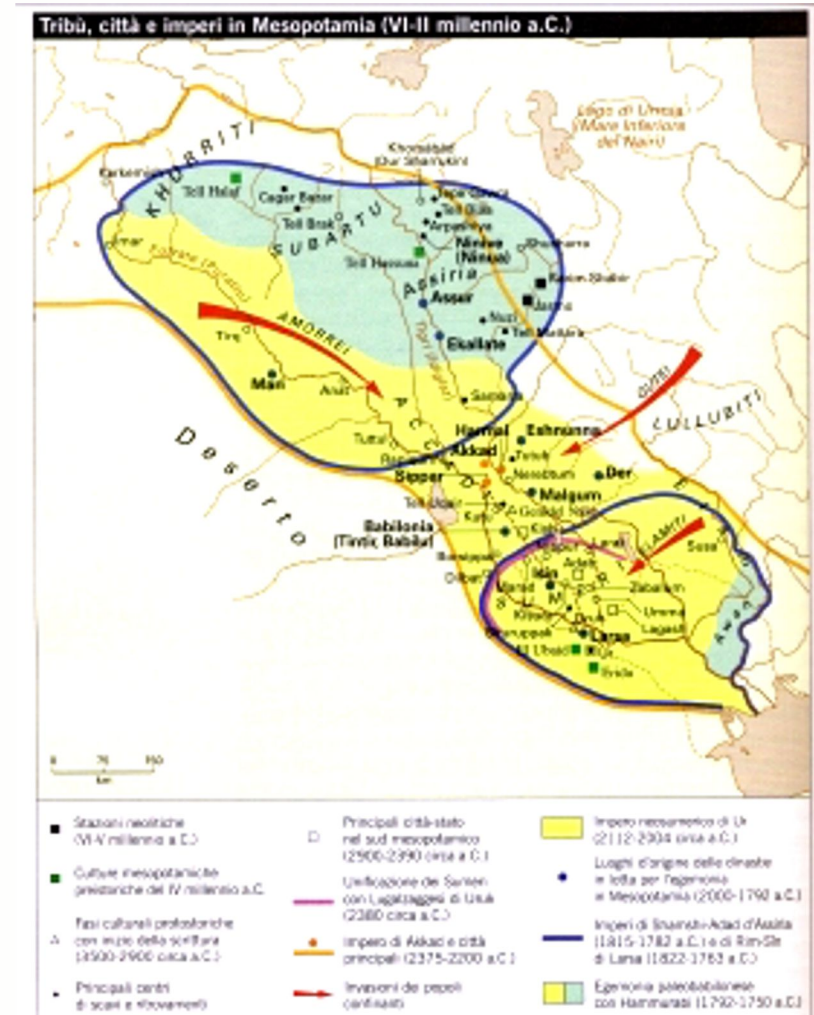
Impero Sumerico

- Secondo apogeo sumerico
 - esteso su tutta la Mesopotamia

Ur

capitale sumerica, raggiunge il massimo splendore

- Grande e ricca
- 65.000 abitanti
 - massima metropoli mondiale
 - città-porto



2100 a.C. - Mesopotamia

Ur

- Prima raccolta di leggi
- Vasta raccolta di tavolette rinvenuta nel marzo 2006 potrebbe essere la prima biblioteca
- innovazioni tecnologiche in edilizia
 - leganti per mattoni

