

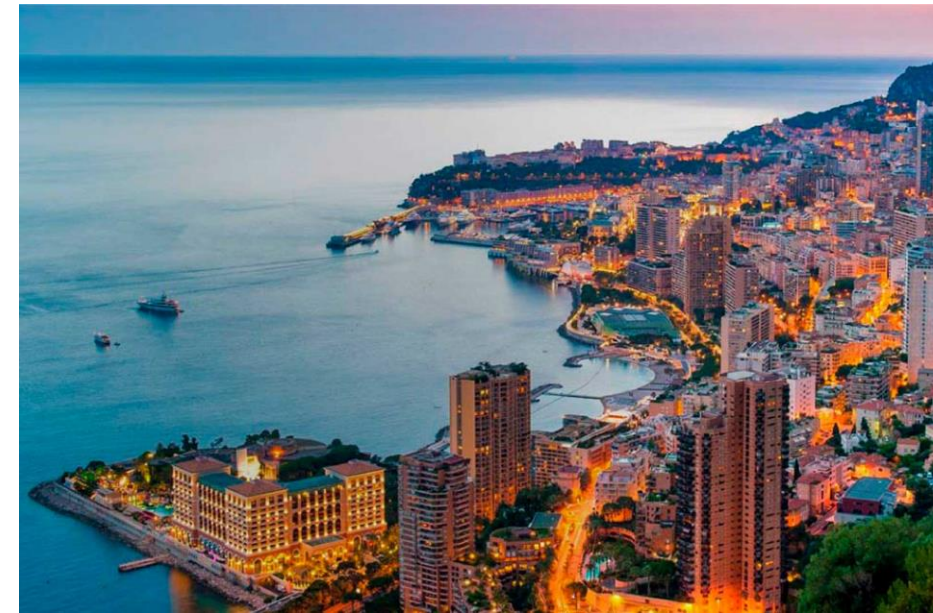


CONSOLATO ONORARIO DEL
PRINCIPATO DI MONACO A FIRENZE

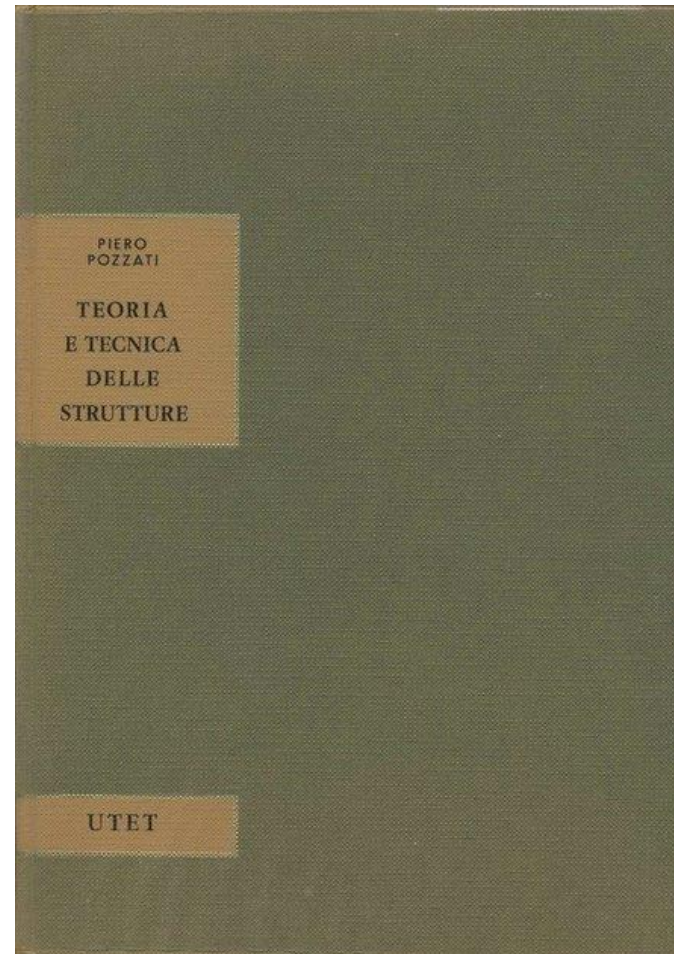
Terza riunione digitale della serie
“Ripartire con la sostenibilità al centro”:
SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE
Firenze, 29 settembre 2020

Sostenibilità ambientale e architettura sostenibile

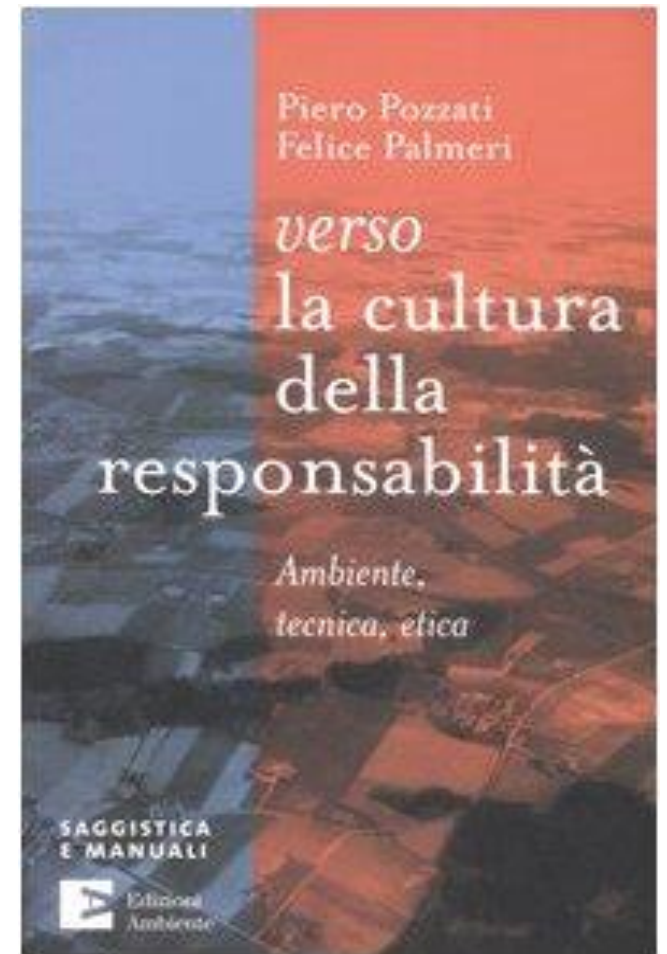
Prof. Ing. Paolo Spinelli
Università di Firenze



Piero Pozzati (1922-2015)



(1980)

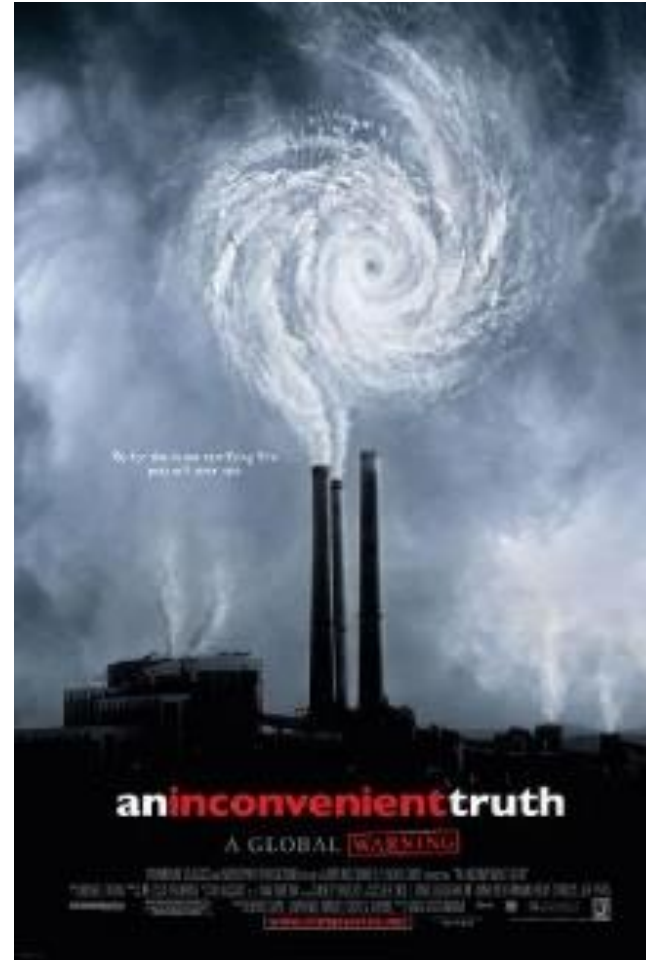


(2007)

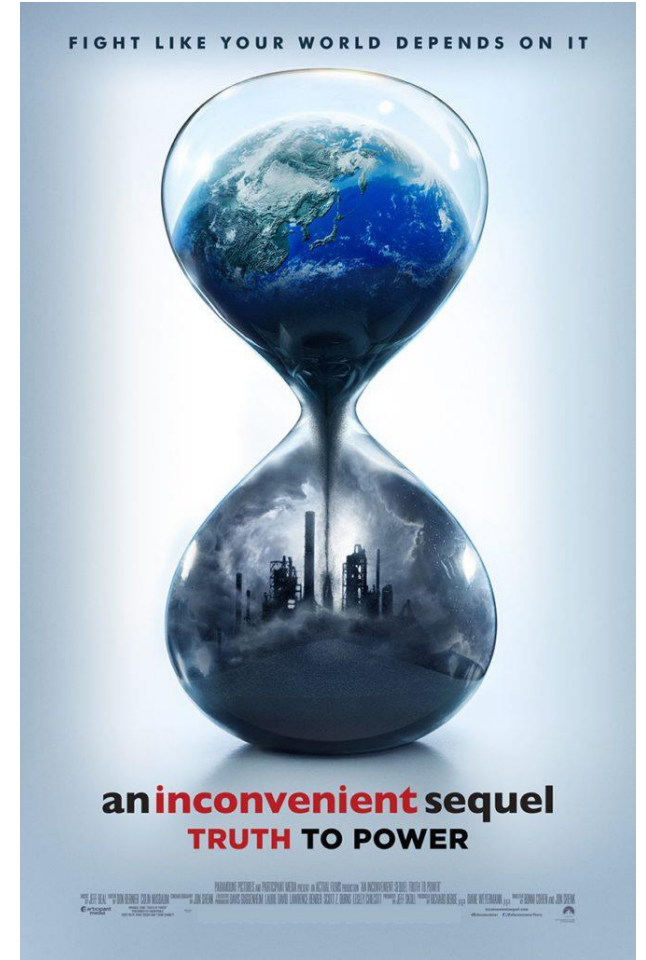
Al Gore



- Vicepresidente USA, governo Clinton (1993-2001)
- Candidato presidente contro George W. Bush (2000)
- Premio Nobel per la pace (2007)



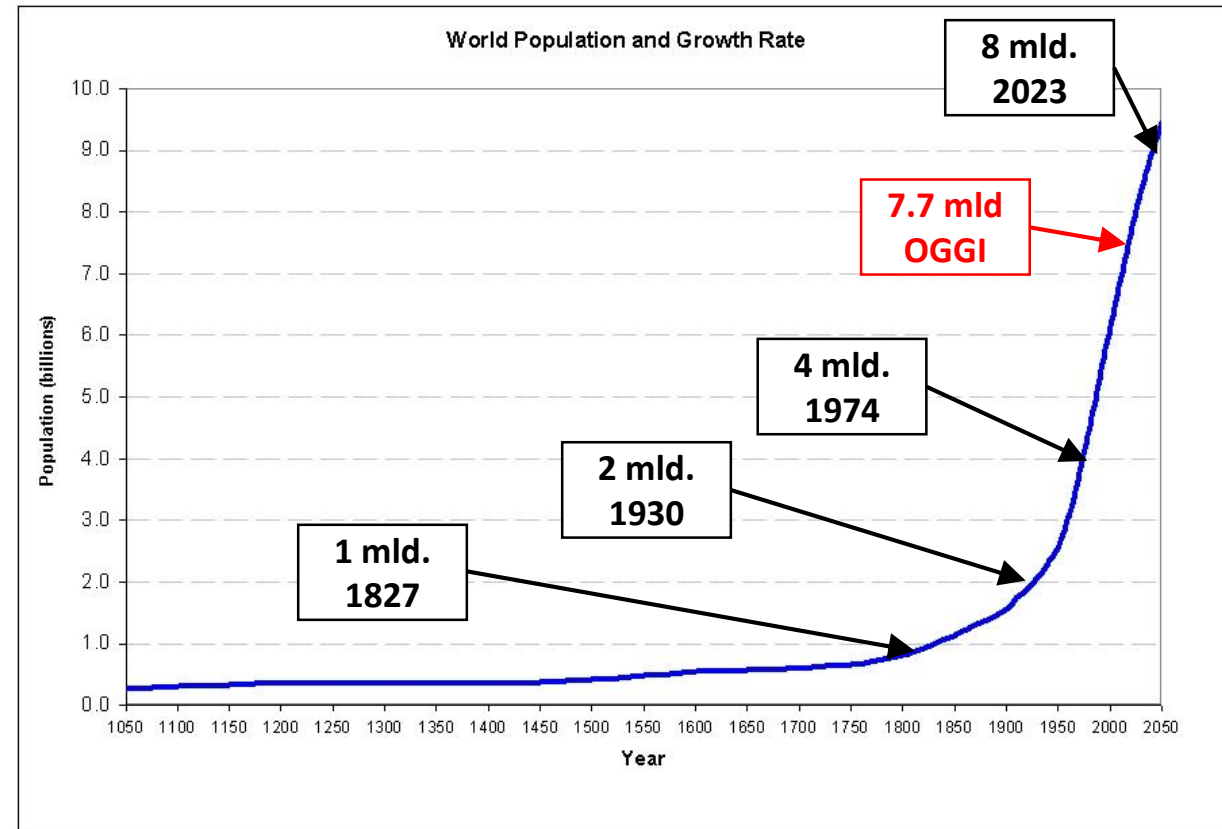
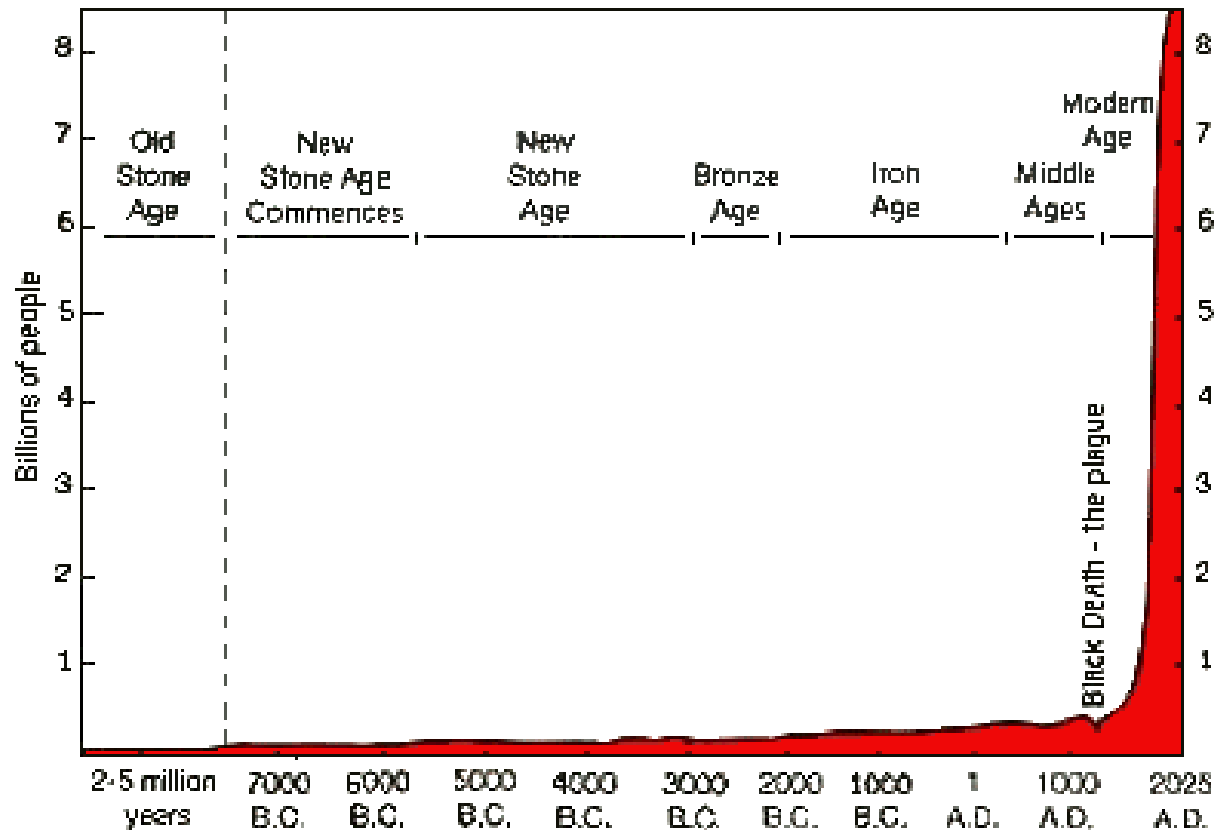
(2006)



