

Luciano Maiani:

. Lezione Fermi 30

Strumenti per le Alte Energie. Riflessioni sul futuro

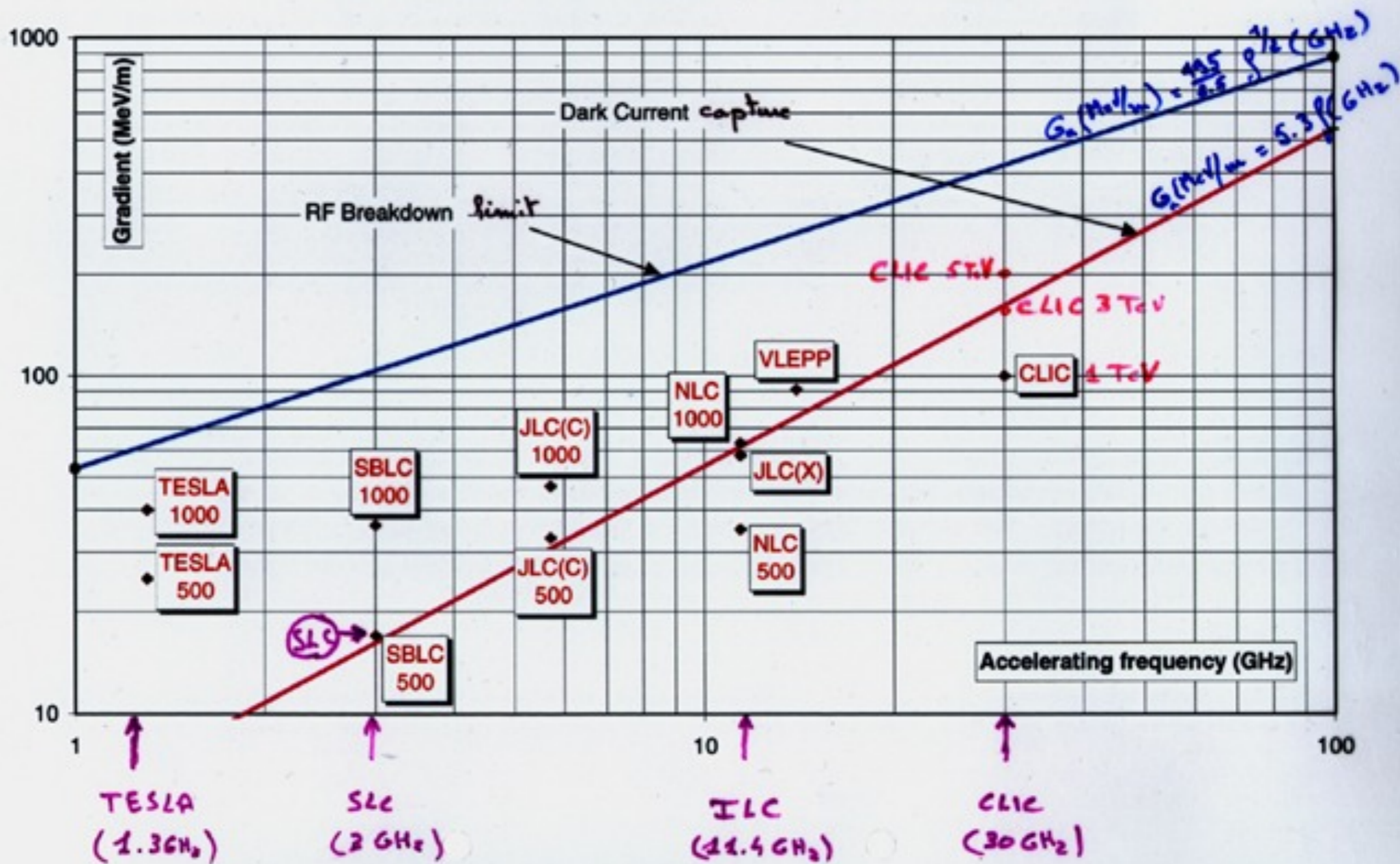
1. Strumenti per le Alte Energie
2. Megaton per l'instabilità del protone
3. L'inflazione cosmica e' un grande acceleratore (cambiamo verso?)
4. Riflessioni sul futuro: i due infiniti
5. La sfida energetica
6. Cosa consigliare ad un giovane principiante

1. Strumenti per le Alte Energie

- La rivoluzione dei Collider, da AdA in poi, ha permesso di accedere alla regione delle energie elettrodeboli (W, Z, top quark, bosone di Higgs)
- la regione era stata indicata dal valore della costante di Fermi
- Come accedere alla regione del TeV-multiTeV, indicata dal problema della gerarchia?
- quale sara' la prossima rivoluzione ?
- ci saranno modi per accedere ad energie supergrandi (M_{GUT} , M_{PLANCK})?