→ Edilizia monumentale

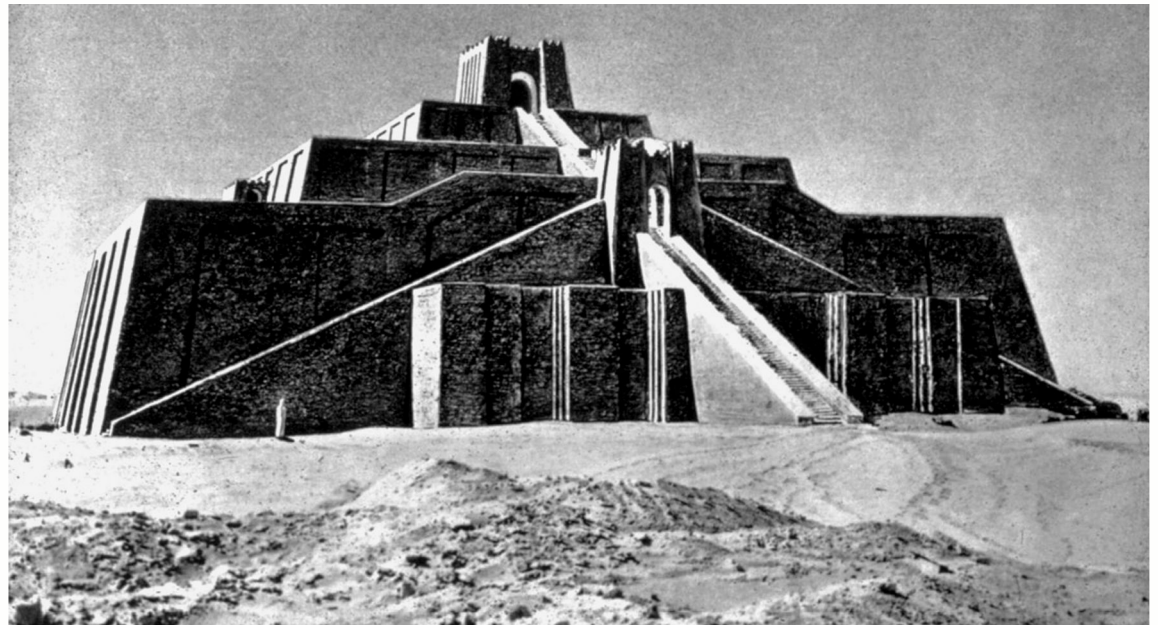


2100 a.C. - Mesopotamia

Ur

ziggurat

- montagne artificiali, innalzate verso gli dei, terrazzate e con tempio sulla sommità (evoluzione del vecchio tempio)



~2000 a.C. - Egitto

Diffusione del bronzo

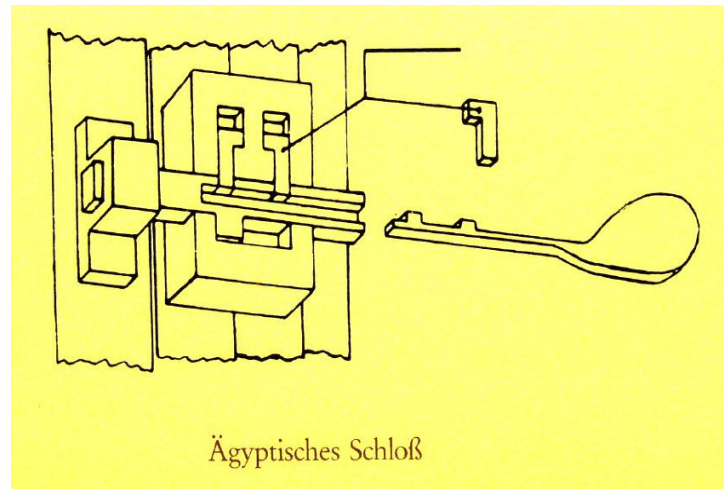
- con il profondo rinnovamento della XI dinastia
- collegata all'estrazione di rame e stagno ed alla fusione del bronzo in tutto il Mediterraneo orientale
- Il bronzo sostituisce il rame in ritardo rispetto ad altre regioni, sia a causa della carenza di stagno in Egitto, sia a causa della struttura sociale autarchica e gerarchizzata, non orientata all'innovazione



~2000 a.C. - Egitto

Forme di meccanica complessa in legno

- Prima serratura nota

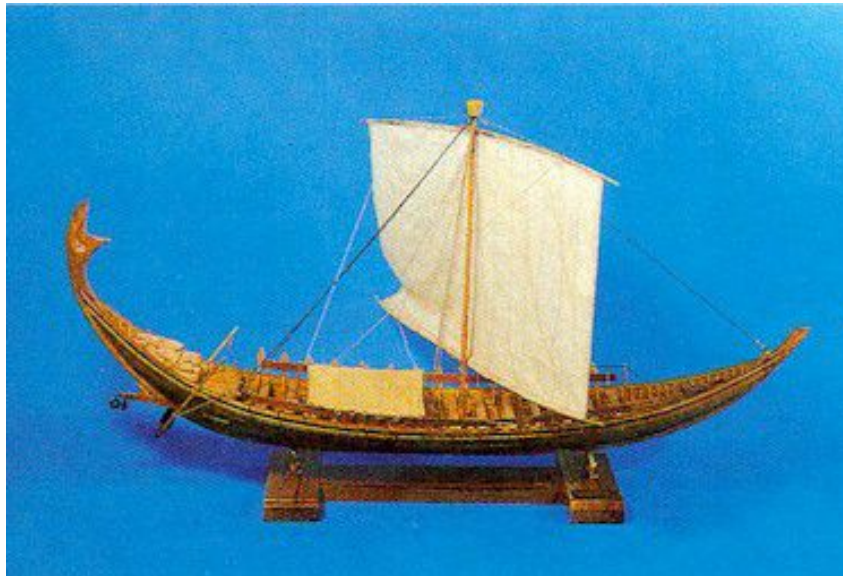


Deutsches Museum - Monaco

~2000 a.C. - Creta

Affermazione della civiltà minoica (Talassocrazia)

- Sviluppo della navigazione marina – imbarcazioni capaci di tenere il mare aperto
 - Cabotaggio (sotto costa) e d'altura a vista
 - Diffusione dei commerci marittimi di materie prime con impieghi tecnici e strategici nel Mediterraneo orientale e con Egitto:
 - Stagno, rame, metalli preziosi, legname, ambra, incenso



~2000 a.C. - Creta

Palazzo di Cnosso

- 24.000 m², 1.300 stanze
- su più piani
- fornitura idrica e fognature



~1618 a.C.

Mediterraneo orientale

Eruzione di Tera (Santorini)

- Declino minoico
 - Crollo dei palazzi minoici
 - Ma il crollo minoico può anche essere dovuto all'esaurimento delle riserve boschive, indispensabili per fondere i minerali di rame da esportare in altre nazioni e per la cantieristica navale



K.J.W. Oosthoek - University of Edinburgh

~1800 a.C. - Asia Minore

Carro da guerra leggero e veloce, con ruote a razze, trainato da cavalli, e nuovo tipo di arco composto

- Il carro veloce rivoluziona le tattiche belliche e domina la storia militare del II millennio a.C.