(2017)

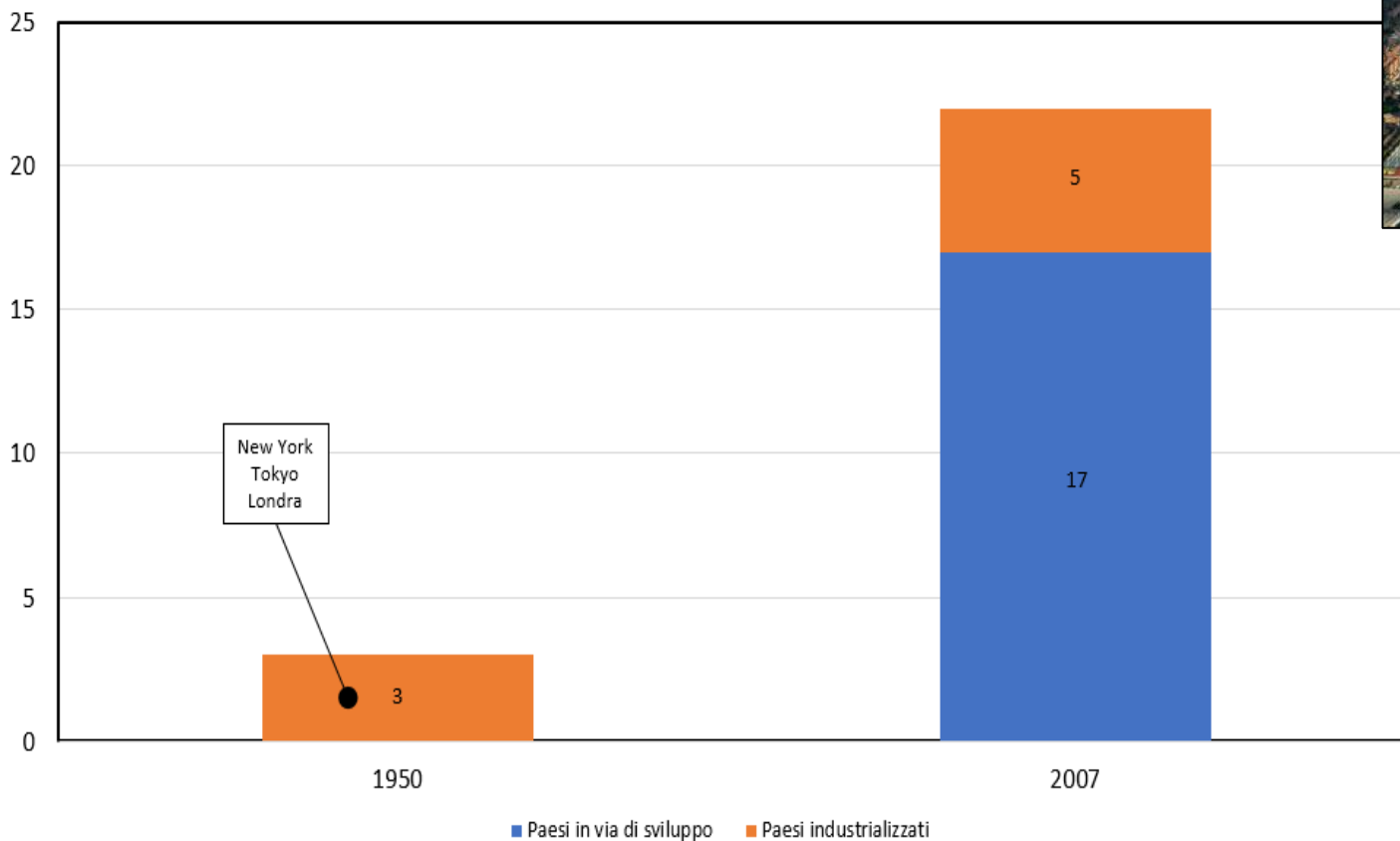
**Un'epoca, la nostra, caratterizzata
da aumenti repentini (mai osservati
nel passato)**

Aumento della popolazione mondiale



Inurbamento

Centri metropolitani con più di 10 milioni di abitanti

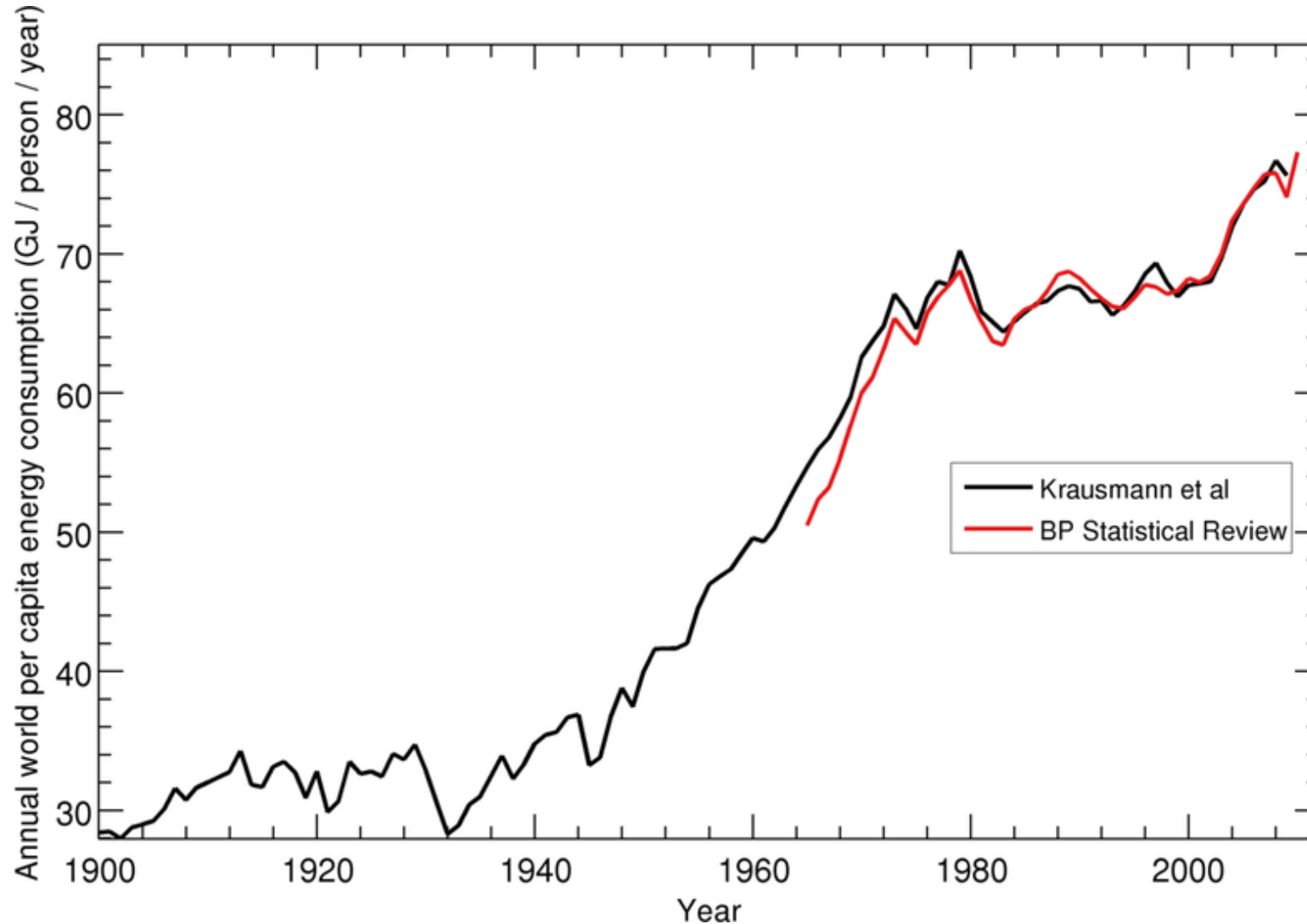


Città del Messico (21 mln abitanti)

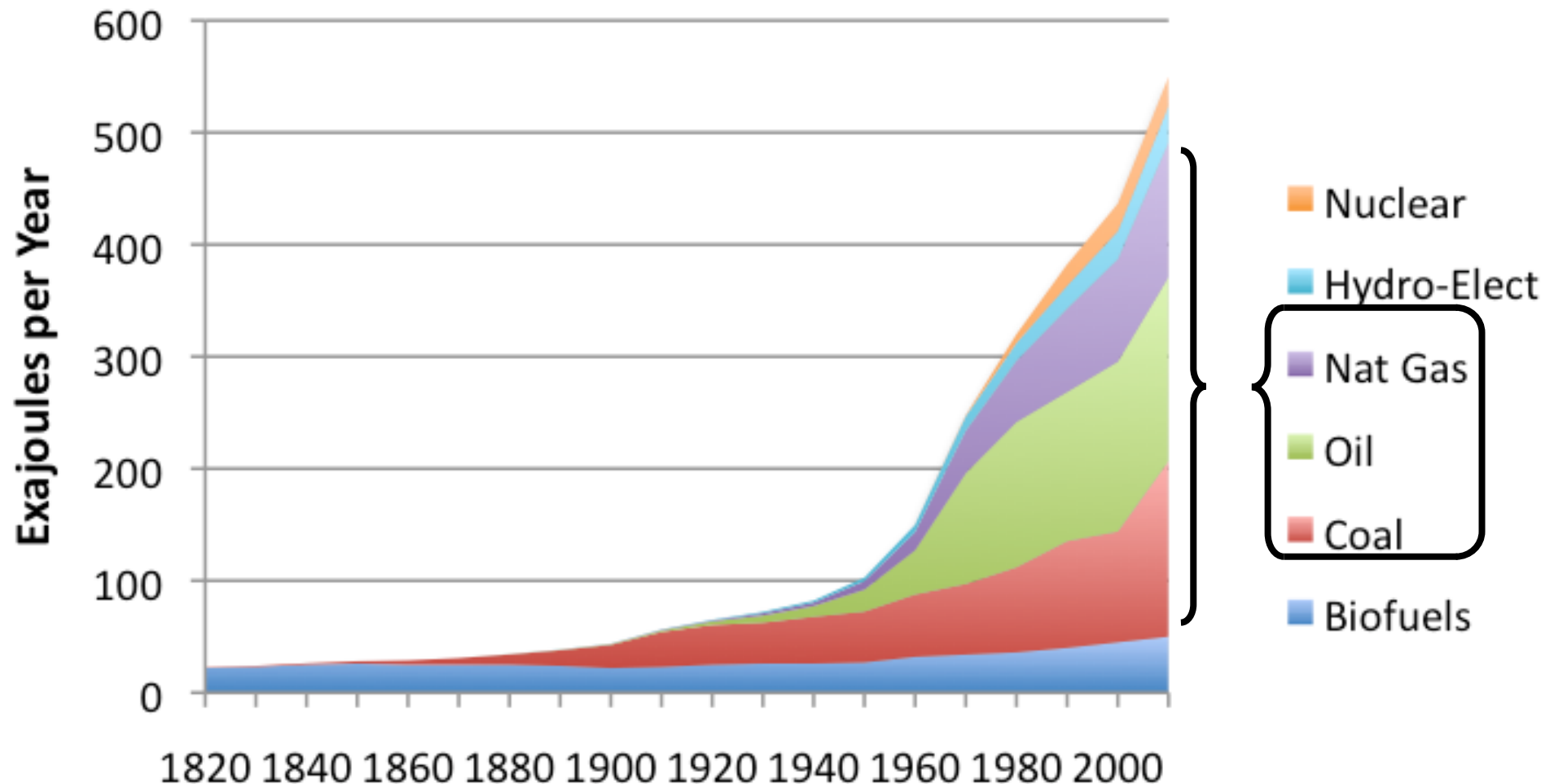
Aggregati urbani più popolosi:

- Tokyo-Yokohama 37 mln
- Delhi 26 mln
- Shanghai 24 mln
- San Paolo 21 mln
- Mumbai 21 mln
- Città del Messico 21 mln
- Pechino 20 mln

Consumo di energia per abitante



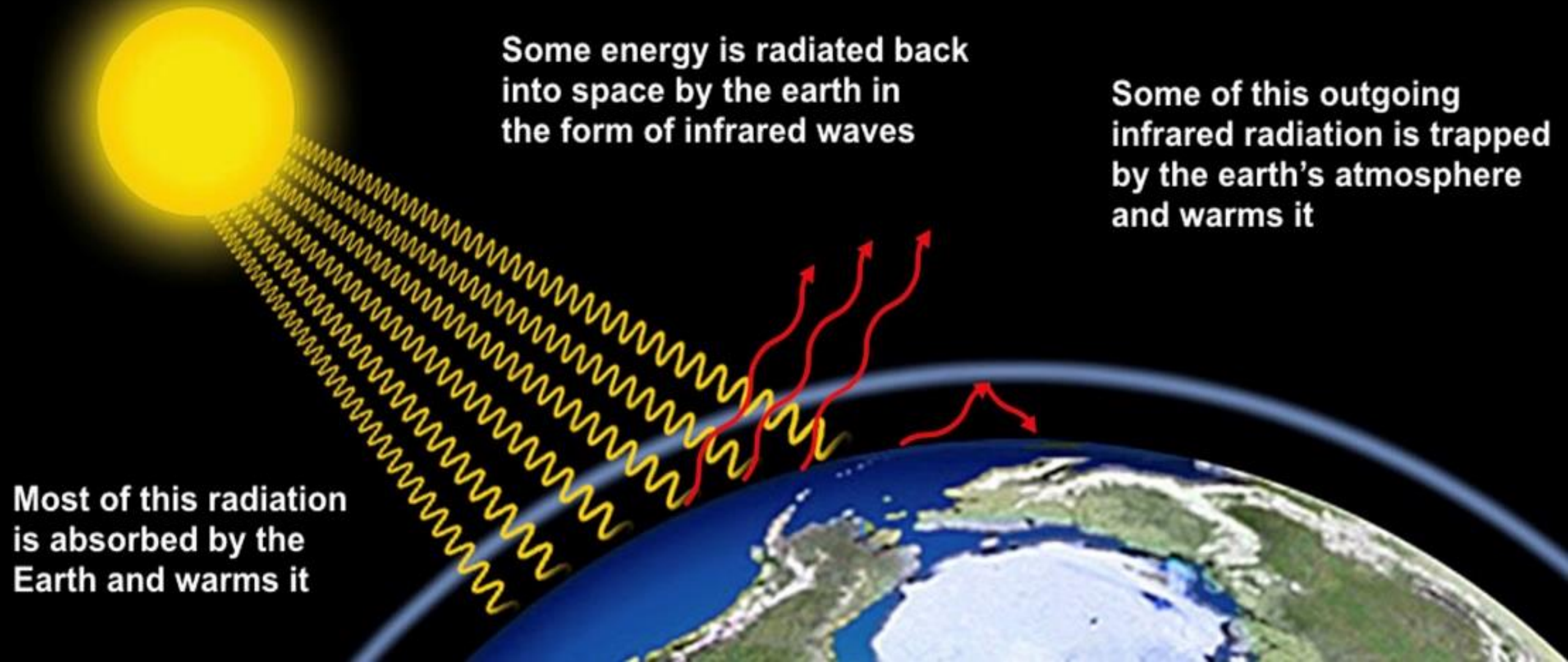
Consumo mondiale di energia (prevalentemente da fonti fossili)