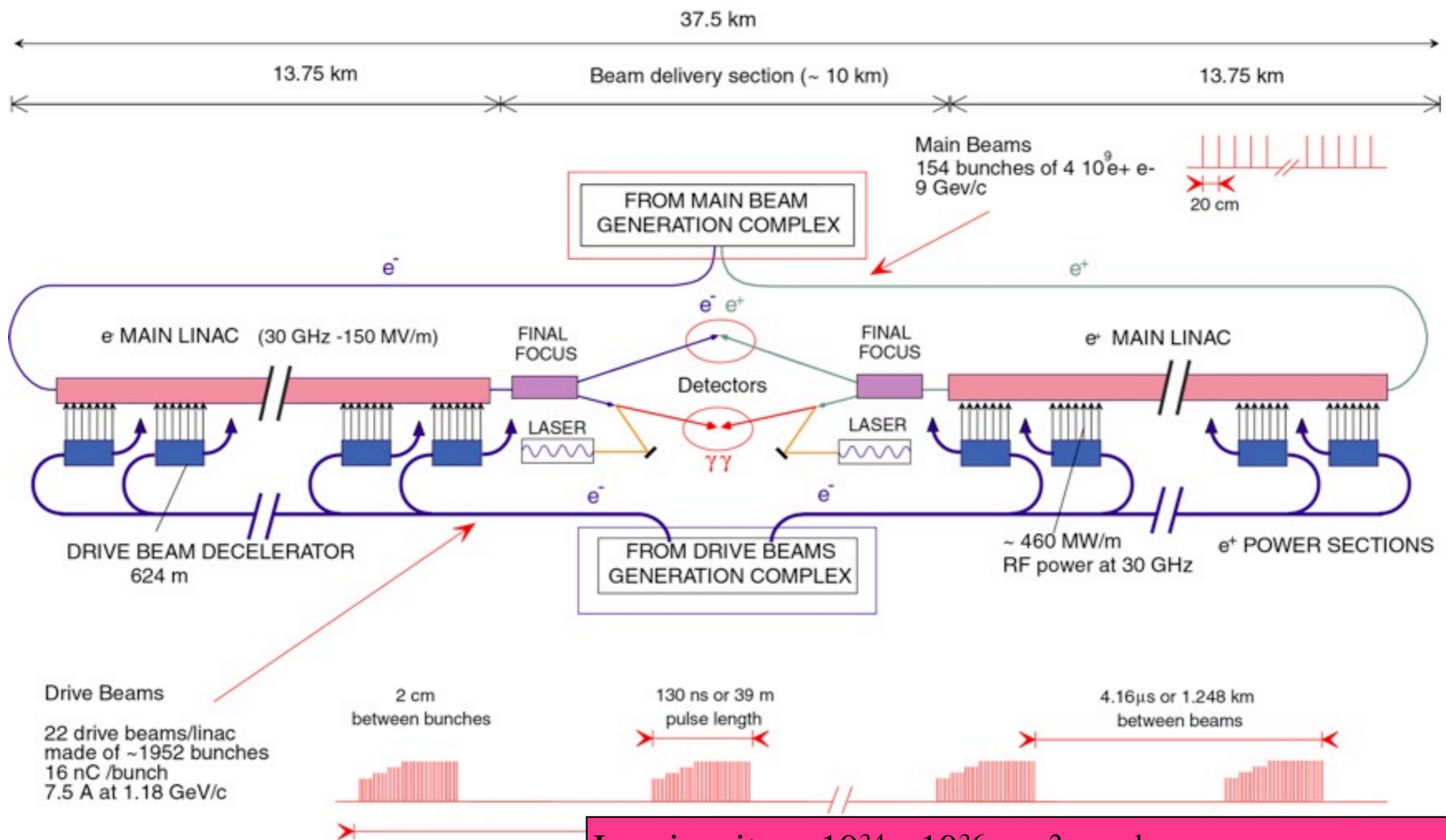
Linear Collider working regions

Fig. 12: Loaded accelerating gradients in the TLC designs

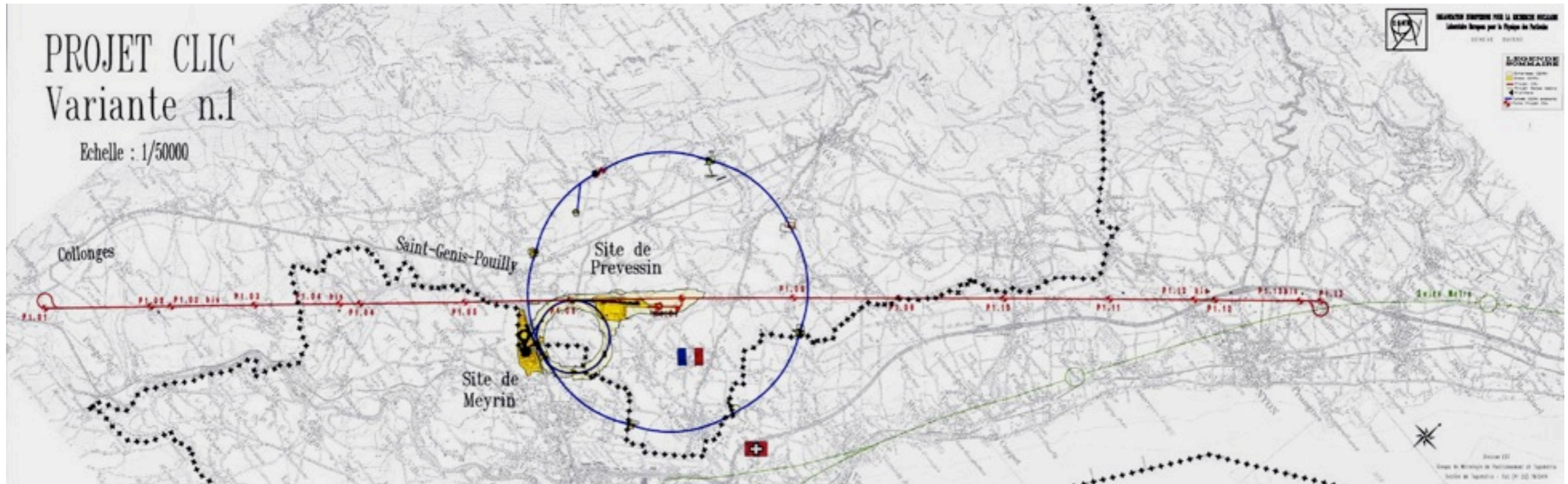


NOTE:
100 MeV/m =
3TeV/30km

Overall Layout of the CLIC complex at $E_{\text{tot}} = 3 \text{ TeV}$



Luminosity = $10^{34} - 10^{36} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$
 Total Length = 39 km

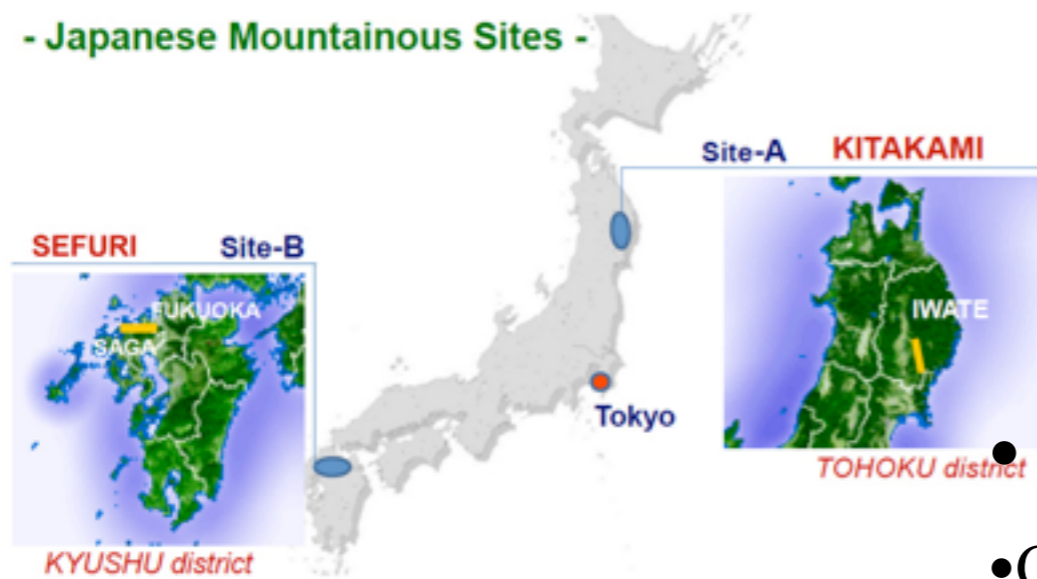


Fitting CLIC at CERN

Progetti post LHC@ 8-13 TeV

- LHC alta luminosità (10x luminosità = 1.5 energia)
- International Linear Collider, e^+e^- @ 0.5 TeV:
 - sito approvato in Giappone (Kitakami) + un sito di riserva (Sefuri):

- Japanese Mountainous Sites -



• Collisore protone-protone 100 TeV:

• CERN? Cina?