Istanbul - Museo Archeologico

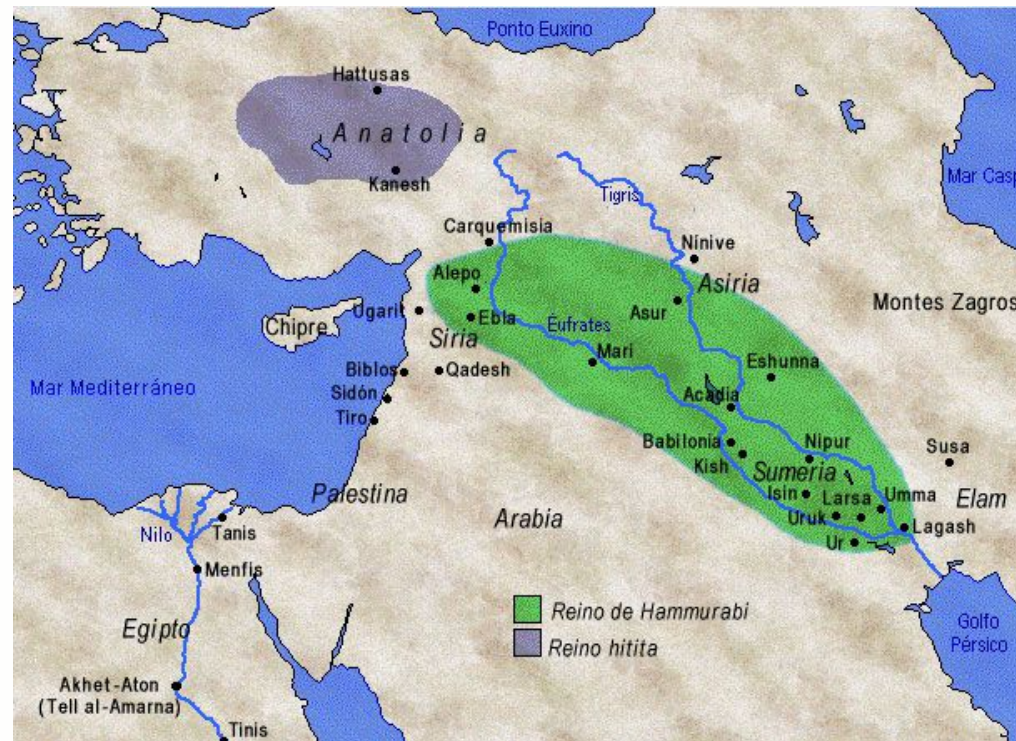
1792-1750 a.C. Mesopotamia

Prima fase Babilonese (Amorrea)

- **Hammurabi fonda l'impero amorreo:**

- Conquistando il bacino mesopotamico

- Edifica la capitale:
- Bab-ilum (Babilonia), che diverrà la massima metropoli mondiale



~1770 a.C. - Mesopotamia

Codice di Hammurabi:

- Primo **codice** giuridico scritto organico
- Sistema di regole per governare in modo coordinato i popoli sottomessi
- Replicato negli angoli dell'impero, per garantire l'unità giuridica
- Rudimentale, per nostri criteri (basato sulla legge del taglione: occhio per occhio dente per dente)

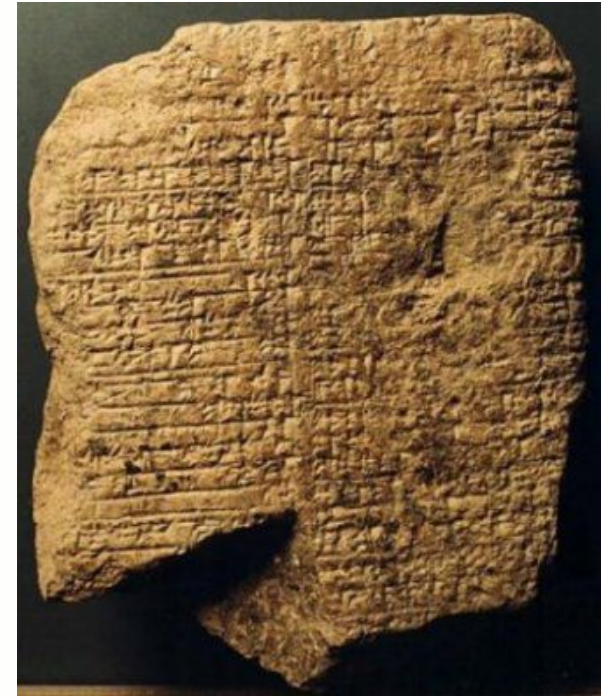


Musée du Louvre - Parigi

~1770 a.C. - Mesopotamia

Codice di Hammurabi:

- Comprende anche leggi di interesse tecnico
 - Norme sull'irrigazione e la protezione dalle inondazioni
 - Pena di morte per l'abbattimento non autorizzato di alberi (segno che il legname è scarso ed ha importanza strategica)