Aumento CO₂

- Innalzamento temperatura
- Riduzione ghiacciai
- Innalzamento livello oceani
- Aumento energia negli oceani e dunque degli eventi estremi

Effetto serra



**Some energy is radiated back
into space by the earth in
the form of infrared waves**

**Some of this outgoing
infrared radiation is trapped
by the earth's atmosphere
and warms it**

**Most of this radiation
is absorbed by the
Earth and warms it**

Carotaggi nel ghiaccio in Antartide

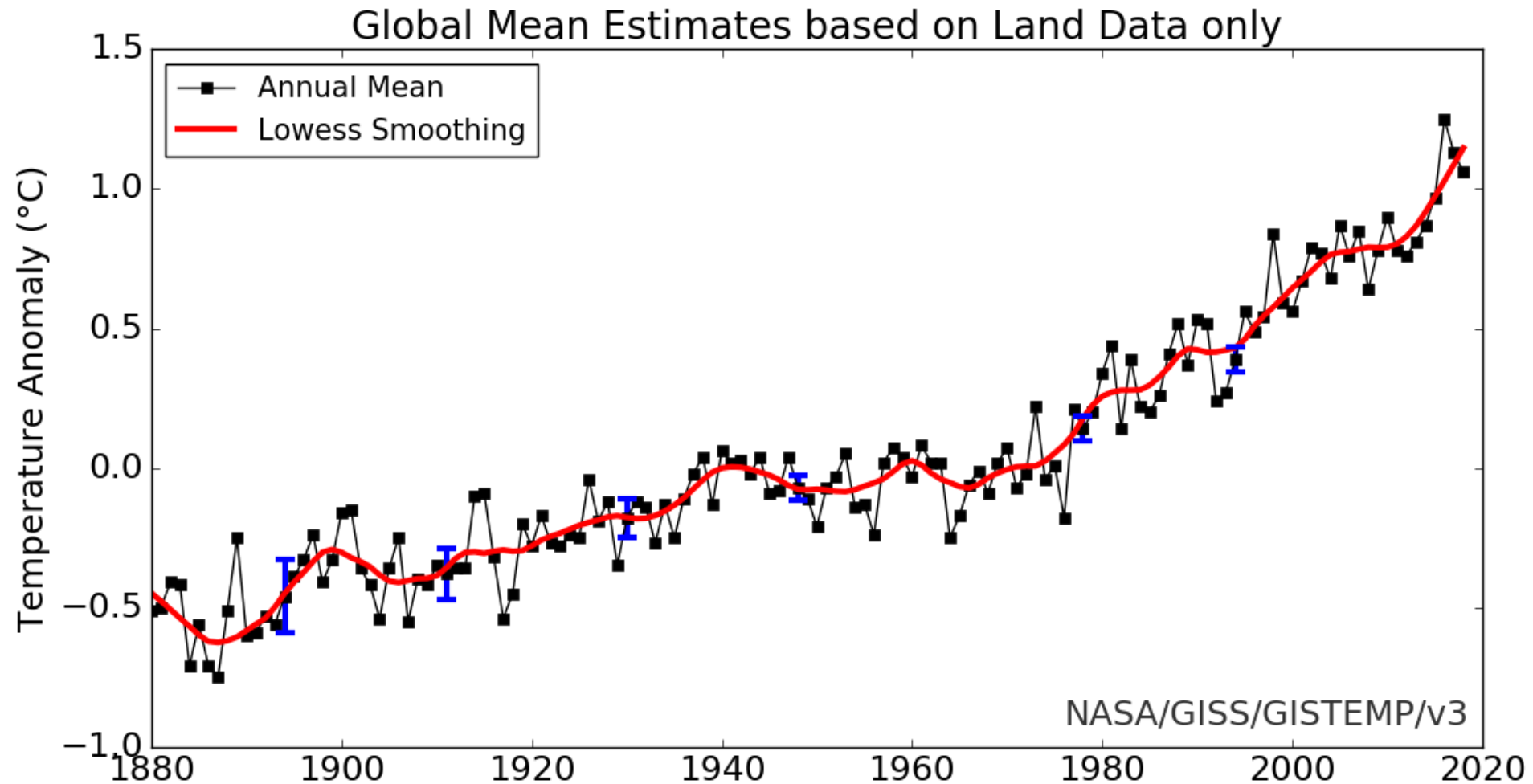


- Nelle bolle d'aria intrappolate nel ghiaccio si misura la concentrazione di CO_2 ;
- Nelle molecole d'acqua ghiacciata si misura le percentuali relative degli isotopi 16 e 18 dell'ossigeno che, avendo temperature di evaporazione diverse, sono legate alla temperatura media.

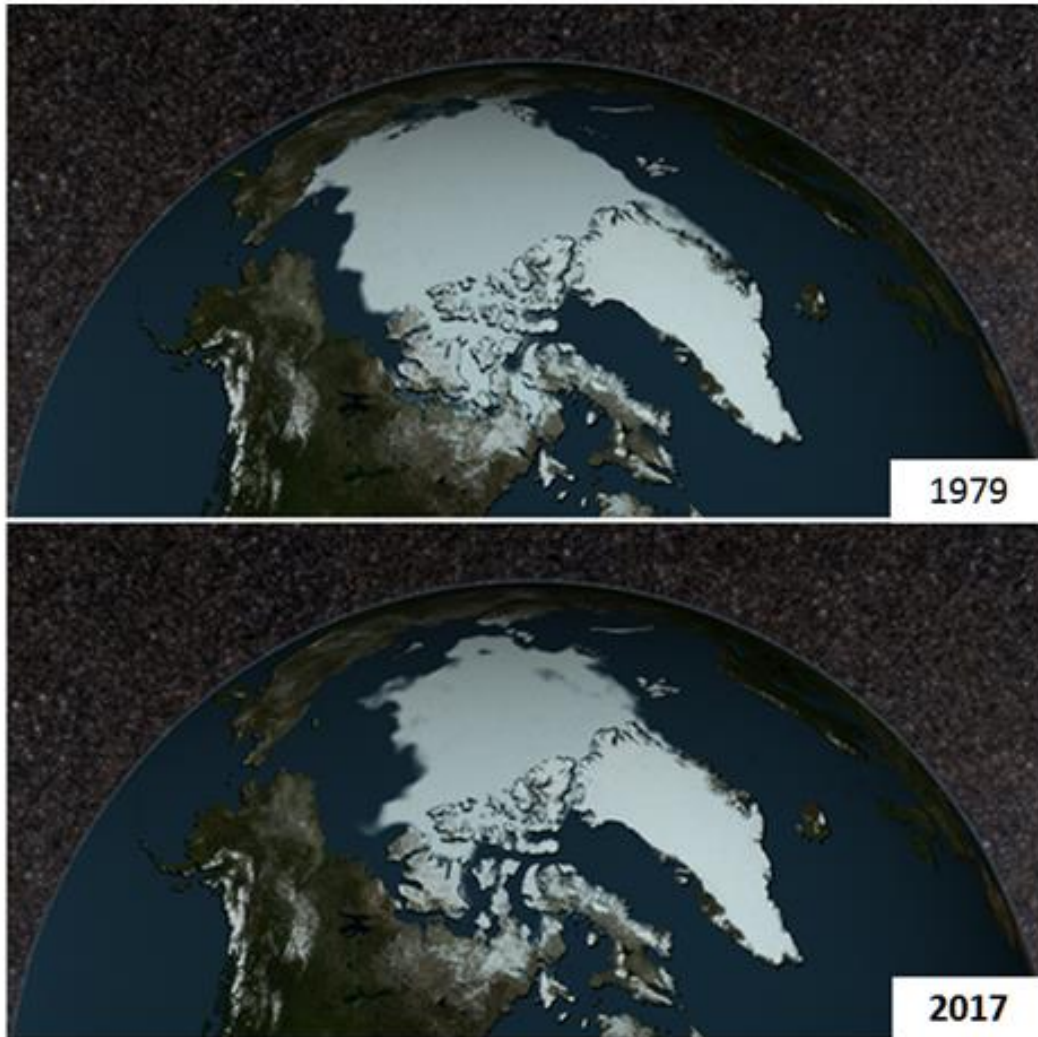
Un'epoca caratterizzata da aumenti mai osservati...



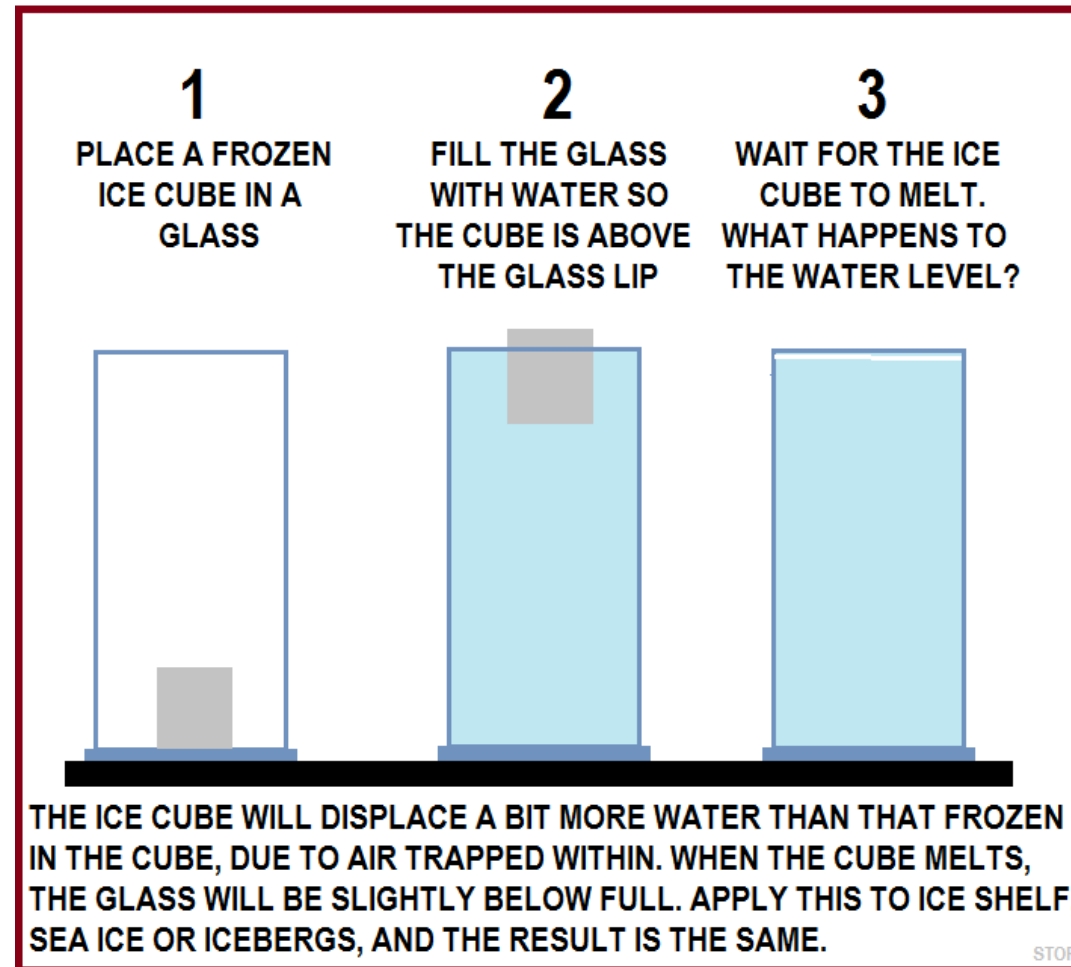
Temperature medie negli ultimi 150 anni



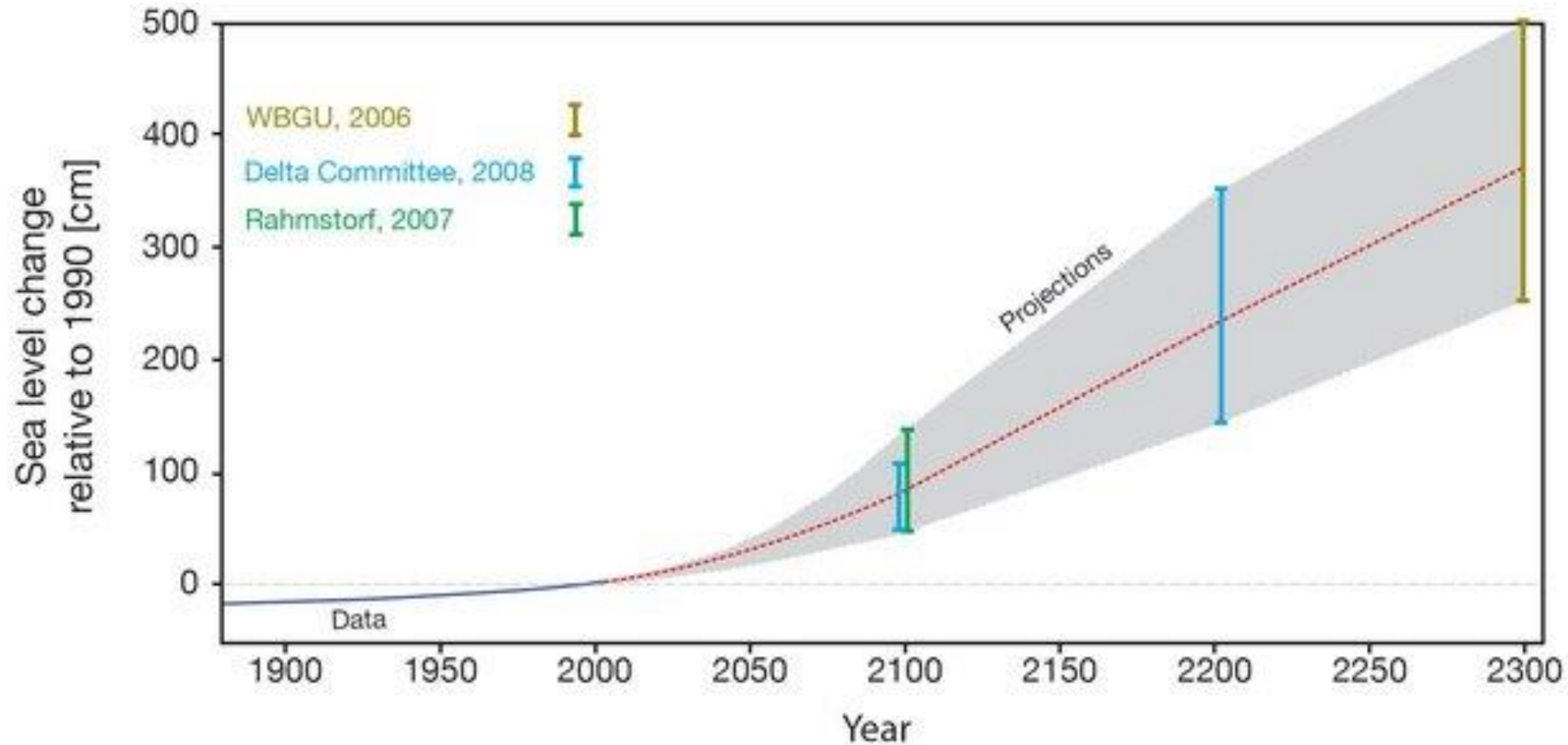
Riduzione del ghiaccio artico => diminuzione dell'albedo
=> aumento ulteriore della temperatura



