

Conferenza Stampa 10 settembre 2008

- Collegamento in Webcast col CERN di Ginevra per i primi fasci di protoni in LHC
- Saluto della prof.ssa Lucia Tomasi Tongiorgi, Prorettore Vicario dell'Università di Pisa
- LHC, il potente acceleratore di particelle del CERN che aprirà nuovi orizzonti alla conoscenza dell'Universo.
prof. Rino Castaldi, Direttore della Sezione INFN di Pisa
- L'esperimento ATLAS a LHC e il contributo del gruppo di Pisa.
dr. Chiara Roda, Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa e Sezione INFN
- L'esperimento CMS a LHC e il contributo del gruppo di Pisa.
dr. Alberto Messineo, Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa e Sezione INFN
- L'esperimento TOTEM a LHC e il contributo del gruppo di Pisa e di Siena.
dr Stefano Lami, Sezione INFN di Pisa.
- Visita ai Laboratori della Sezione INFN di Pisa

LHC

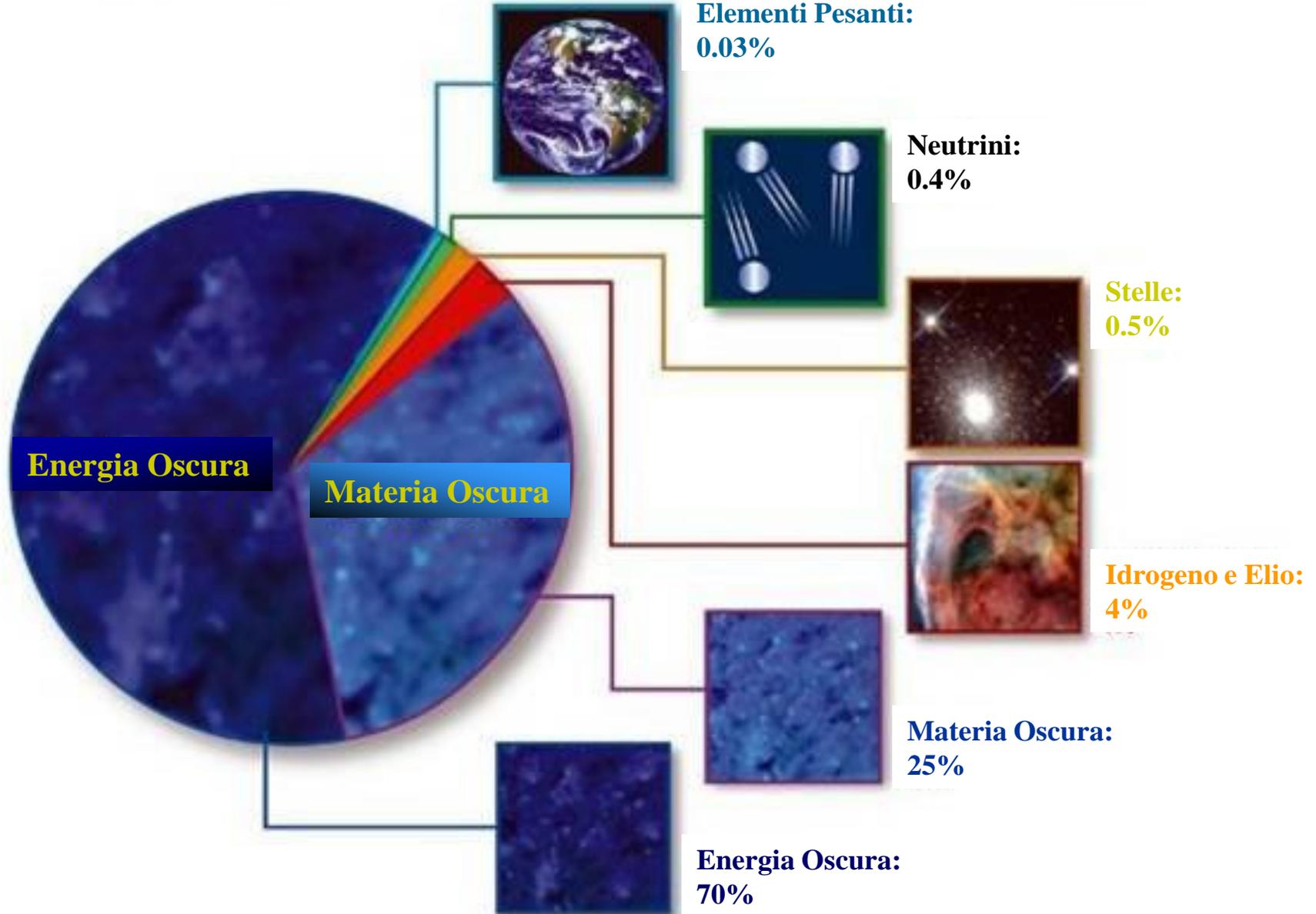
il potente acceleratore di particelle
del CERN che aprirà nuovi orizzonti
alla conoscenza dell'Universo.