Una delle tante repliche del codice, poste in molte località dell'impero per rendere nota a tutti la legge del re

~1770 a.C. - Mesopotamia

Amorrei (primi babilonesi)

- Dalla fusione di culture diverse:
- prime testimonianze di una matematica evoluta
- numerazione sessagesimale (a base 60)
 - Posizionale
 - Priva di zero

- Prime testimonianze di scuole con interessi matematici (algebra e geometria)

1	𐎶	11	𐎶𐎵	21	𐎶𐎵𐎶	31	𐎶𐎵𐎶𐎵	41	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶	51	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵
2	𐎶𐎶	12	𐎶𐎵𐎶𐎶	22	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶	32	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶	42	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	52	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
3	𐎶𐎶𐎶	13	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶	23	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶	33	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	43	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	53	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
4	𐎶𐎶𐎶𐎶	14	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶	24	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	34	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	44	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	54	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
5	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	15	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	25	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	35	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	45	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	55	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
6	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	16	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	26	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	36	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	46	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	56	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
7	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	17	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	27	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	37	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	47	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	57	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
8	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	18	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	28	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	38	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	48	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	58	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
9	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	19	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	29	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	39	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	49	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	59	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
10	𐎶	20	𐎶𐎶	30	𐎶𐎶𐎶	40	𐎶𐎶𐎶𐎶	50	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶		

numerazione sessagesimale

Sulla numerazione sessagesimale sono basati i sistemi di misura babilonesi

- Sistemi sessagesimali in metrologia:
 - Misura del tempo (60 minuti)
 - Misura degli angoli (60x6 gradi = angolo giro)
 - Misura del peso (60 mine e 60 dramme)
- In buona parte ancor'oggi utilizzati

~1800 a.C. - Egitto

Conquista da parte degli Aurighi Hyksos
(semiti provenienti dall'Asia Minore)

- Prima dominazione straniera dal tempo dell'unificazione nazionale

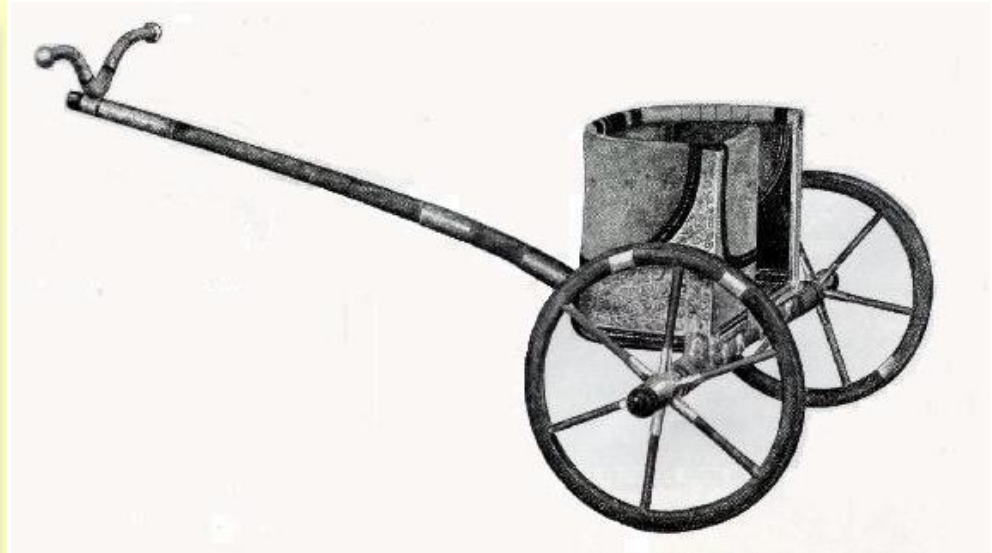


Istanbul - Museo Archeologico

~1700 a.C. - Egitto

La dominazione degli Hyksos rivoluziona la società egizia e introduce progressi tecnici e scientifici