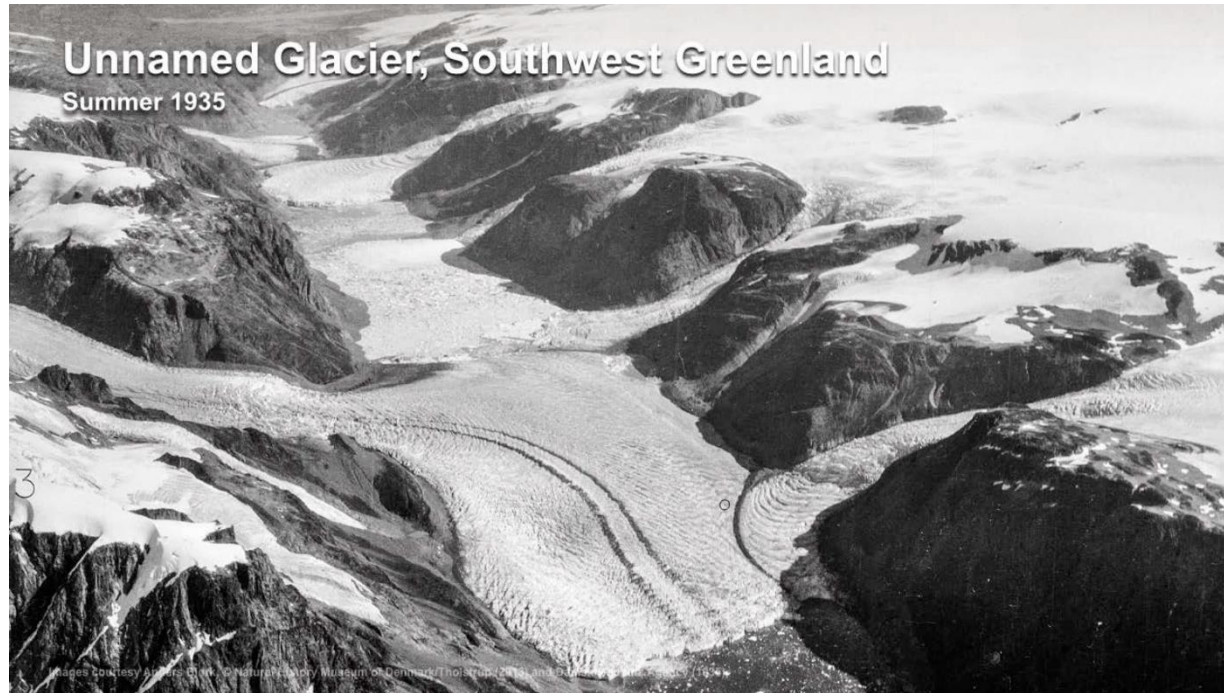
Riduzione del ghiaccio galleggiante



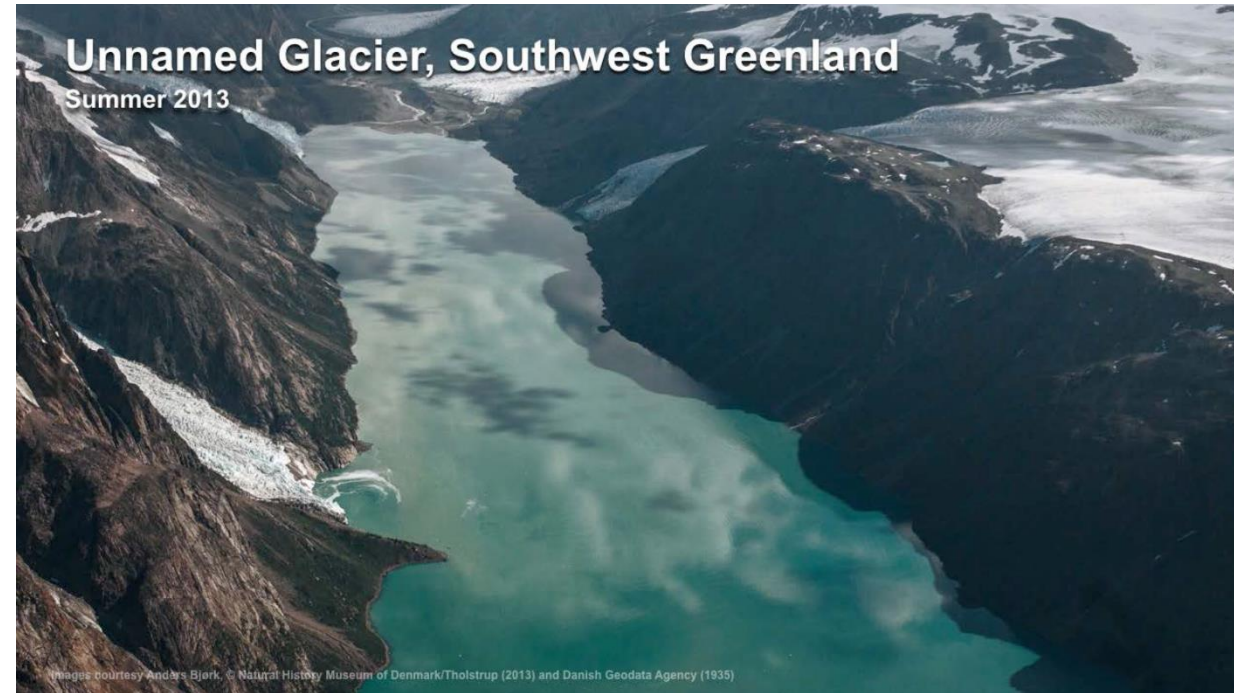
Ma quello sulle terre emerse provoca
l'innalzamento del livello degli oceani



Riduzione dei ghiacci in Groenlandia



(1935)



(2013)