A good example is Qinghungdao (秦皇岛)

TLEP tunnel in the Geneva area – “best” option



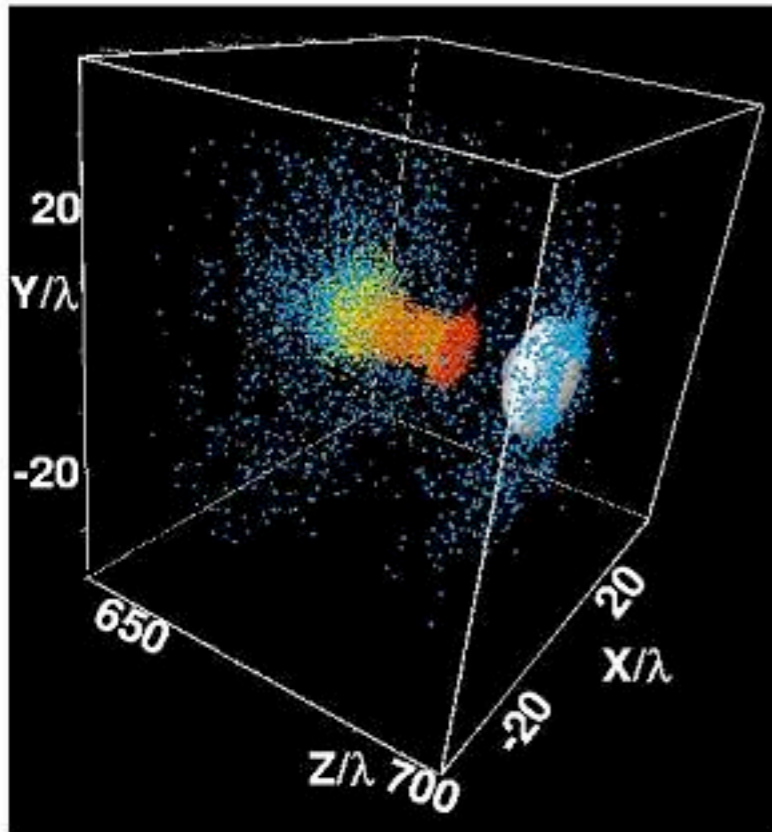
Feb. 24, 2014

Y. F. Wang

Laser Wake Field Acceleration (LWFA)

A. Pukhov and J. Meyer-ter-Vehn, Appl. Phys. B74, 355 (2002)

Electron pulse and conversion efficiency



3×10^{10} electrons
with energy
 300 ± 30 MeV
1.8 J total
15 % efficiency

Here we show the accelerated electron bunch in a perspective view with the driving laser pulse depicted as a white cloud. 1.8 J (15%) of the incident 12 J laser energy are found in 3×10^{10} electrons with energy peaked around 300 MeV. The acceleration takes place over a distance less than 1 mm.

- Nota: $300 \text{ MeV}/1\text{mm} = 300 \text{ GeV}/\text{m} = 300 \text{ TeV}/\text{km} \dots$
- un fattore 3000 rispetto alle tecnologie attuali, al meglio
- quanto ci vorrà' a trasformare i mm in km?

2. Decadimento del protone

- limite delle caverne che si possono scavare molto prossimo
- strutture immerse per rivelatori al Megaton ? 10^{35} year limit ?