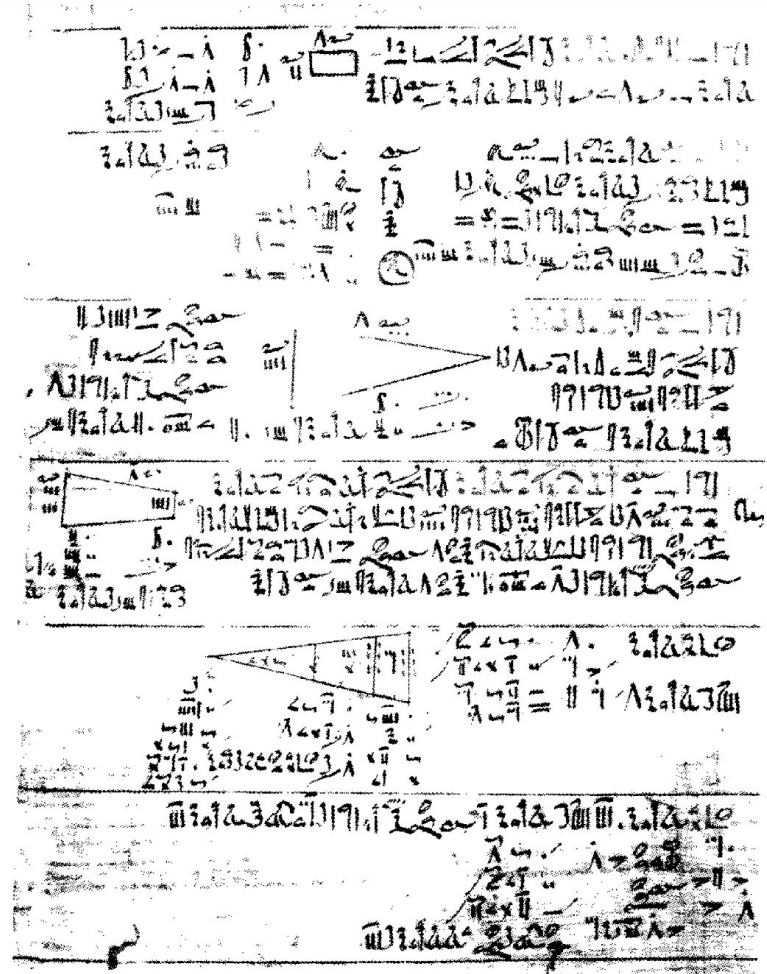
- Adozione del carro da guerra leggero con ruote a sei razze
 - Nascita della classe aristocratica degli aurighi (l'acquisizione e la cura dei carri sono molto costose)



~1650 a.C. - Egitto

Sviluppi culturali anche
in matematica

- Papiro di Rhind
 - Calcolo di aree
 - Procedure per moltiplicazioni
 - Frazioni a numeratore unitario
 - Proprietà dei numeri
 - Equazioni di primo grado
 - Calcolo approssimato di π



Papiro di Rhind

~1500 a.C. - Asia Minore

Differenziazione del bronzo

- Bronzi a diverso tenore di stagno, per diversi impieghi:
 - Armi
 - Specchi
 - Statue
 - Campane
 - Utensili:
 - seghe, lime, ...
 - sistemi di misura standard