Riduzione dei ghiacciai



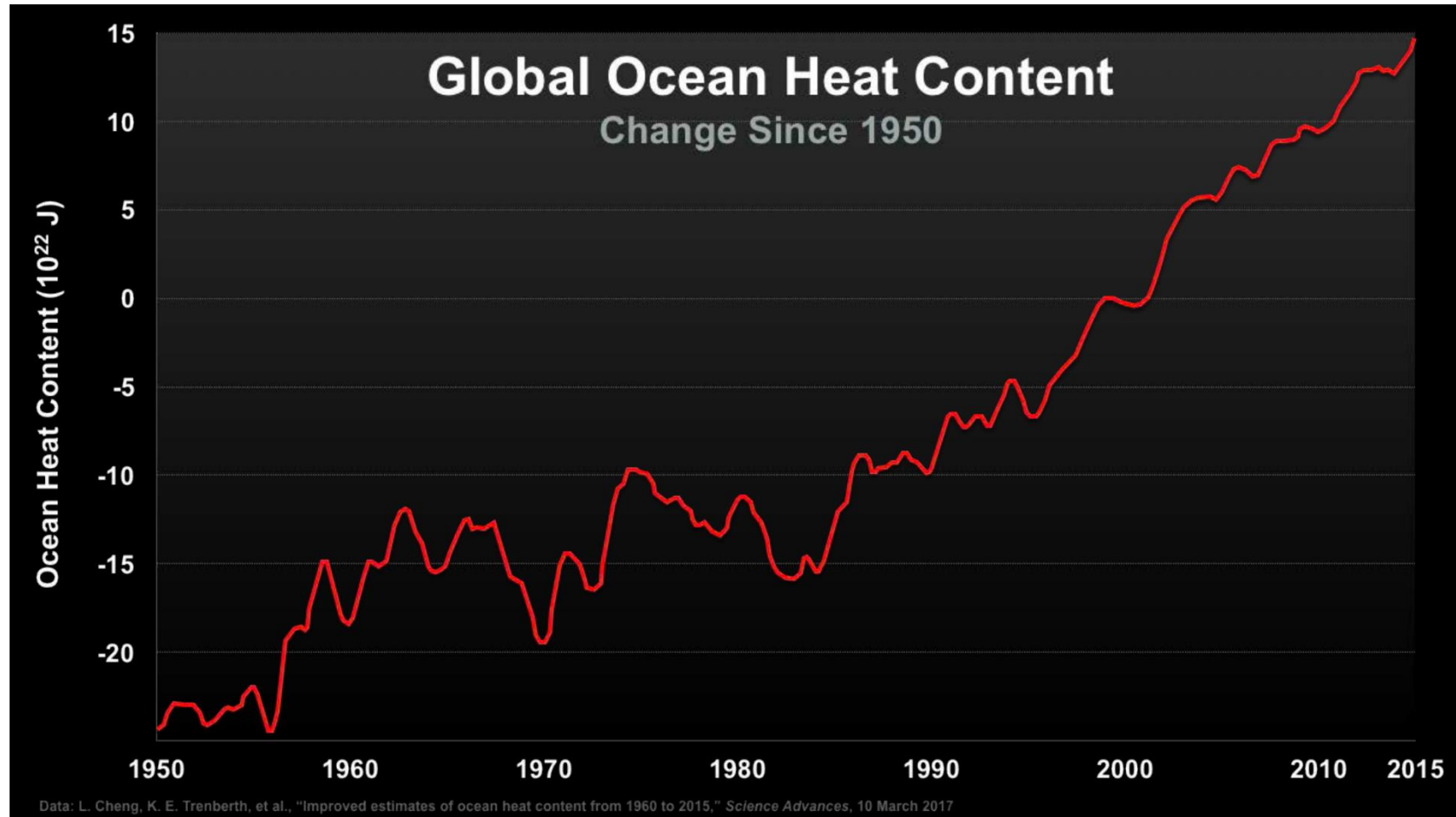
Ghiacciaio dei Forni, Valtellina

Riduzione dei ghiacciai

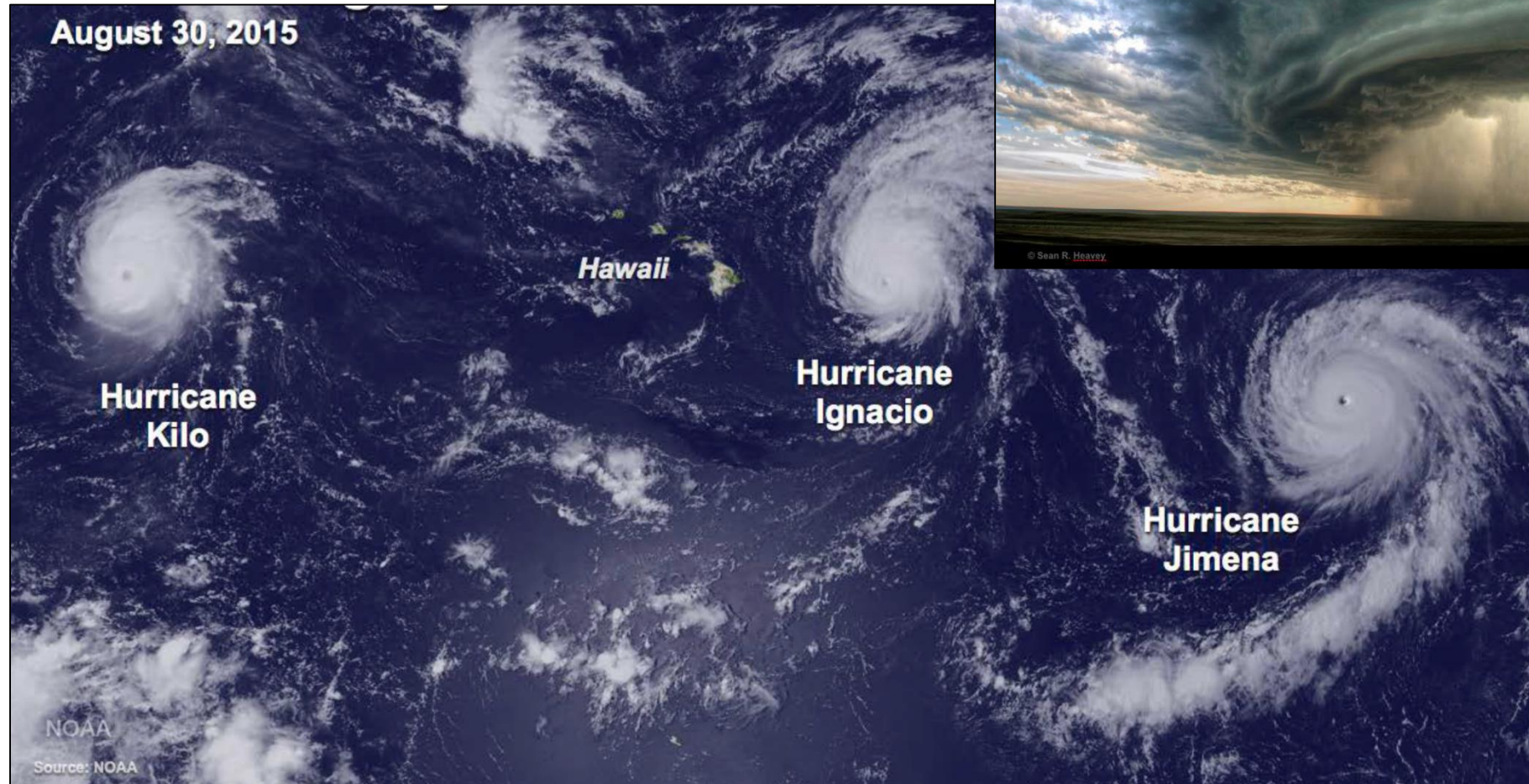
Monte Kilimangiaro



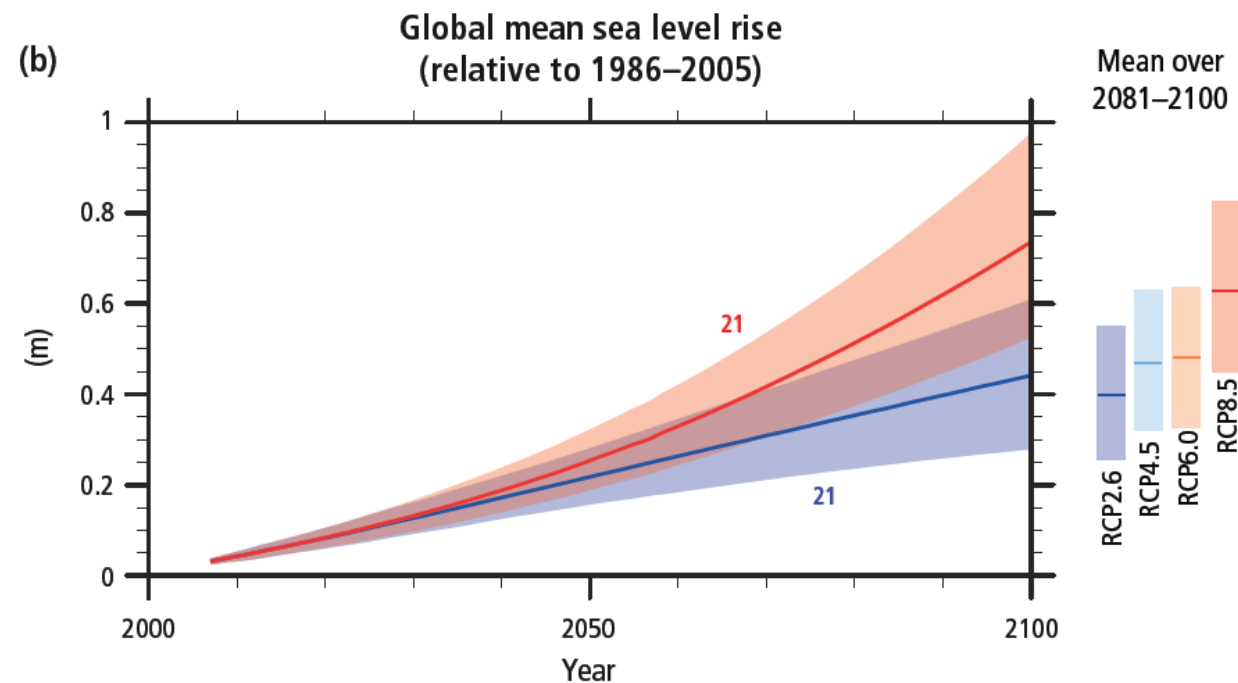
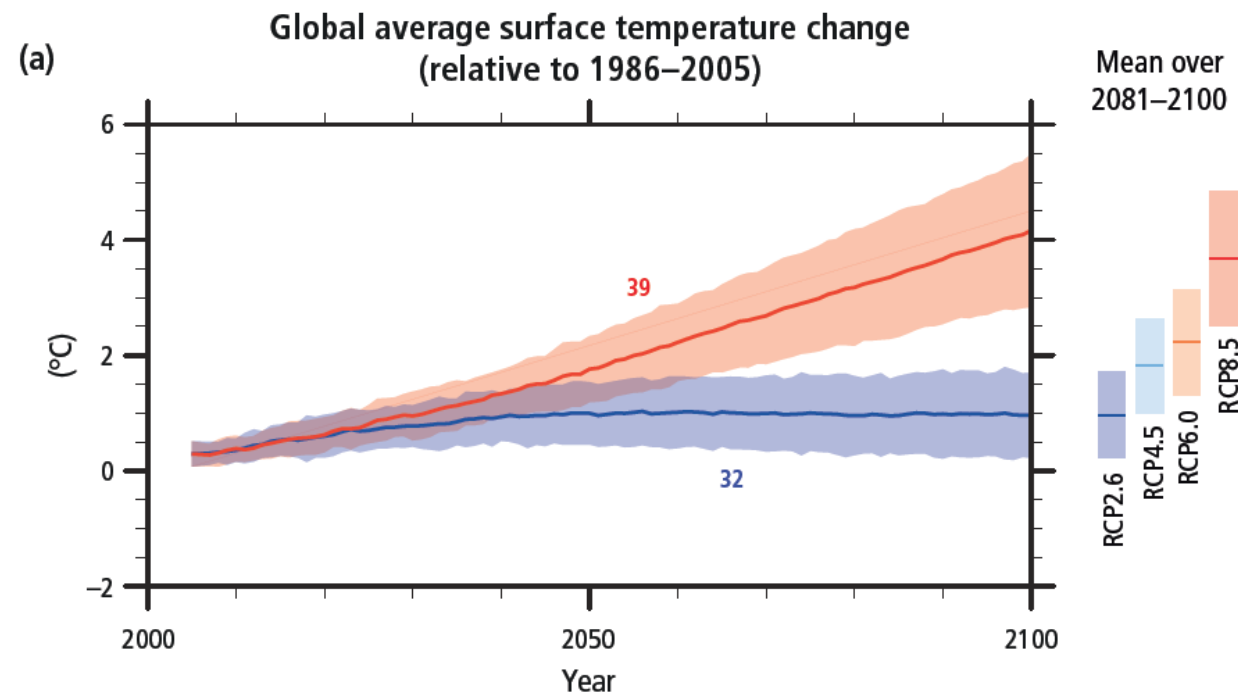
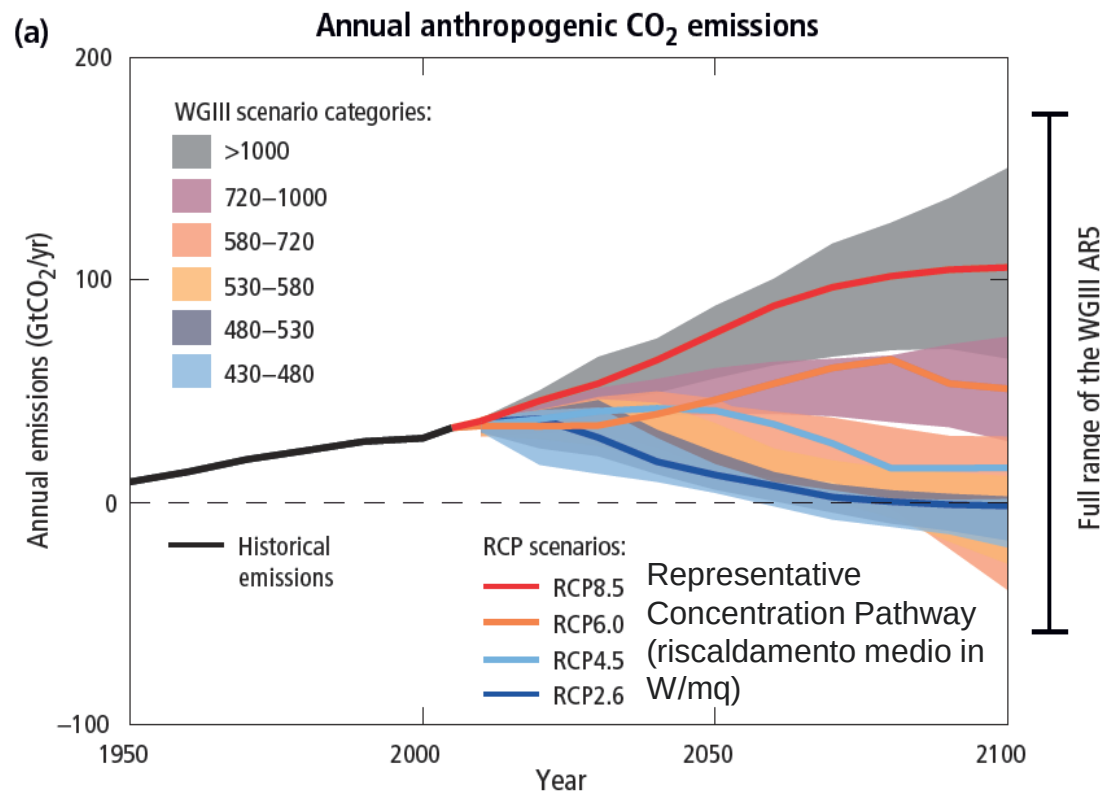
Aumento dell'energia negli oceani



Eventi estremi



Scenario



Work Group III

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is the United Nations body for assessing the science related to climate change.

Carlo Rubbia



Nobel per la fisica (1984)

«[...] il clima della Terra è sempre cambiato. Oggi noi pensiamo (in un certo senso, probabilmente, in maniera falsa) che se non facciamo nulla e se teniamo la CO_2 sotto controllo, il clima della Terra resterà invariato. Questo non è assolutamente vero.

[...] durante l'ultimo milione di anni la Terra era dominata da periodi di glaciazione in cui la temperatura era di meno 10 gradi [...]

Negli ultimi 2.000 anni, ad esempio, la temperatura della Terra è cambiata profondamente. Ai tempi dei Romani, Annibale ha attraversato le Alpi con gli elefanti per venire in Italia. Oggi non ci potrebbe venire, perché la temperatura della Terra è inferiore a quella che era ai tempi dei Romani. Quindi, oggi gli elefanti non potrebbero attraversare la zona dove sono passati [...]»

Sostenibilità

«condizione di uno sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri»

(Rapporto «Bruntland», ONU, 1987)

- Concetto di **sostenibilità** introdotto nel corso della prima conferenza ONU sull'ambiente (1972).
- Concetto di **sviluppo sostenibile** appare nel rapporto "Our Common Future" (1987) dalla Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo (Commissione Bruntland) del Programma ONU e per l'ambiente.

Cosa fare per la sostenibilità?

- Sequestro del carbonio (riduzione CO₂ già presente)
- Diminuzione del consumo di energia

Riduzione di CO₂

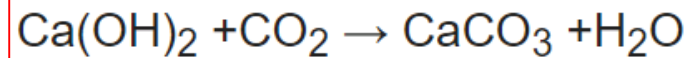
- Rimboschimento
- Cattura
 - Post-combustione (dai fumi degli impianti)
 - Pre-combustione (processando il combustibile)
 - Atmosferica (tramite filtrazione)
- Stoccaggio
 - Iniezione in giacimenti
 - Reazioni con rocce
 - Utilizzo (in minima parte per produzioni industriali)

Sostenibilità per l'edilizia

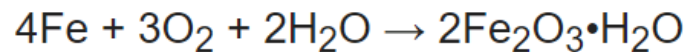
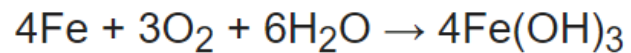
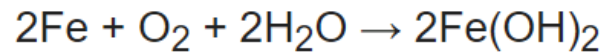
- Risparmio energetico attraverso l'uso di tecnologie “passive” (coibentazione dell'involucro)
- Risparmio energetico attraverso strumenti naturali (natural ventilation)
- Minore energia possibile per produrre/smaltire manufatti edilizi nell'intero ciclo vita (LCA – Life Cycle Assessment)

Carbonatazione del calcestruzzo

- Il calcestruzzo nuovo è alcalino (pH=13 per presenza di Ca(OH)_2) e protegge le armature dall'ossidazione (ferro «passivato» per formazione di ossidi compatti).
- La presenza di **anidride carbonica** alza il pH del cls riducendo progressivamente l'azione protettiva (carbonatazione).



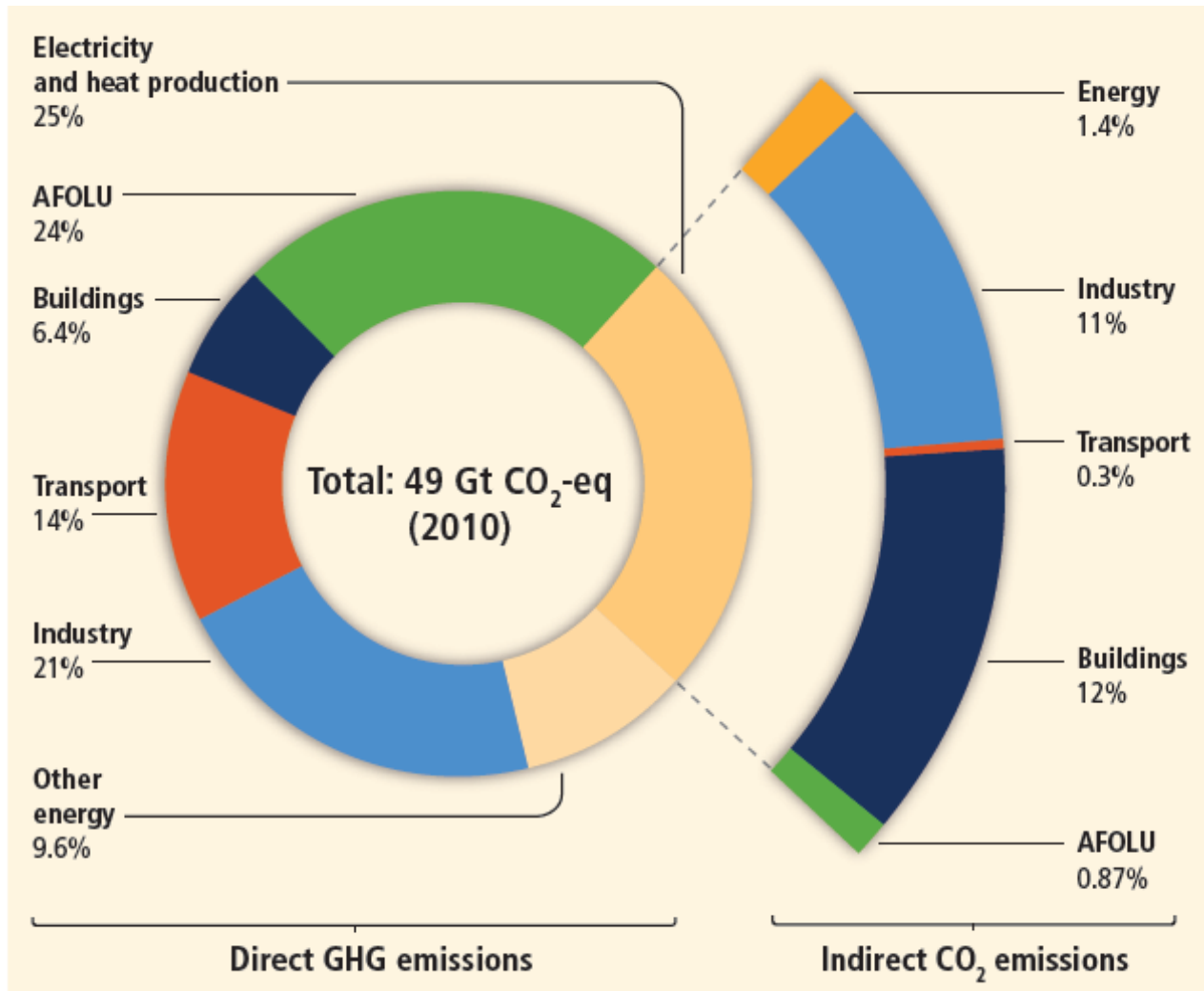
- Quando il pH scende a 9 si formano ossidi e idrossidi di ferro non aderenti (ruggine) e la sezione di armatura si riduce progressivamente.



- L'espulsione del ricoprimento di armatura accelera il processo.
- In presenza di **cloruri** (es. **ambiente marino**, **autostrade** ove viene sparso sale antigelo) il processo è accelerato, localizzato, ed inizia anche in assenza di carbonatazione.