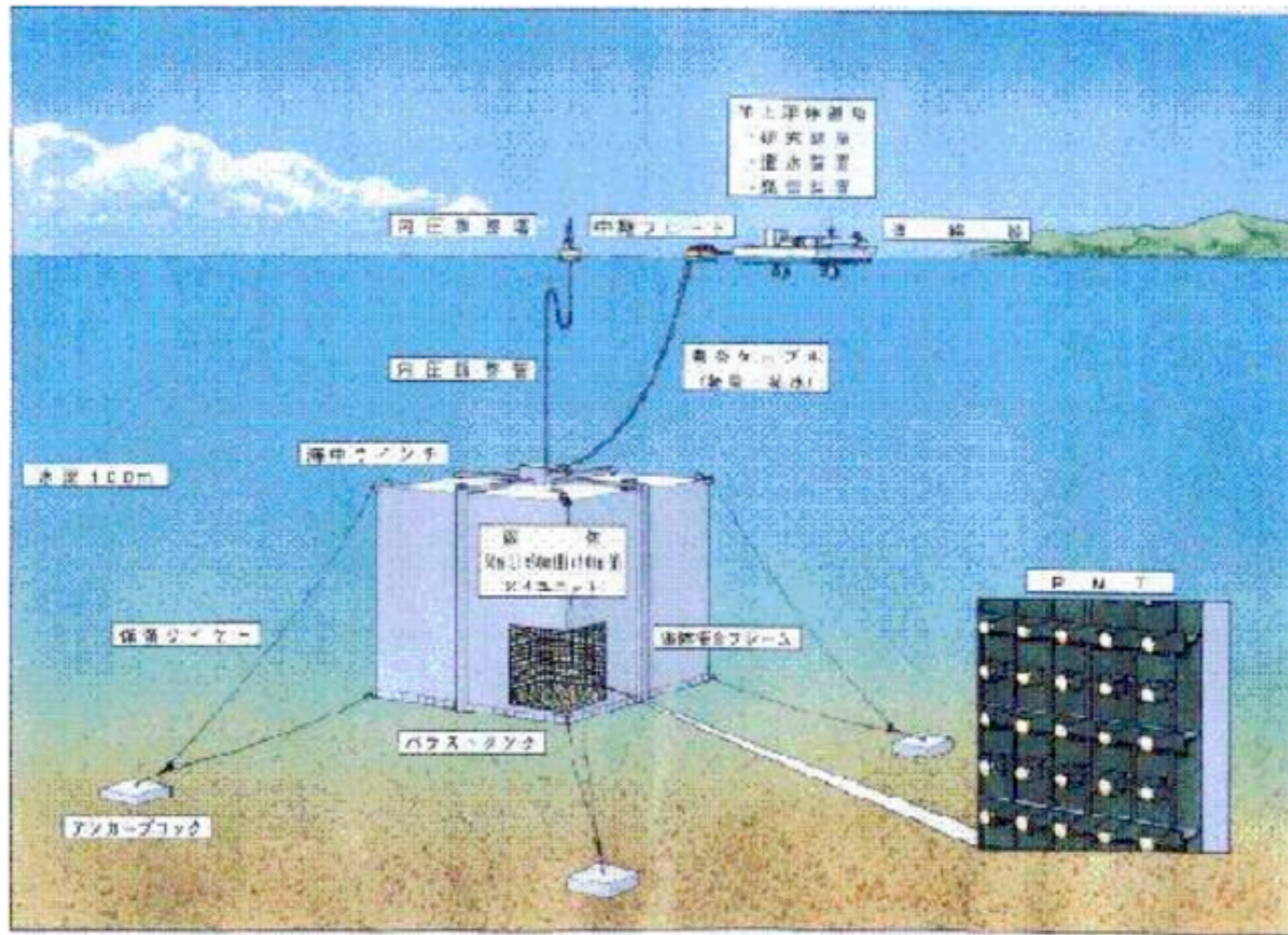
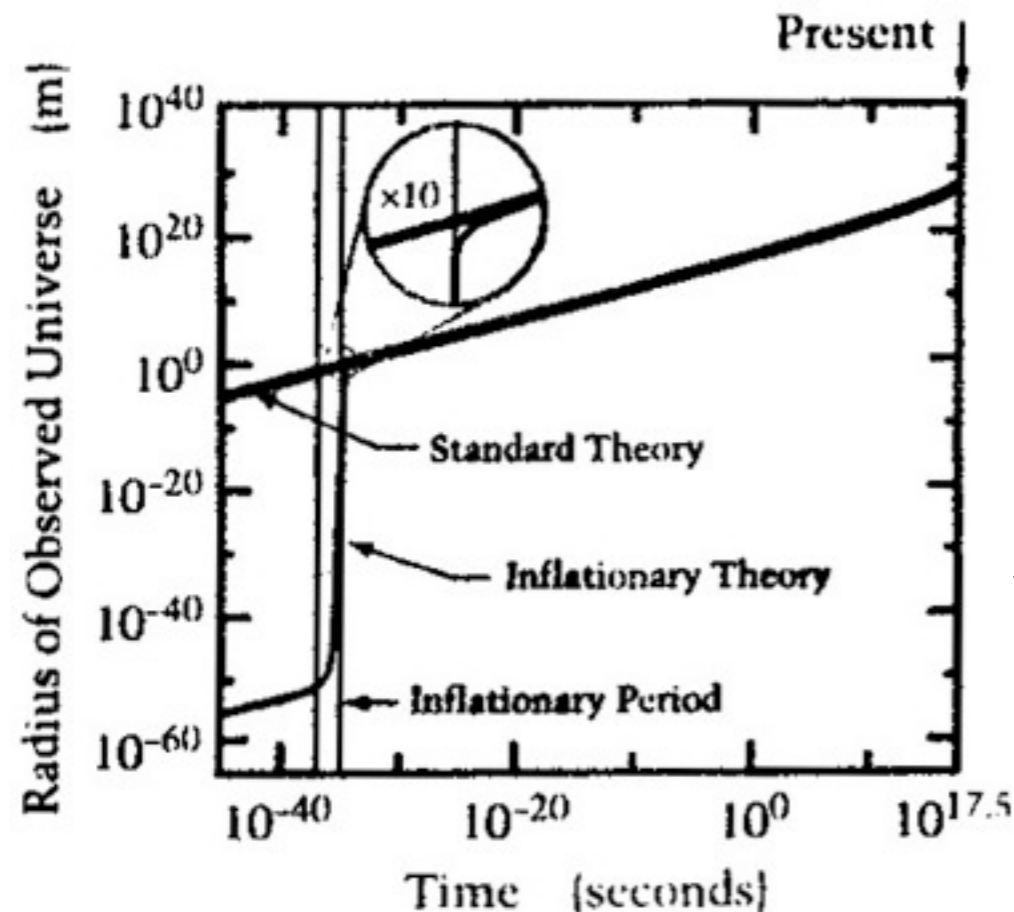


Figure 4: The artist's view of the detector. The unit detector (2 Mton) consists of 4 identical modules assembled at the experimental site. About 60K PMTs are used for 2Mt detector which provides a 20% photo-coverage of the inner surface.

3. L'inflazione cosmica e' un grande acceleratore (cambiamo verso?)



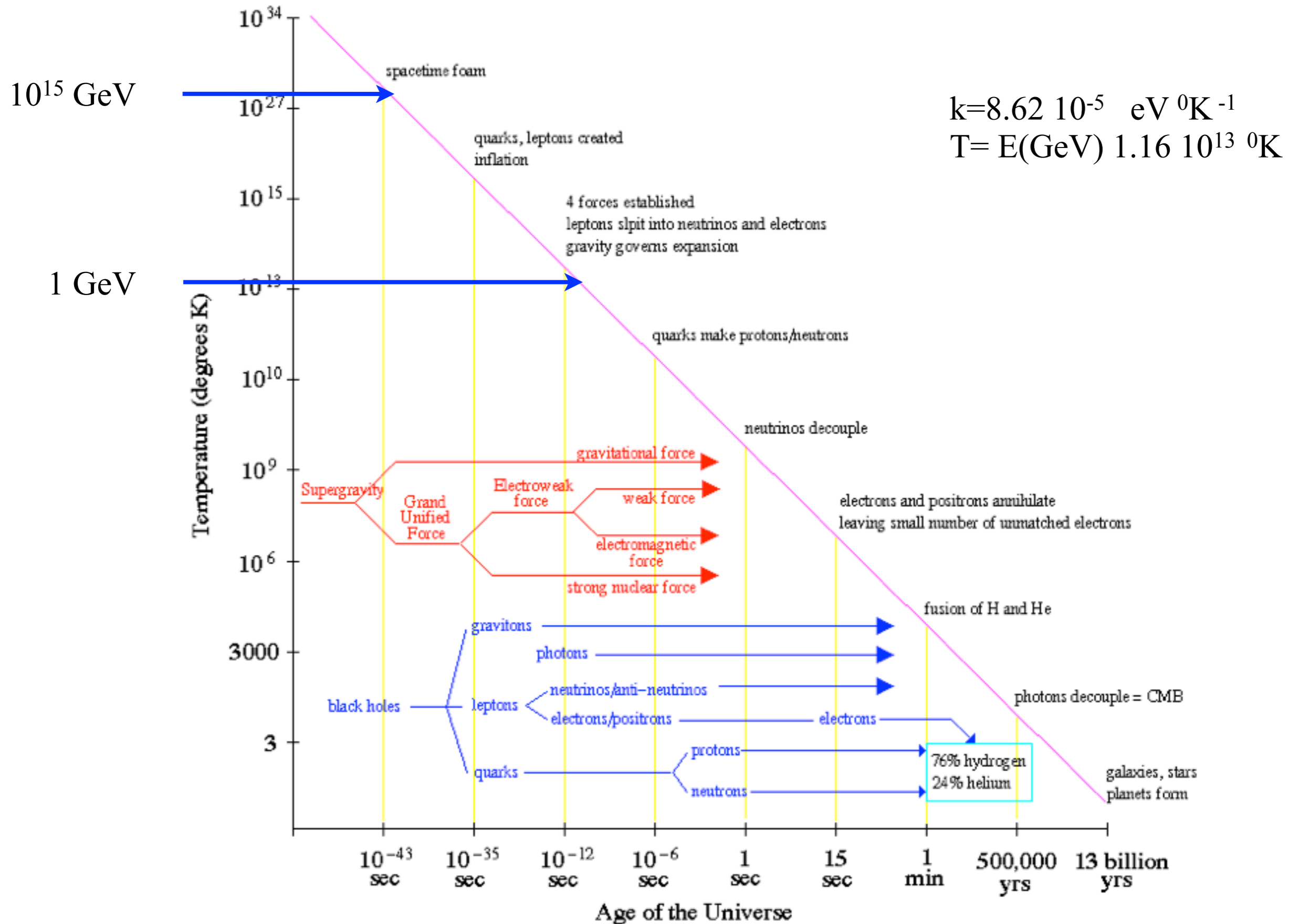
Inflazione cosmica, dal lavoro originale di Alan Guth, 1980.