Regolo cassita di Nippur (2650 a.C.)
Istanbul - Museo Archeologico



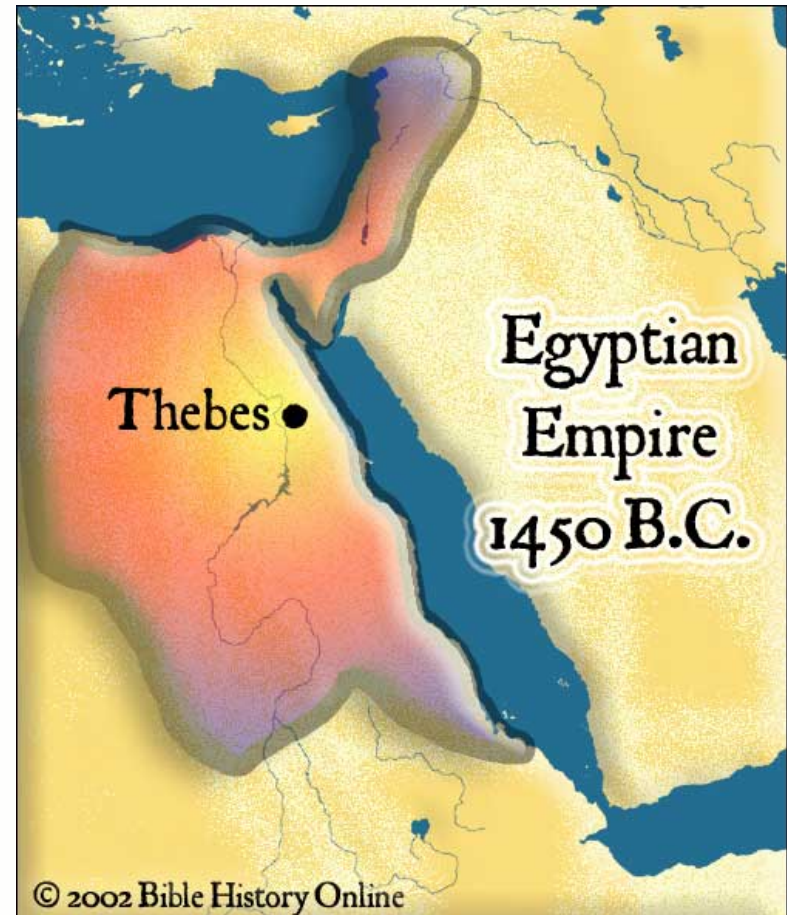
~1500 a.C. - Egitto

Periodo di massima espansione

- XVIII dinastia

1450: Tutmosi III
controlla anche i regni del Levante

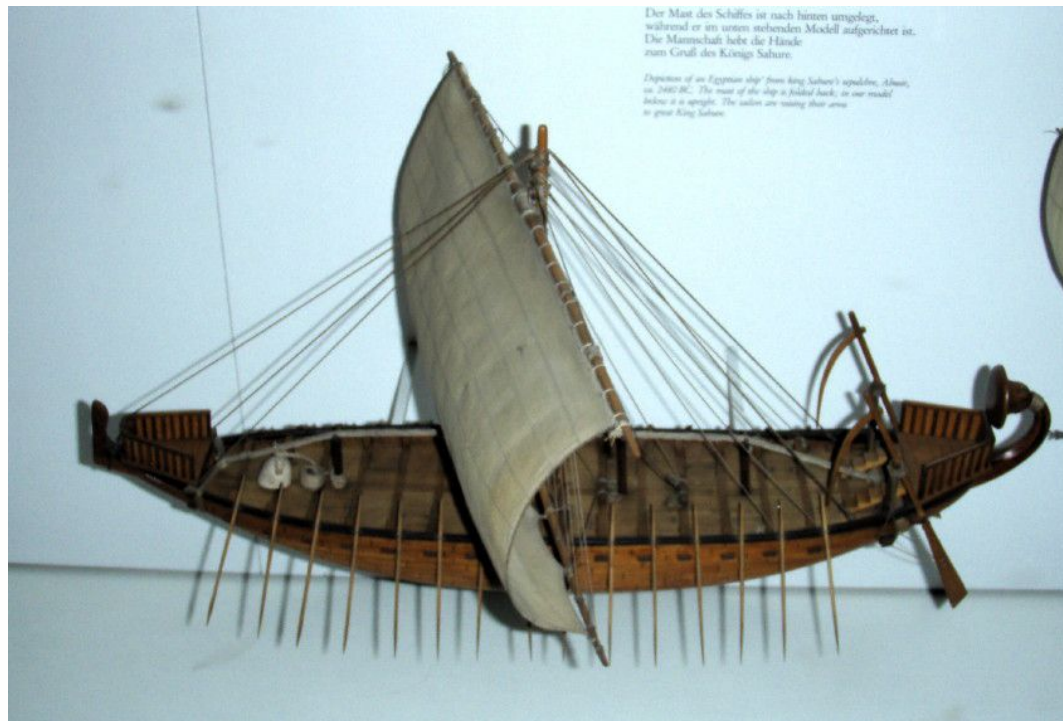
- Grandi commerci carovanieri verso sud e nella penisola arabica



~1500 a.C. - Egitto

Sviluppi tecnologici correlati all'espansione commerciale

- Navi con chiglia
 - Migliori capacità di navigazione



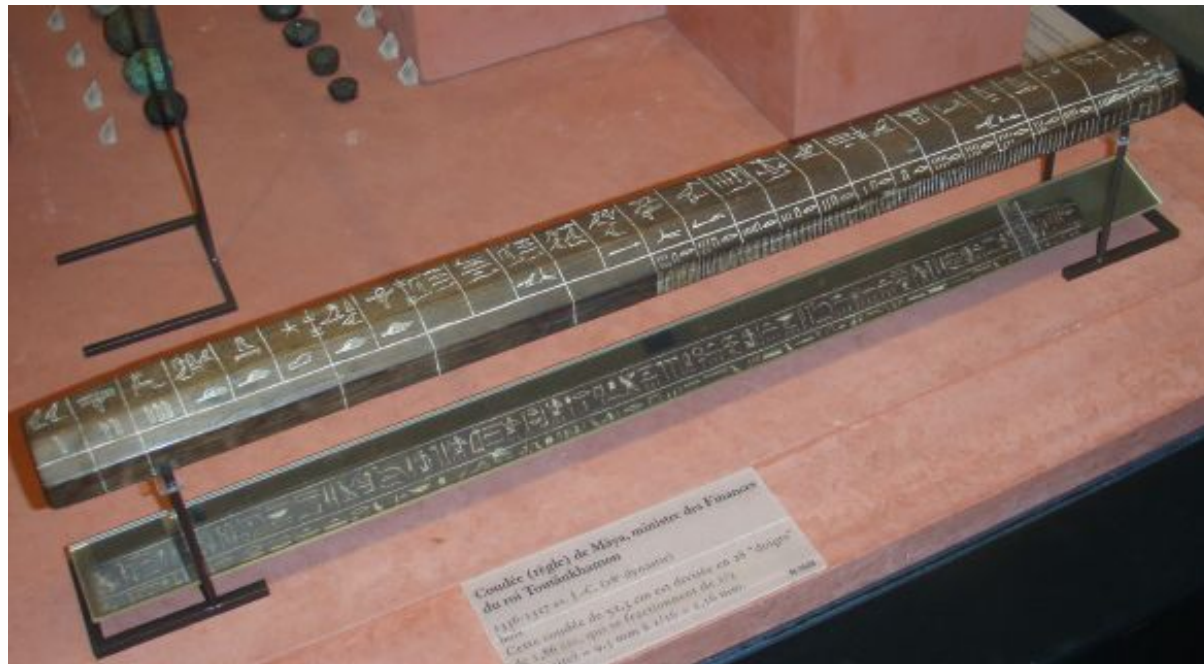
Deutsches Museum - Monaco

~1500 a.C. - Egitto

Sviluppi tecnologici correlati all'espansione commerciale

- **Sistemi di misura oggettivi antropocentrici**

- Cubito (avambraccio, dal gomito alla punta del medio)
 - Regoli a misura di cubito usati come campioni dagli ispettori reali (standardizzazioni locali dei sistemi di misura)