Emissioni di CO₂ per settori economici



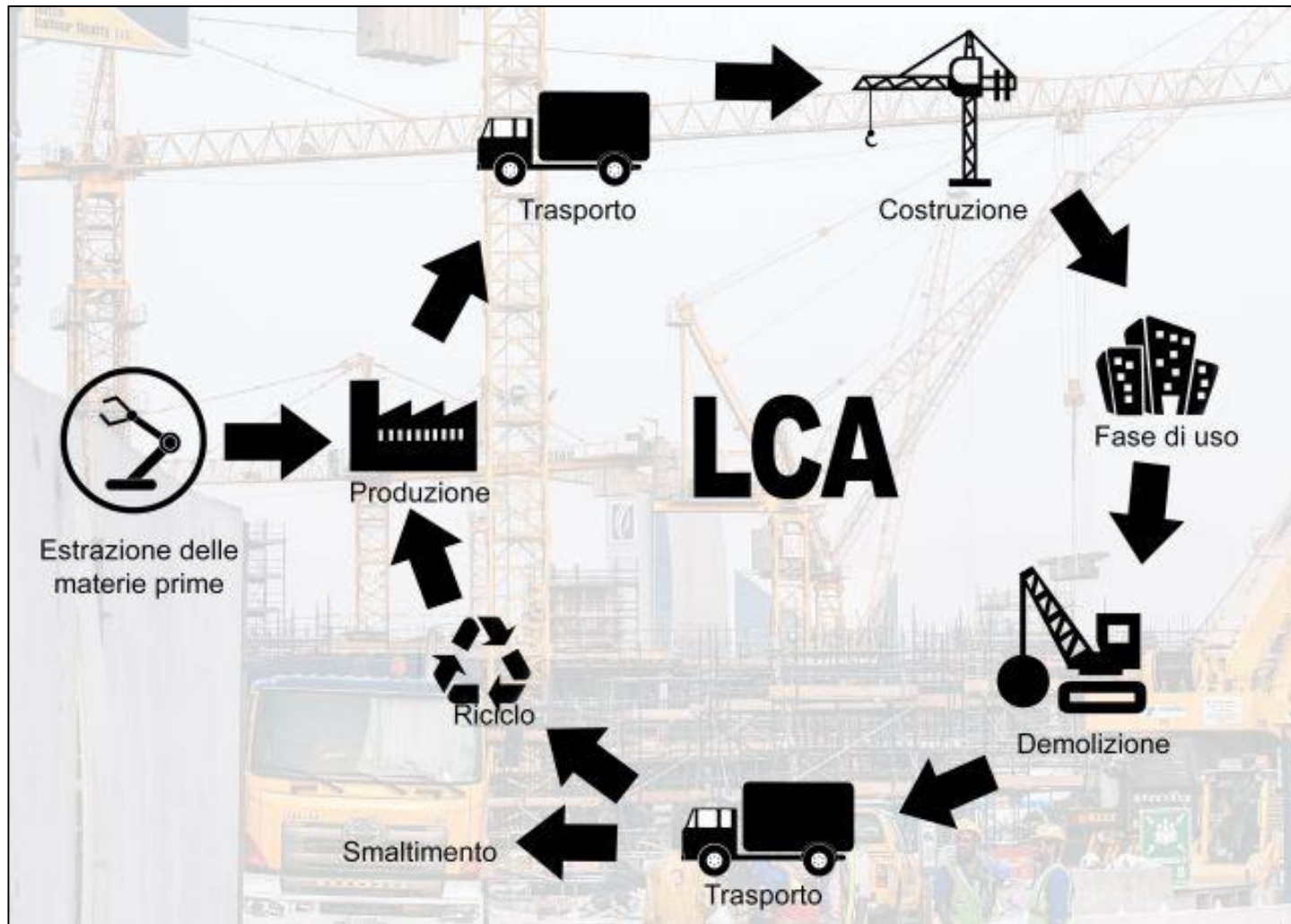
Emissioni delle **costruzioni**:

Dirette (costruzione)	6.4 %
Indirette (consumo energetico)	12.0 %
Totali	18.4 %

Emissioni dei **trasporti**:

Totali	14.3 %
---------------	---------------

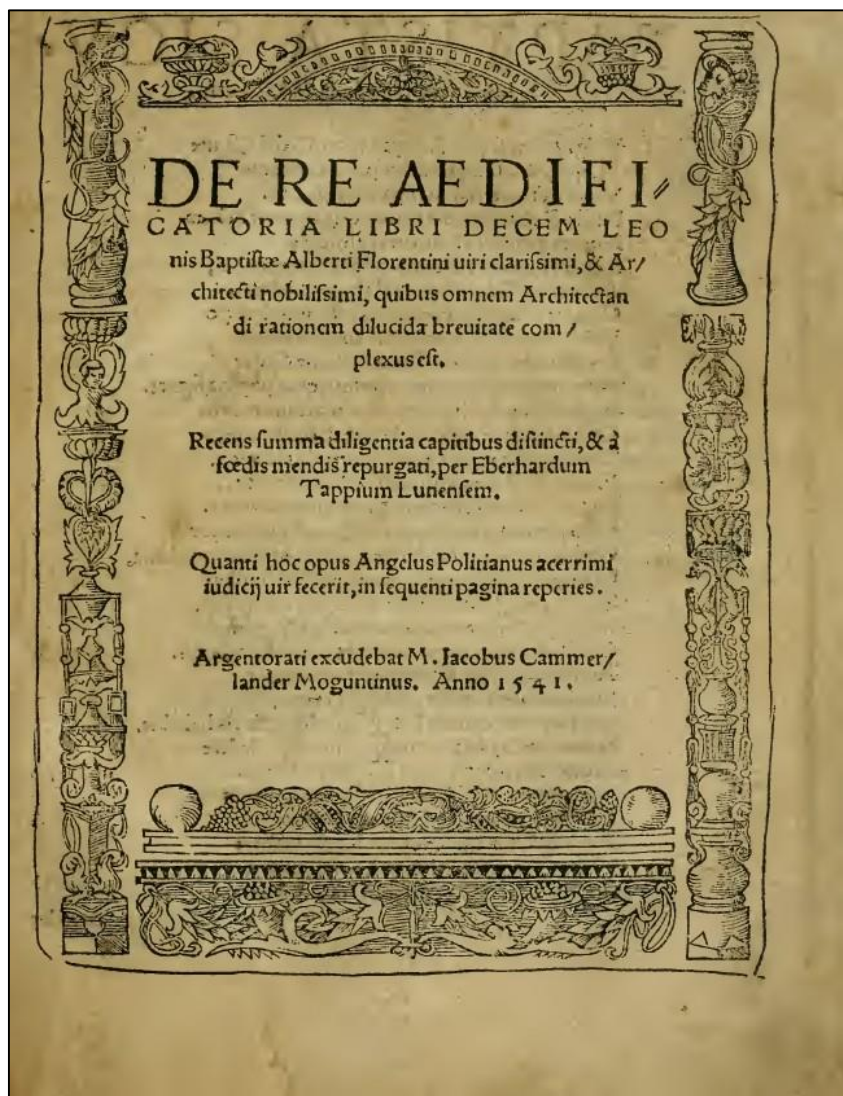
Life Cycle Assessment in edilizia



La risposta dell'architettura mediterranea

- Involucro in muratura, bassa trasmittanza termica
- Orizzontamenti voltati
- Cortili e portici e le stanze non inondate di luce diretta
- Porte e pareti ombreggiate con sbalzi o persiane
- Sistemi di ventilazione naturale
- Uso di pietra locale o laterizio a «km 0» (LCA)

De re aedificatoria di Leon Battista Alberti (1450)

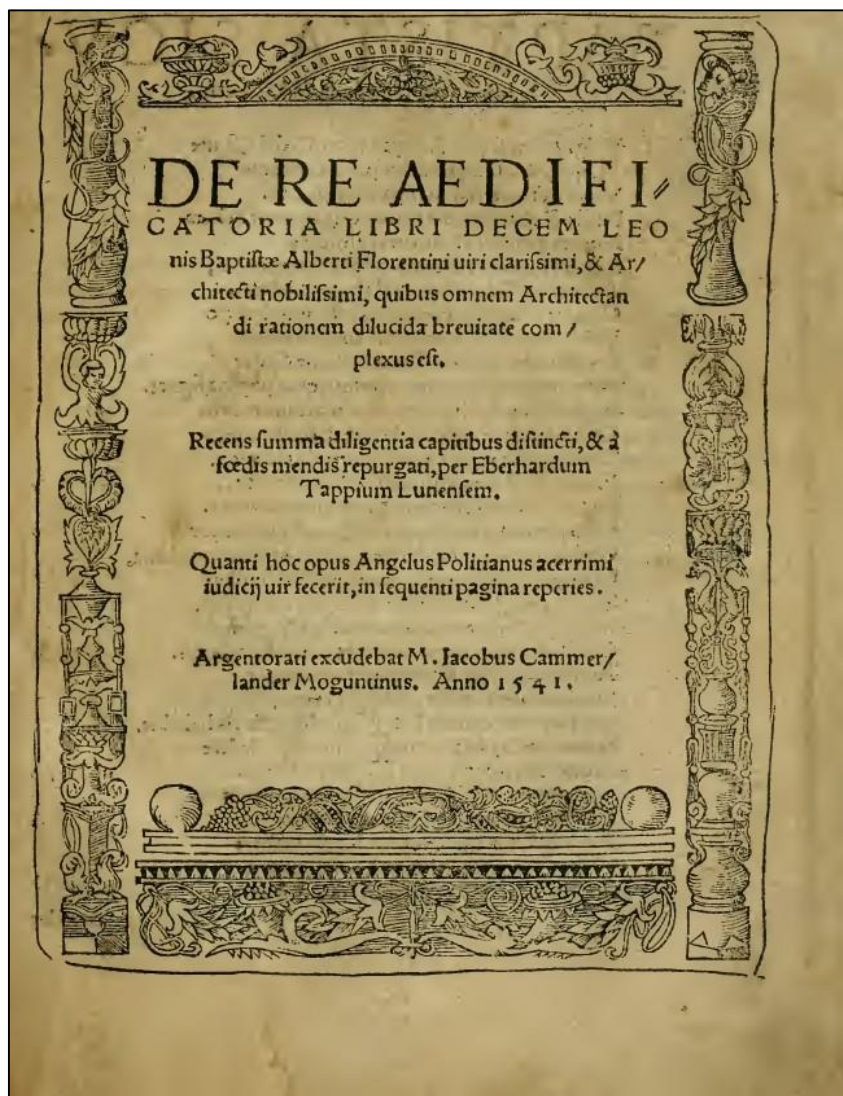


25 Quelle, che debbono essere piu serrate. Quelle che no debbono sentire ro-
mori, bisogna che si faccino in uolta. Tutte le habitationi a terreno si debbono
fare in uolta, le di sopra sono piu sane cō palchi di legname. Quelle stanze c'hā-
no di bisogno di buono lume la mattina a buon hora, o la sera al tardi, come so-
no i Ricetti i luoghi da passeggiare e la libreria massimo, bisogna che guardino

40 principalmente per la state, & secondo l'Inuerno si prouede facilmente, & è a bastanza il serrare
sauio. Percioche a lo Inuerno si prouede facilmente, & è a bastanza il serrare
& accendere il fuoco. Contro al caldo bisognano molte cose, ma elle non
giouano già sempre a bastanza, & perciò fa che le stanze per l'Inuerno sieno
piccole, basse, & con piccole finestre, & le stanze per la state tutte al contrario
sieno larghe, aperte spatiose, & fa che ricevino i Venticelli freddi, ma non u'en-
trino nè i Soli, nè le uampe loro. Gran quantità d'Aria rinchiusa in una stanza
Grande, a similitudine d'una gran quantità d'Acqua, pena assai a riscaldarsi.

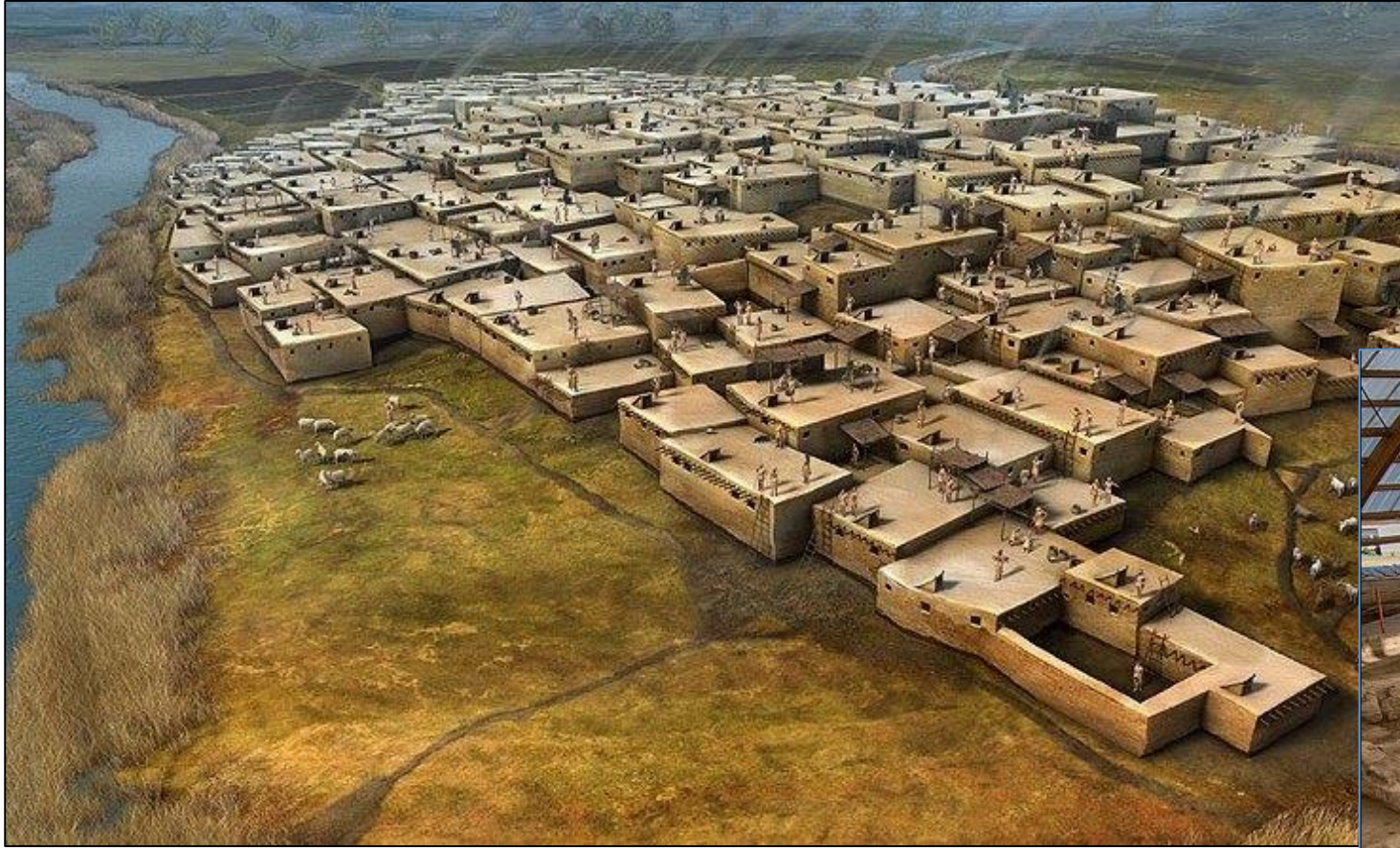
DELLA

De re aedificatoria di Leon Battista Alberti (1450)