- L'universo attuale proviene da uno spot piccolissimo che, prima dell'inflazione, era omogeneo in temperatura;

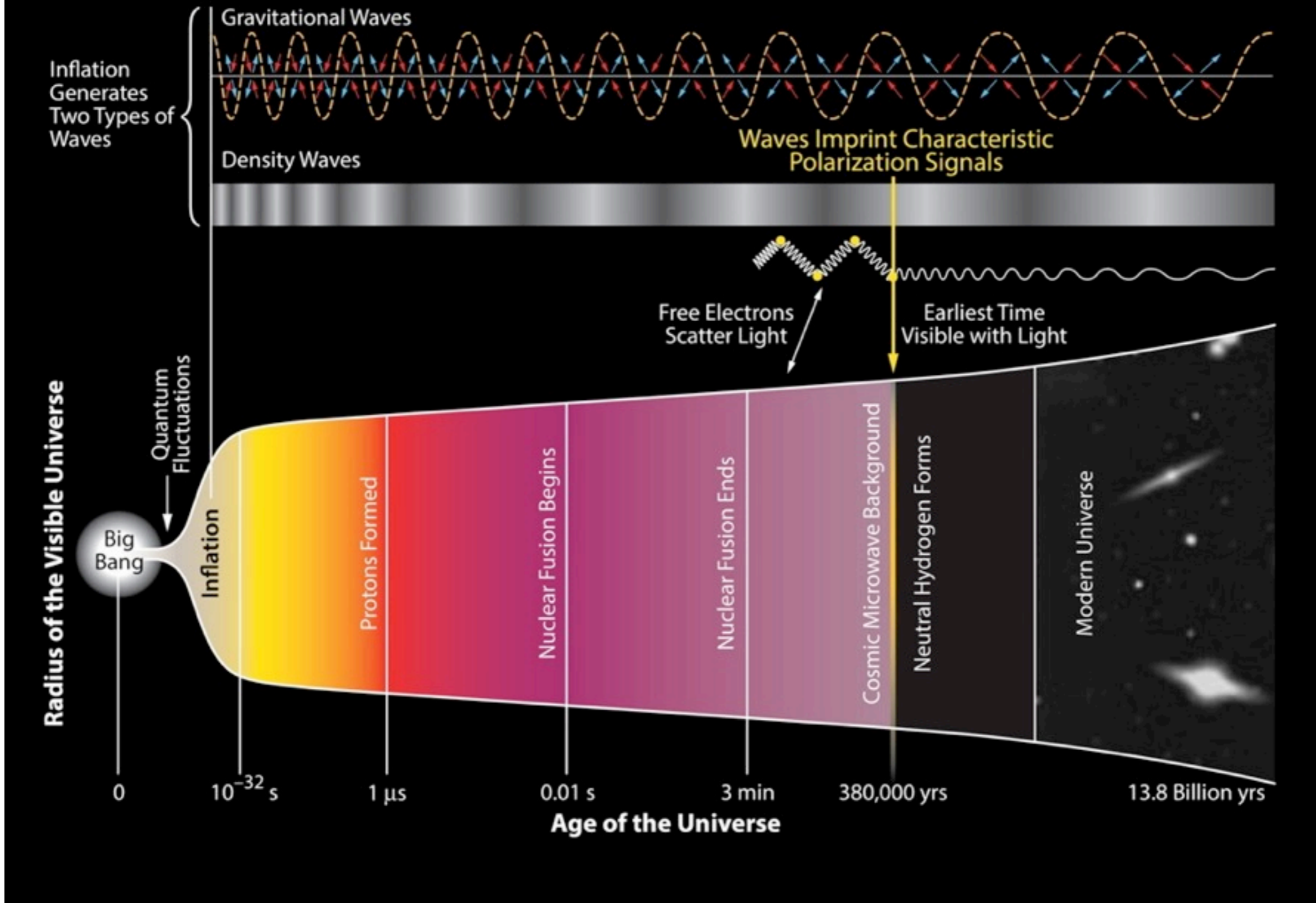
- no monopoli

- niente comunicazione acausale

- I segnali prodotti durante e immediatamente dopo l'inflazione provengono da tempi in cui la temperatura dell'Universo era confrontabile alle energie che supponiamo tipiche della Grande Unificazione
- energie irraggiungibili con le macchine acceleratrici e, finora, sondate solo con la ricerca della instabilità del protone.