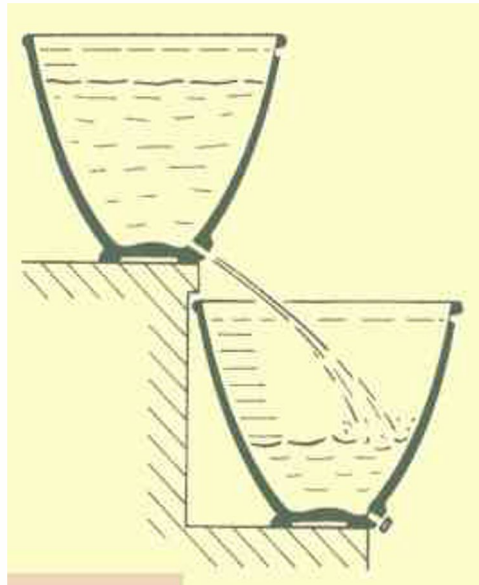


Regolo di Maya, ministro delle finanze di Tutankhamon - Musée du Louvre - Parigi

~1370 a.C. - Egitto

Sistemi di misura oggettivi

- Clessidra (*κλεψύδρα* = ladra d'acqua)
 - primo cronometro ad acqua (misura intervalli di tempo, non il tempo astronomico)



Science Museum - Londra

~1350 a.C. - Egitto, Fenicia

Miglioramenti nella tecnica vetraria

- Vetri policromi opachi
- Prodotti a stampo
- Sempre per ottenere oggetti preziosi



Musée du Louvre – Parigi



Egitto

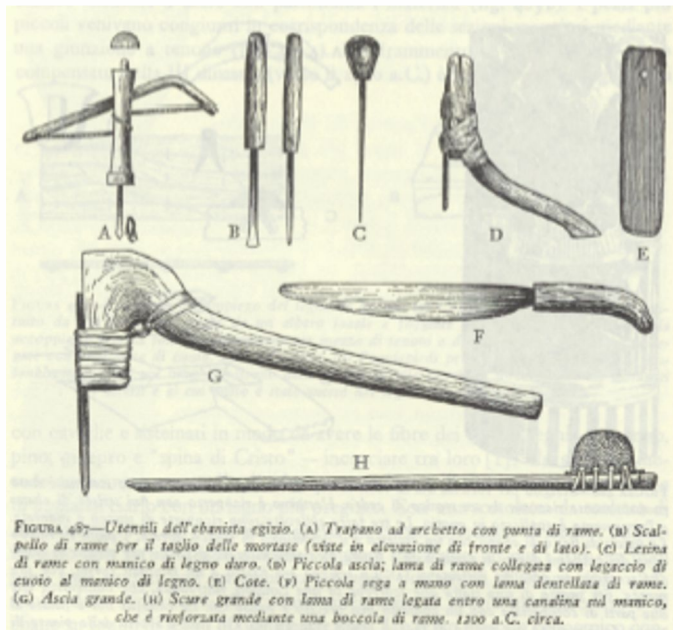
Cipro



~1350 a.C. - Egitto

Perfezionamento della tecnica di lavorazione dei metalli preziosi

- Tecniche importate dai paesi conquistati dai grandi faraoni (i Totmusi), che traggono schiavi gli artigiani dei popoli sconfitti (come nei racconti biblici)
- Tecniche raffinate di lavorazione, intaglio di pietre dure e vetro destinati ad oggetti preziosi e splendidi



~1325 a.C. - Egitto

Perfezionamento della tecnica di lavorazione dei metalli preziosi

- Corredo funerario di Tutankhamon (XVIII dinastia)
- Oggetti raffinatissimi
- Intarsio
- Compresa un'eccezionale spada in ferro