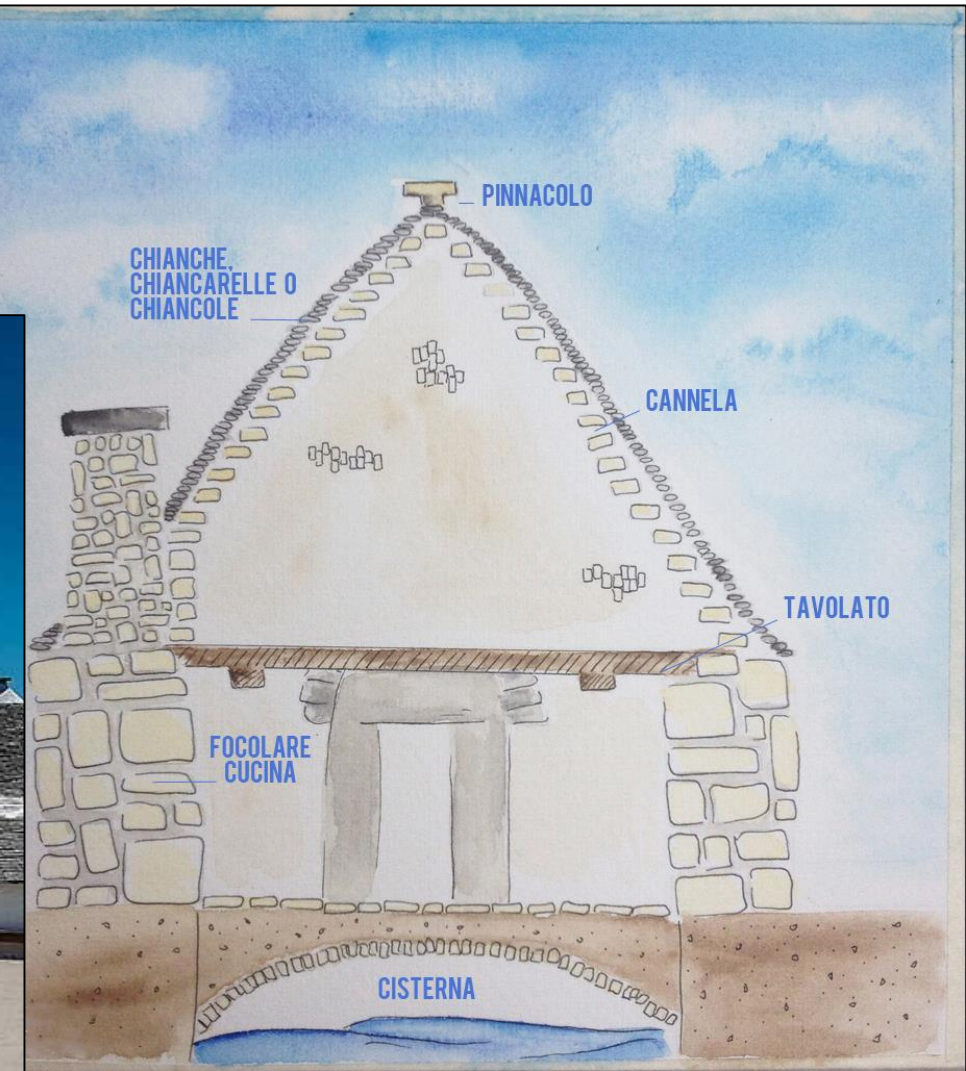


un piede, & sopra questo intendi del labbione, o piu presto mettini docio-
15 ni & ammattonau poi di sopra. Giouerà certo grandemente se l'aria sotto al pa-
nimento potrà respirare, Ma contro allo impeto delli ardori del Sole & cōtro
alle crudi tēpeste dello Inuerno farà molto bene, se il piano per altro nō vi sarà
humido ma secco. Fa che sotto lo spazzo della tua sala ella sia cauata sotto fino
à sei braccia, & fagli per ammattonato solamēte uno assito di legname stietto, lo
20 spazzo nō ammattonato, fà diuentar dētro una aria freddissima molto piu che
tu nō crederesti, talmēte che chi ha ancora le pianelle in piede, si sente raffred-
dare i piedi da legname stesso nō che altro, senza che ui sia ammattonato di sor-
te alcuna, saluo che di tauole; ma la coperta di detta sala sopra il capo falla in uol-
ta, & ti marauiglierai quāto la state ella sia fresca, & lo Inuerno tiepida. Et se per
25 auuentura accadrà quello di che si duole il Satirico, che il passar delle carrette

Catal Huyuk (Turchia, 7100-5700 a.C.)

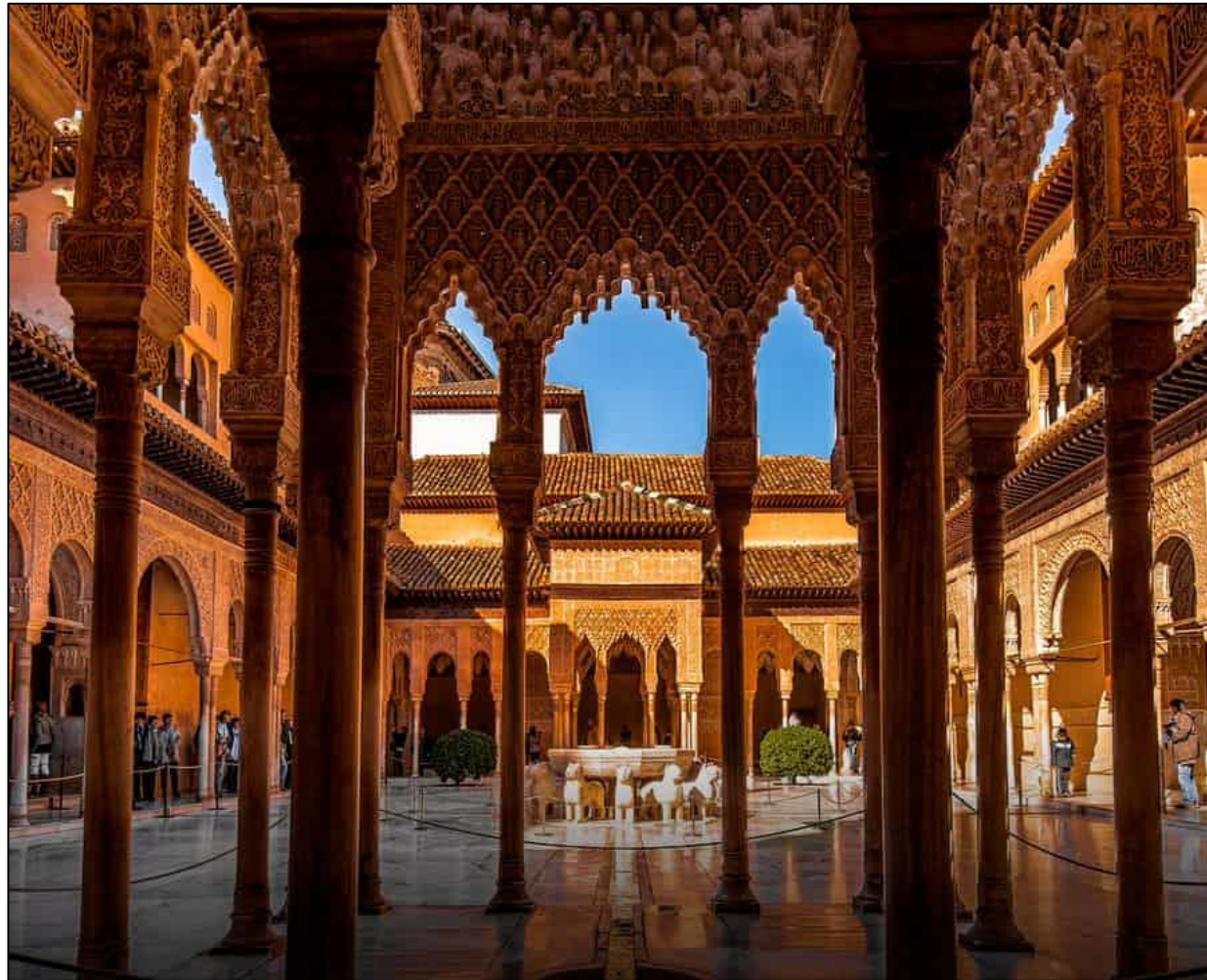


Trulli (Puglia)



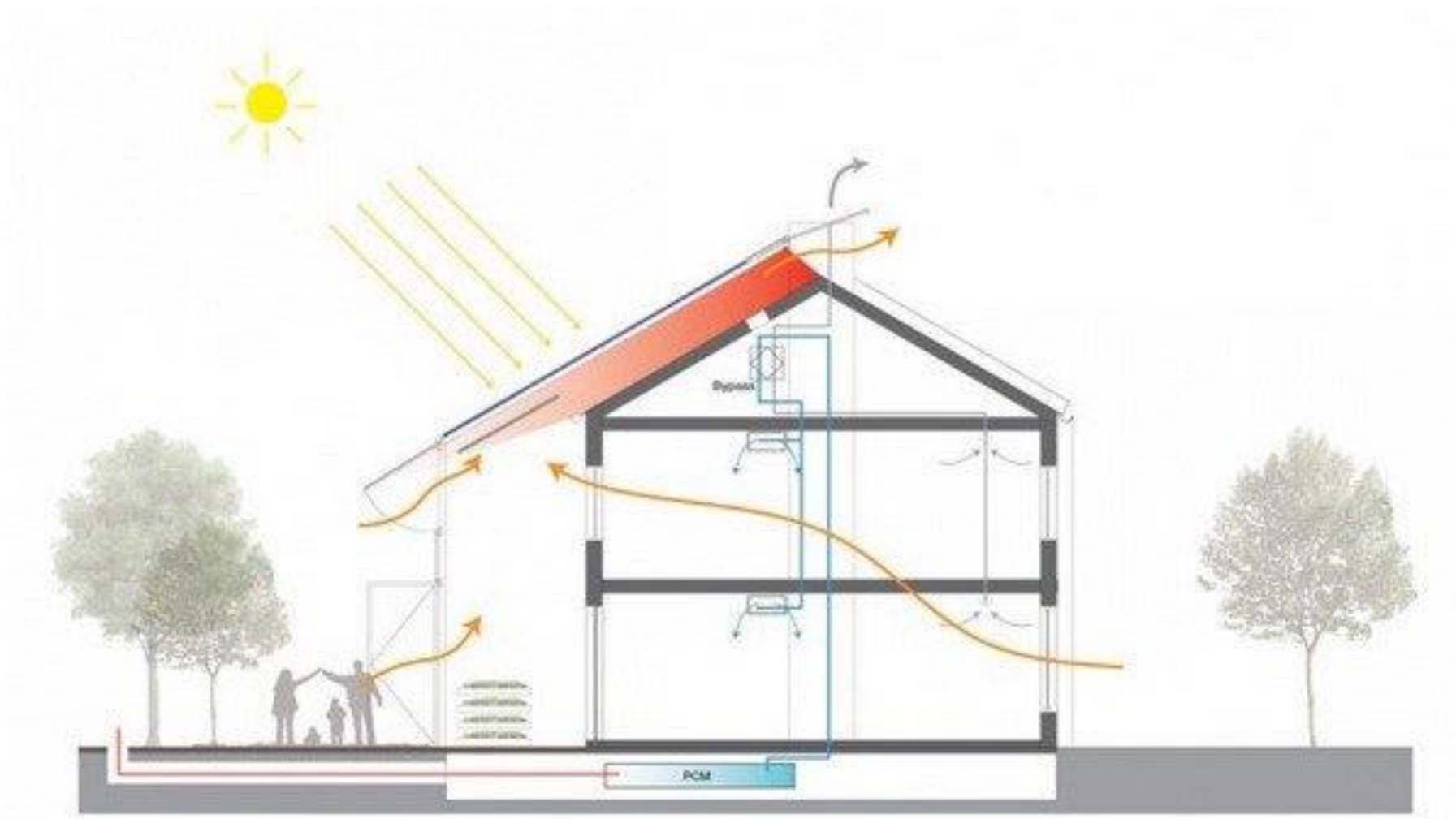
Diametro esterno:	5-8 m
Altezza:	3-5 m
Spessore murario:	80-150 cm

Edifici a corte



Patio de los Leones, Granada (1377)

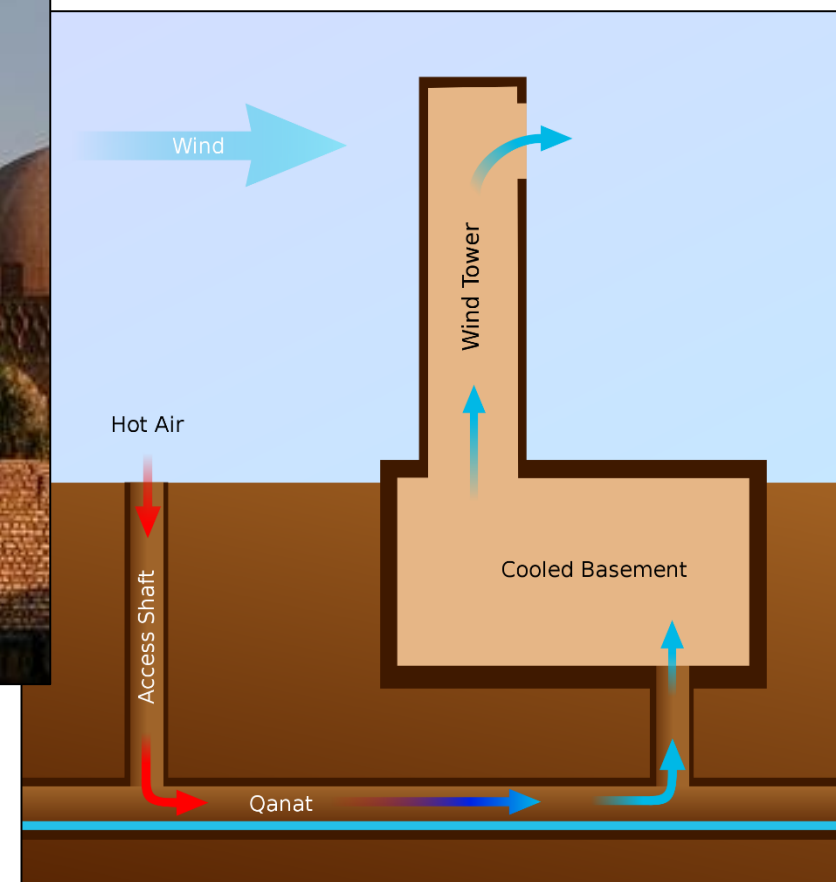
Ventilazione naturale



Torri del vento (1750, Yazd, Iran)



Altezza 33 m

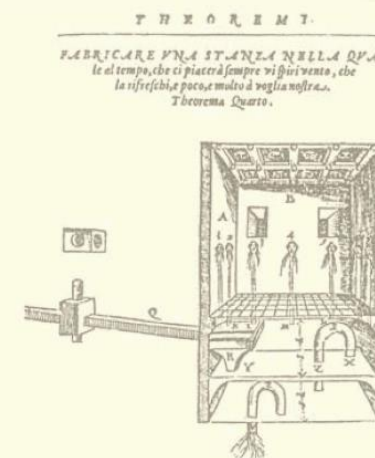


Palazzo Pitti, Firenze (iniziato 1440, Brunelleschi)



I SISTEMI DI VENTILAZIONE NATURALE NEGLI EDIFICI STORICI Palazzo Pitti a Firenze e palazzo Marchese a Palermo

Carla Balocco, Fauzia Farneti, Giovanni Minutoli



Visto il piano della stanza A.B.C.D.E. quanto ci parà che
basta secondo la quantità del vento, che norremo una fucina ranto
larga, quanto effa stanza in altezza almeno di piedi dieci, & sia con
calceva meschiata di muro pietra sottilmente perla altre tanta
quantità di più, & meno secondo la qualità della calceva benissimo
intonsco, & intonsco sia di fissa in due flumini con una volta, & traversa
come X.Y. ciascuna delle quali ferano piedi 1 & 2 intonscare, & di ogni cione
per fario di otto pie ni bupondo lo intonsco s'ciando. & pollendo benissimo
con opera di Muratore lo intonsco, in modo che dette flumini tenghino è
l'via. l'acqua che da min' l'ito possano uscire, accomodando in esse li due
gran sistemi S.T. & che con la giba longa entrino nella fissa di sotto stando lo

Sistema di raffrescamento (Palazzo Pitti)



Fig. 6. Palazzo Pitti, Museo degli Argenti, salone di Giovanni da San Giovanni; al centro uno dei due rosoni inseriti nel pavimento per il raffrescamento dell'ambiente.