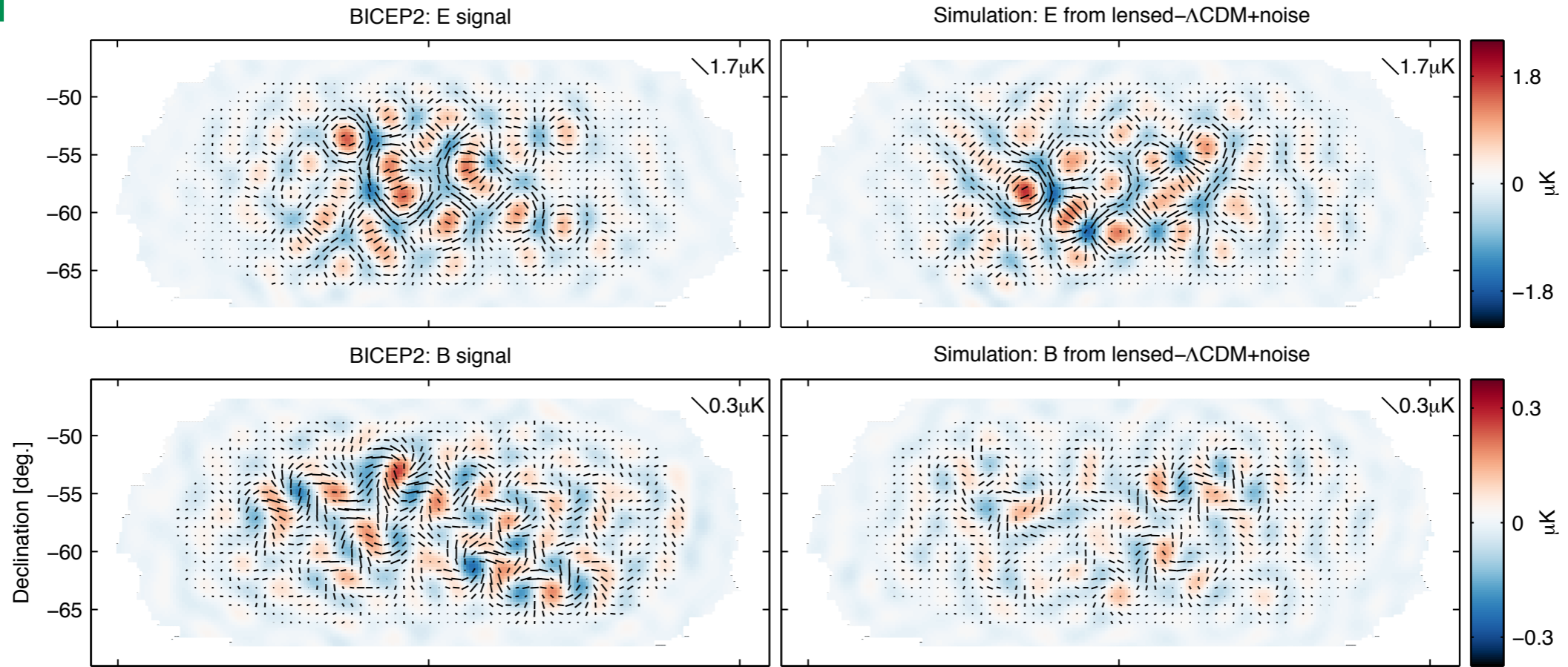
History of the Universe



BICEP2

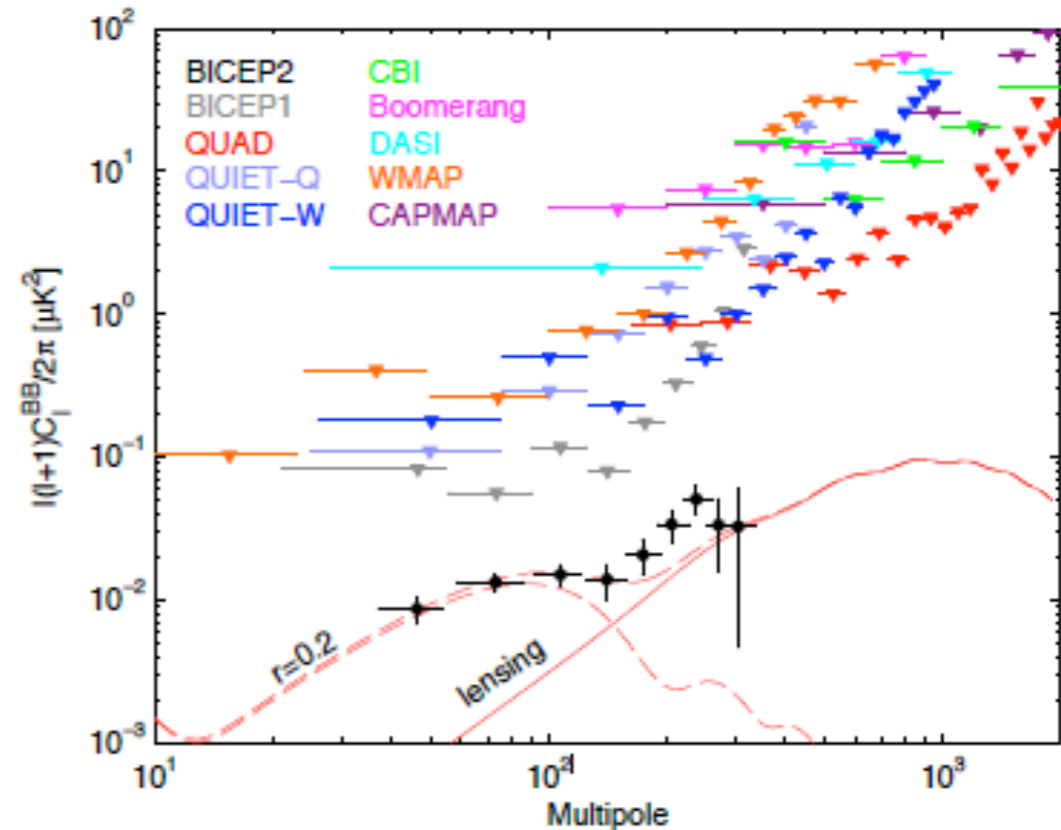
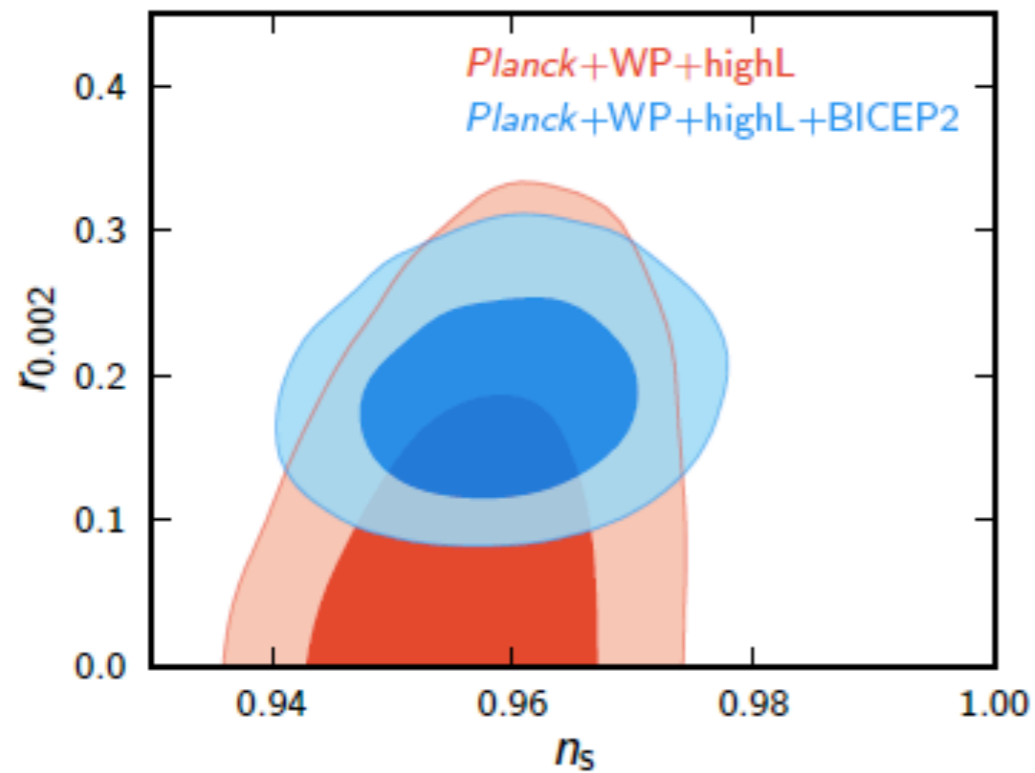