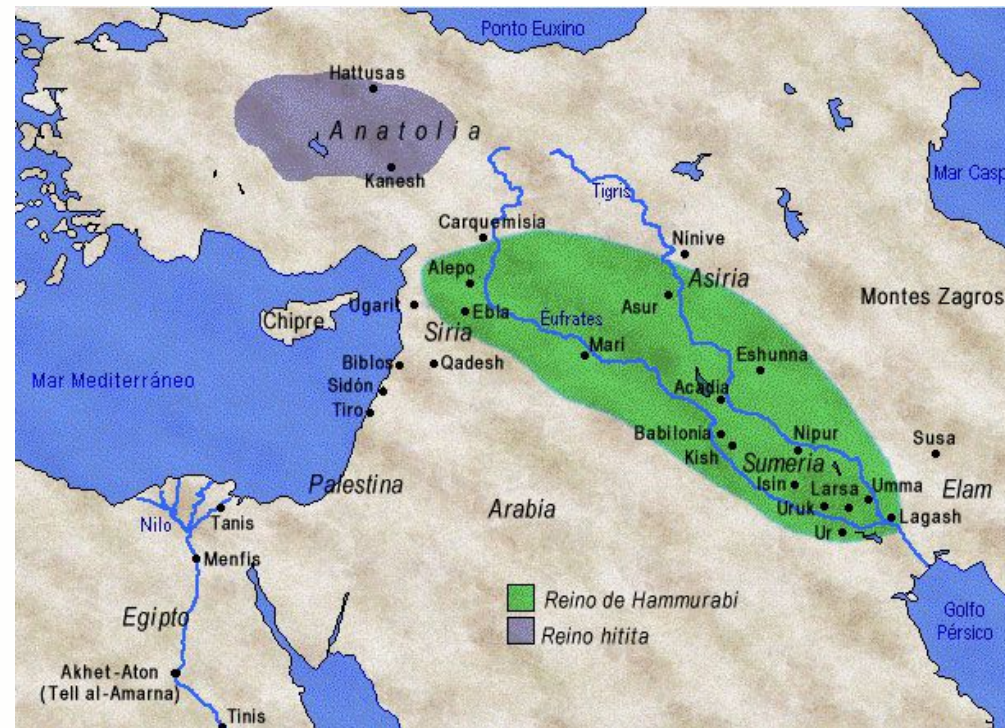


1900 a.C. - Anatolia

Regione ricca di risorse boschive e minerarie

Stanziamiento degli Ittiti

- prima grande civiltà indoeuropea
 - Struttura sociale di tipo feudale
 - Potere reale privo di origine divina
 - “primus inter pares”
 - Nuovo modello sociale e civile
 - Superiorità bellica basata sulla cavalleria

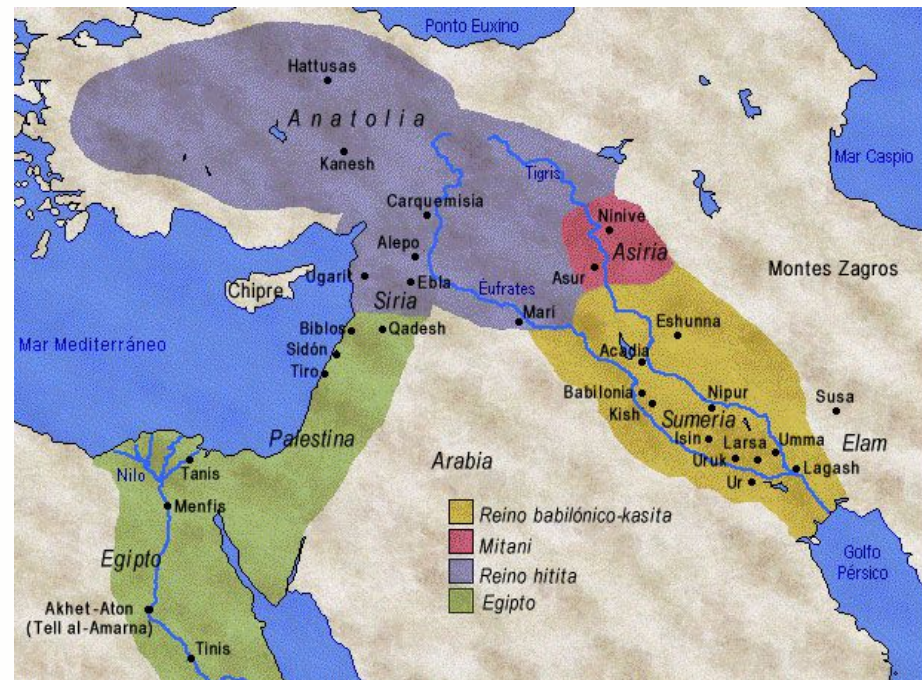


16° secolo a.C. - Mesopotamia

Espansione degli Ittiti guidati da Murshili I

1595: Incursione nell'impero amorreo
conquista (di breve durata) e saccheggio di Babilonia
decadenza amorrea

1530: Conquista di Assur



~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

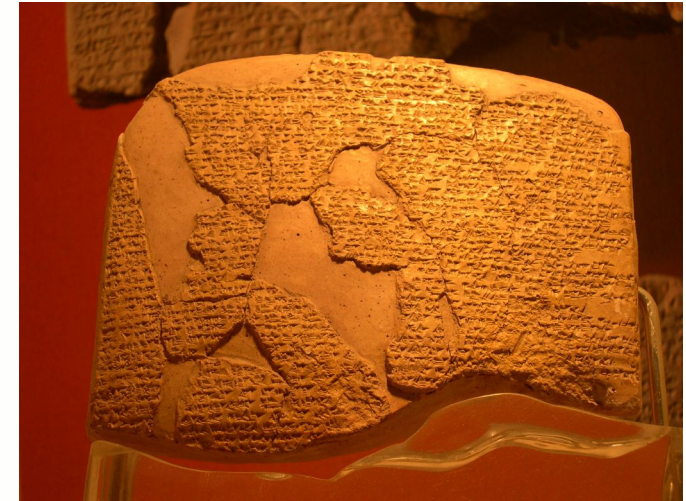
- Armi
- Poi anche utensili speciali per agricoltura
- Prima le tecniche di forgiatura e cementazione sono tenute segrete prima dagli Ittiti
- poi, quando diffondono in altre culture, da caste di fabbri, (la metallurgia è considerata un'arte divina: Efesto per i Greci e Vulcano per i Romani sono dei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