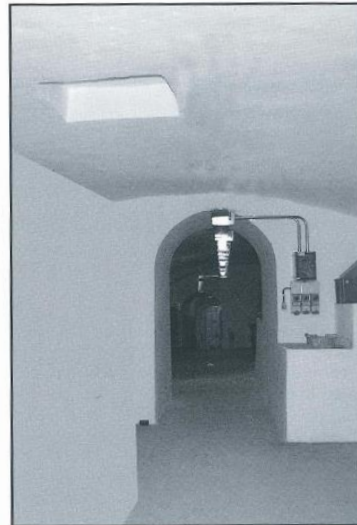


Fig. 7. Palazzo Pitti, piano seminterrato, ambiente corrispondente alla sala dei vasi di Lorenzo nel Museo degli Argenti; in evidenza sul soffitto, la traccia dell'apertura che collegava i due ambienti per il raffrescamento.

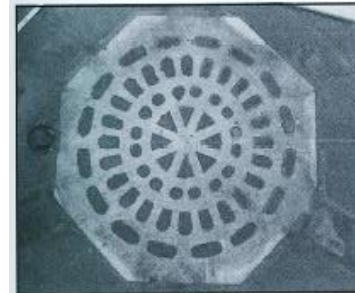
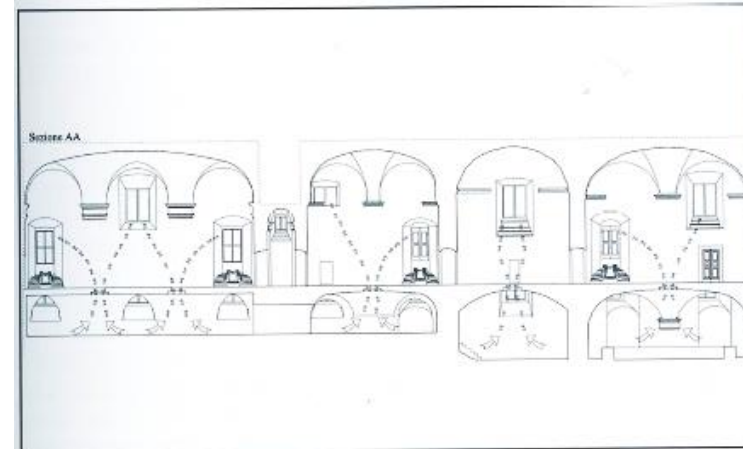


Fig. 13. Firenze, palazzo Pitti, Museo degli Argenti, sezione AA.

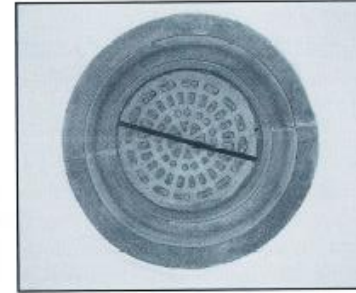
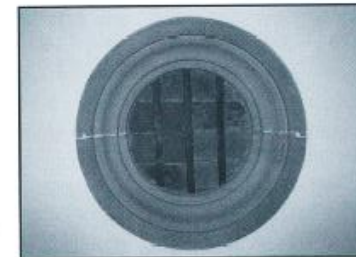


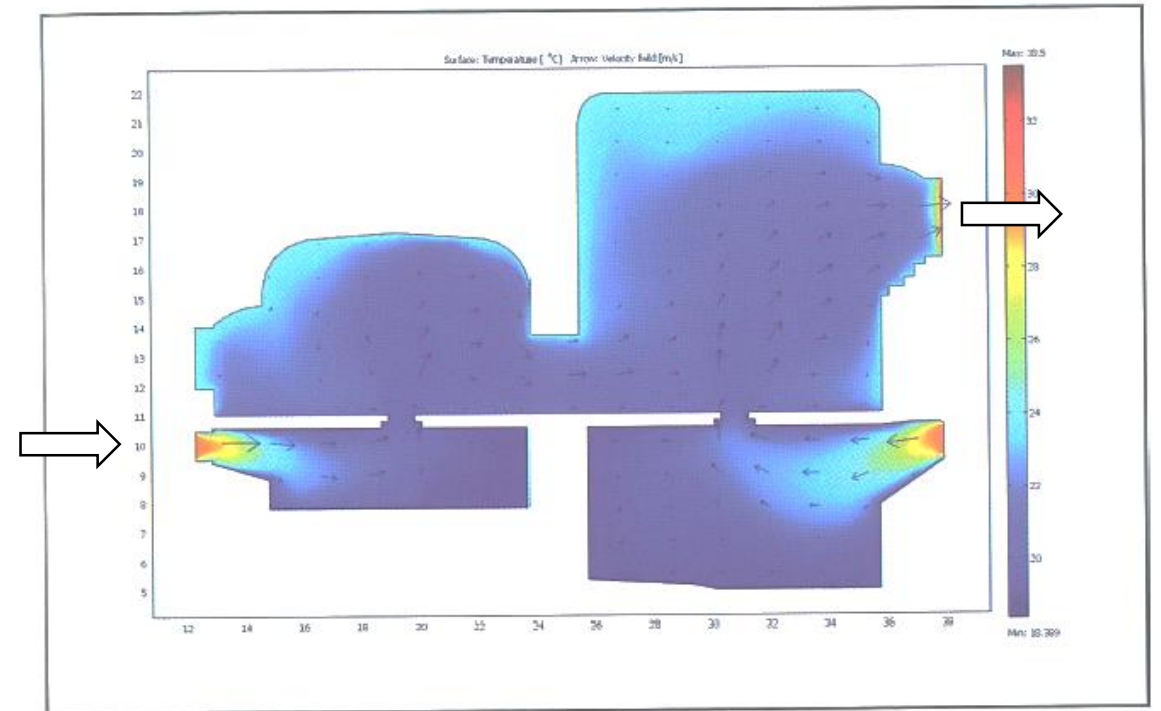
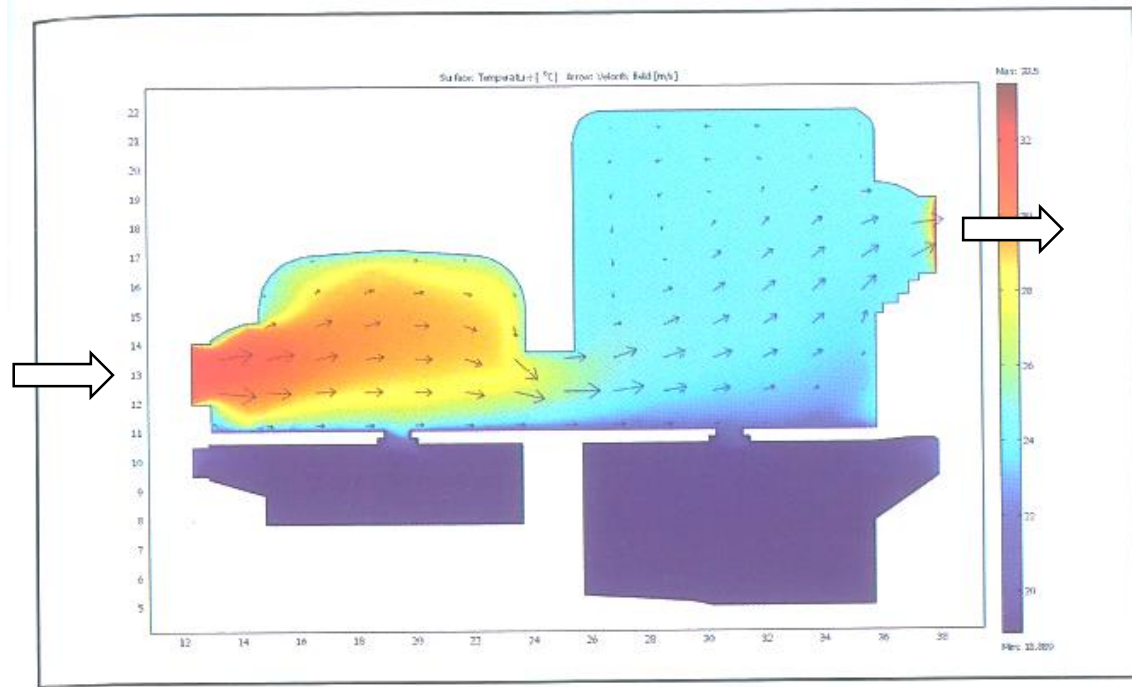
Fig. 14. Firenze, palazzo Pitti, Museo degli Argenti, grata.

Fig. 15. Firenze, palazzo Pitti, interrati sotto il Museo degli Argenti, grata.

Fig. 16. Firenze, palazzo Pitti, interrati sotto il Museo degli Argenti, grata.



Simulazioni numeriche (prof.ssa Carla Balocco)



Persiane e frangisole



Accorgimenti contemporanei (e non)



Coperture verdi

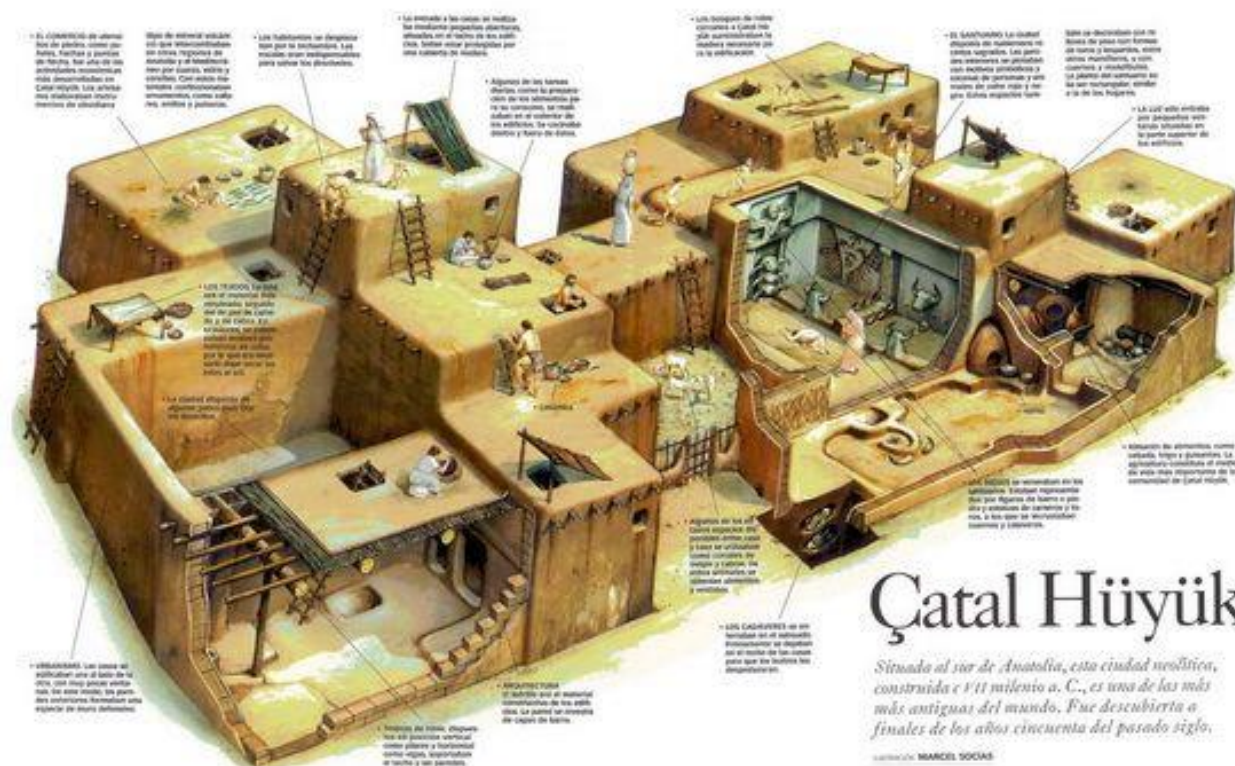
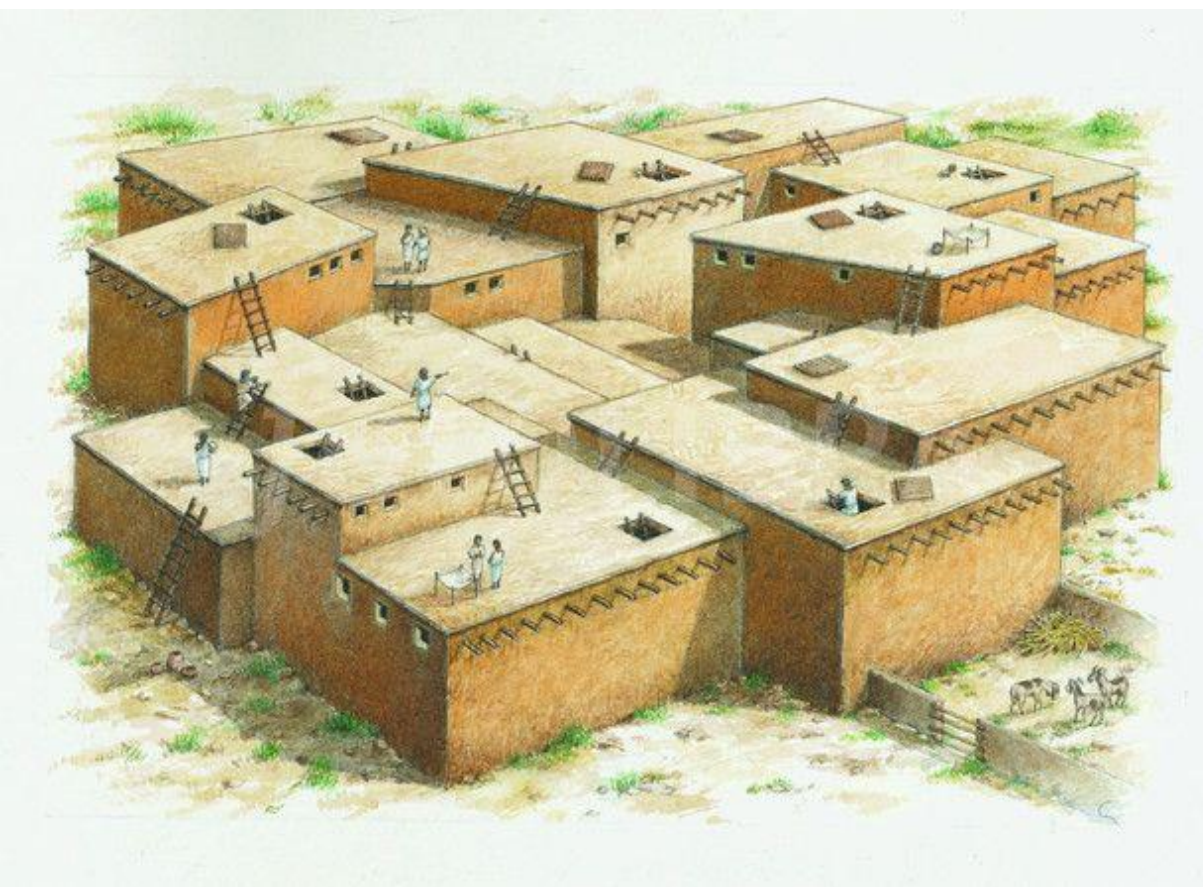


Giardini pensili di Babilonia

Sostenibilità per l'urbanistica

- Minori spostamenti di persone con mezzi inquinanti
- Collegamenti per spostamenti verticali
- Mezzi di spostamento collettivo
- Città più compatte

Catal Huyuk (Turchia, 7100-5700 a.C.)



Principato di Monaco