Segnale e confronto con Planck



DETECTION OF B-MODES BY BICEP2

17



4. I due infiniti

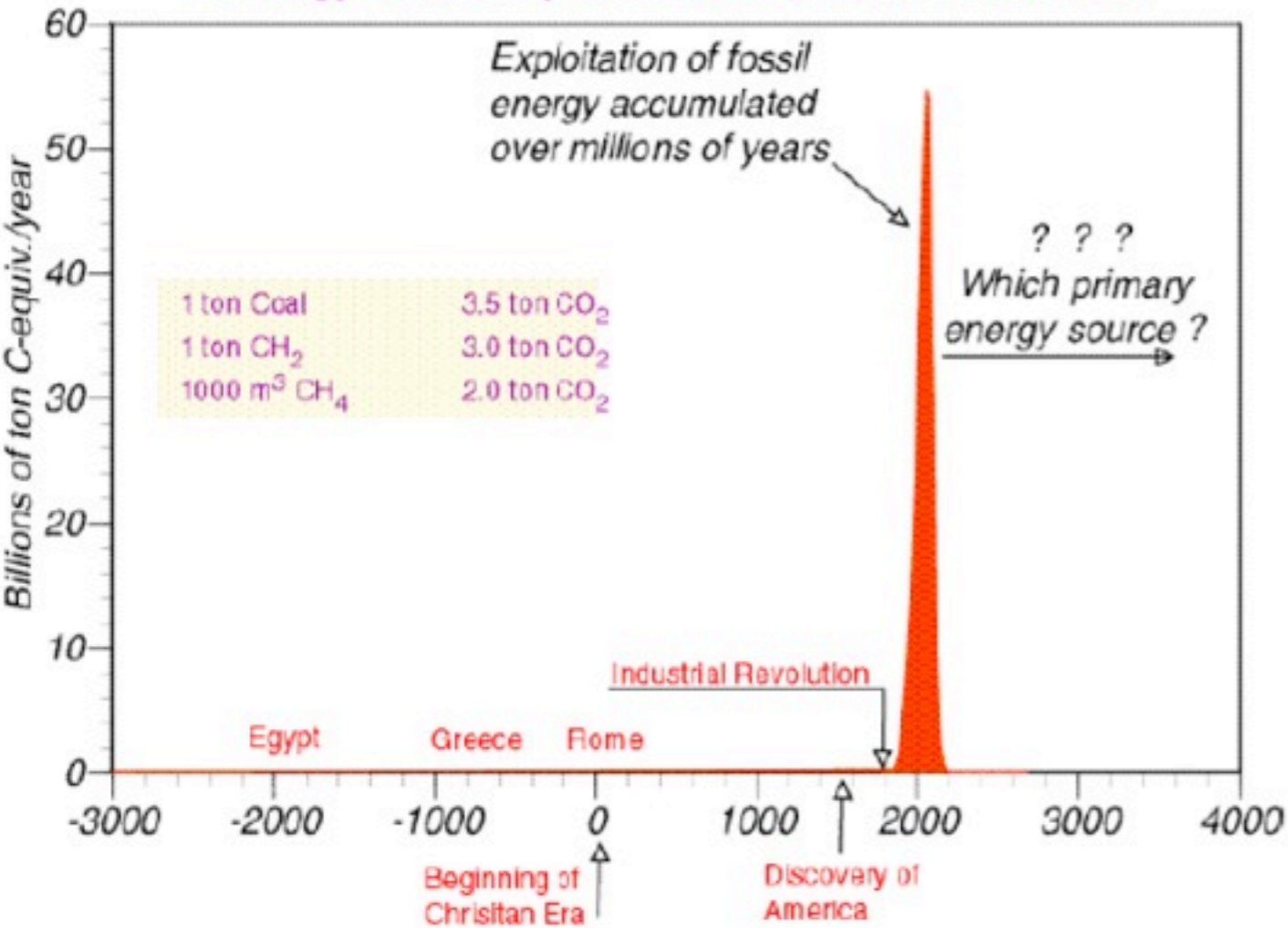
- *I due infiniti*, il Cosmo (infinitamente grande) e le Interazioni Fondamentali (infinitamente piccolo), si possono illuminare *sulla base delle stesse leggi*
- gli ultimi sviluppi sembrano indicare che si puo' andare nei due versi.
- Sfide e misteri non mancano,
- di alcuni pensiamo che la soluzione potrebbe essere non troppo lontana
 - materia oscura
 - supersimmetria a al TeV
 - segnali dall'inflazione cosmica
 - instabilita' del protone
 - massa dei neutrini (manca ancora la misura dell'angolo che viola CP...)
 - neutrini sterili nel lab e nel Cosmo
 -
- ma ce ne sono altri ancora nelle pieghe inesplorate della QCD
 - cosa sono le particelle X, Y, Z..?
 - come si spiegano dualita' e poli di Regge, se le stringhe in 4 dimensioni non sono consistenti?
 - attaccare la QCD con il calcolo di alta potenza?

Tecnologie per le alte energie

- La sfida dell'alta energia continua
- Le prossime macchine si potranno (forse) fare spingendo al limite le tecnologie attuali
- la ricerca di nuove tecnologie (CLIC? plasma wake-field acceleration?) e' indispensabile per sostenere questo campo di ricerca
- da mettere in agenda per il prossimo What's Next....

5. La sfida energetica

Energy consumption and Human Civilisation



1. Energia chimica da combustione: inizio della civilizzazione

2. Energia nucleare: fissione e fusione: XX secolo

3. Transizione quarks → protone/ neutrone: CERN (Europa) 2001, RHIC (USA) 2003

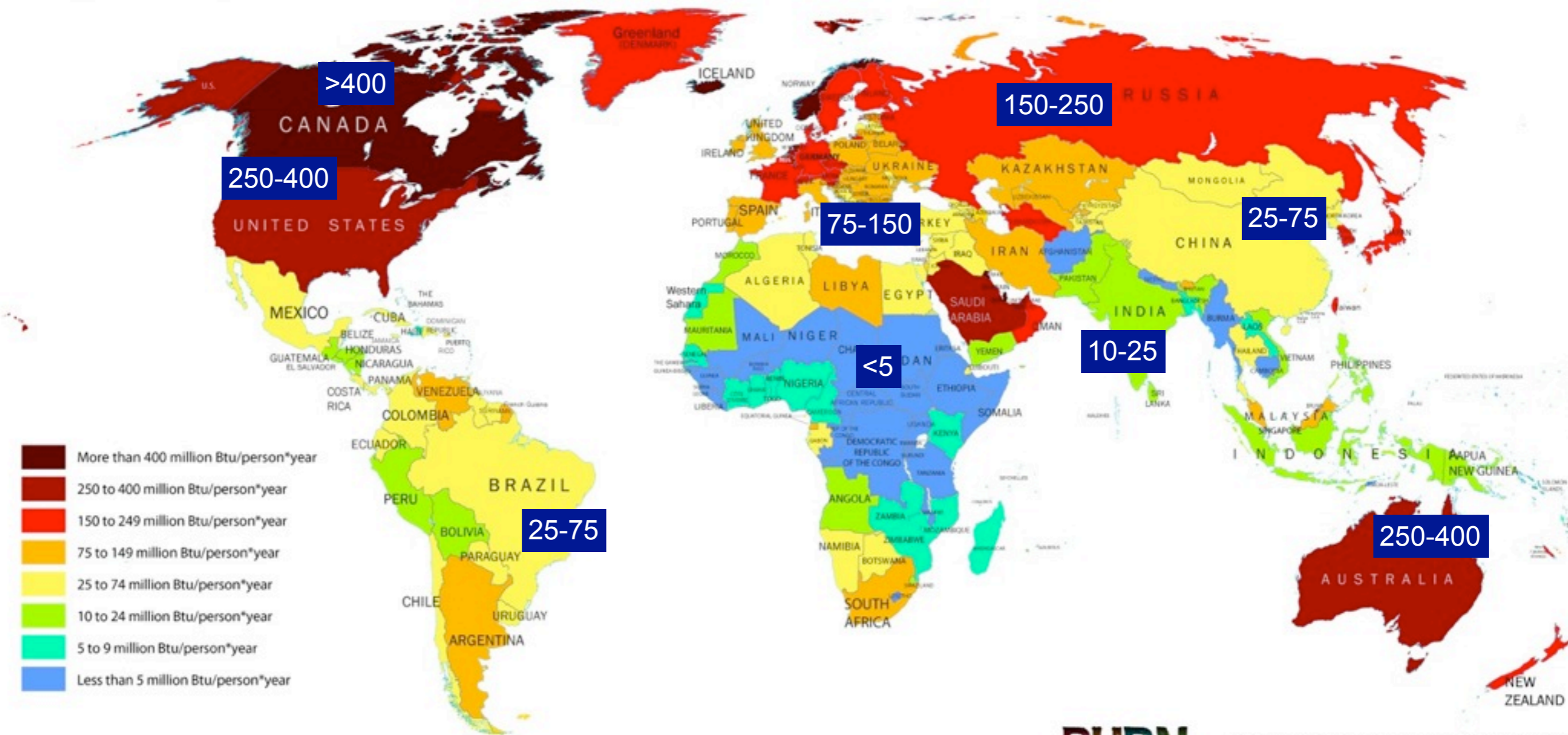
Relativistic Heavy Ion Collider Brookhaven (USA)



Large Hadron Collider CERN, Ginevra



Energy Consumption Per Person, by country, 2009.



BURN
an energy journal

A program of The Public Radio Energy Project from Sound/Visio
Anrica Deb, contributing digital producer

Equilibrare le condizioni di vita è la condizione essenziale per la pace ed il benessere del Pianeta

Nel medio termine, l'energia nucleare da fissione sarà indispensabile: l'umanità deve trovare il modo di controllarla.

La sfida energetica si può vincere con...

Una nuova politica *a lungo termine* dei Governi per:

- investire in educazione e ricerca fondamentale
- investire nella ricerca di nuove fonti rinnovabile
- accelerare la ricerca di nuove tecnologie per la produzione di energia nucleare e per il condizionamento dei rifiuti (e.g. trasmutazione con acceleratori)
- Riguadagnare la fiducia del pubblico sulla serietà dei controlli su sicurezza degli impianti e protezione della popolazione

Questi aspetti sono particolarmente importanti per il nostro Paese che deve recuperare gravi ritardi.

Politica energetica e riequilibrio delle condizioni di vita sulla Terra sono questioni troppo serie per essere affidate esclusivamente alle forze del mercato.

Ricerca: cosa consigliare a un principiante?

- L'Italia e', nonostante tutto, un paese avanzato dal punto di vista dell'educazione e della ricerca, con Universita' di grande tradizioni, specialmente in fisica (anche il nostro Dip.)
- l' Italia riprendera' ad investire seriamente in ricerca? e l' Europa manterra' il programma di Lisbona ?
- Anybody's guess. Edoardo Amaldi mi ha insegnato che: "e' giusto criticare e lamentarsi, se non diventa un pretesto per fare i propri comodi" (non e' una citazione letterale, ma questo era il senso)
- operiamo perche' le cose vadano...
- ... ma occorre pensare al proprio futuro almeno su scala europea, se non mondiale
- non e' scoperta di oggi, ci sono postdoc e professori italiani in ogni posto del mondo (Pechino incluso..)
- l'Asia sembra essere la prossima frontiera della scienza, e anche l'America Latina (non a caso: BRIC, MIT...sono li')
- adeguiamoci

consigli (continua)

- Segui le tue inclinazioni e i tuoi gusti
- ma non cadere nella calligrafia (il principale vizio delle regioni marginali) e nella overspecializzazione
- Nicola Cabibbo: *per trovare l'oro bisogna andare dove ci sono le miniere...*
- la ricerca avanza con curve improvvise: una visione d'insieme aiuta a non finire fuori strada alla curva prossima (Raoul Gatto e Nicola Cabibbo me lo hanno messo bene in testa...)
- non overspecializzazione significa anche guardare fuori dalla propria ricerca: oggi spin-off e' di moda ma ci sono anche altre vie per un fisico/ matematico (outreach, management, finanza...)
- se ti capita di non divertirti piu', e di non mettere il tuo lab o i tuoi conti in cima ai tuoi svaghi,...e' il momento di guardarti intorno seriamente.