Rino Castaldi

Direttore della Sezione INFN di Pisa
(rino.castaldi@pi.infn.it)

Di cosa e' fatto il nostro Universo

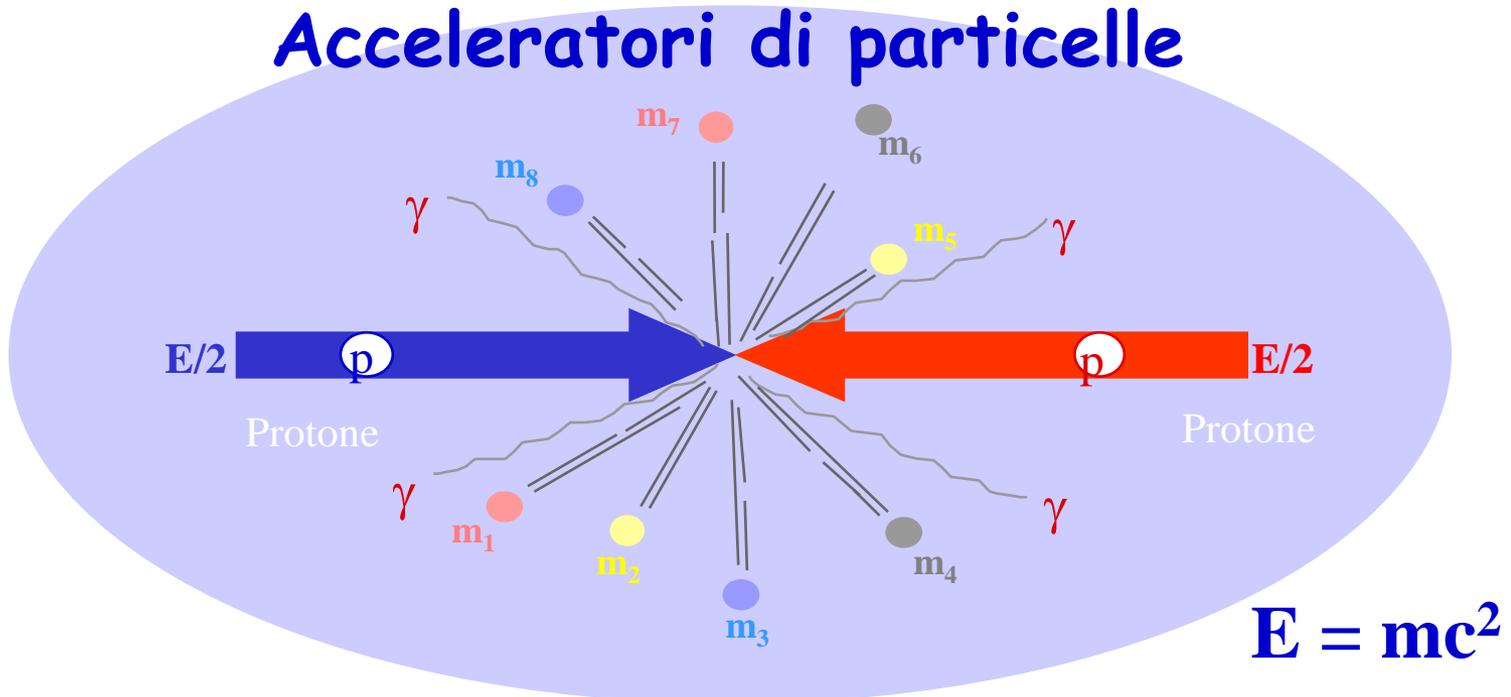
(stelle e pianeti sono solo una piccola parte !)



La materia ordinaria

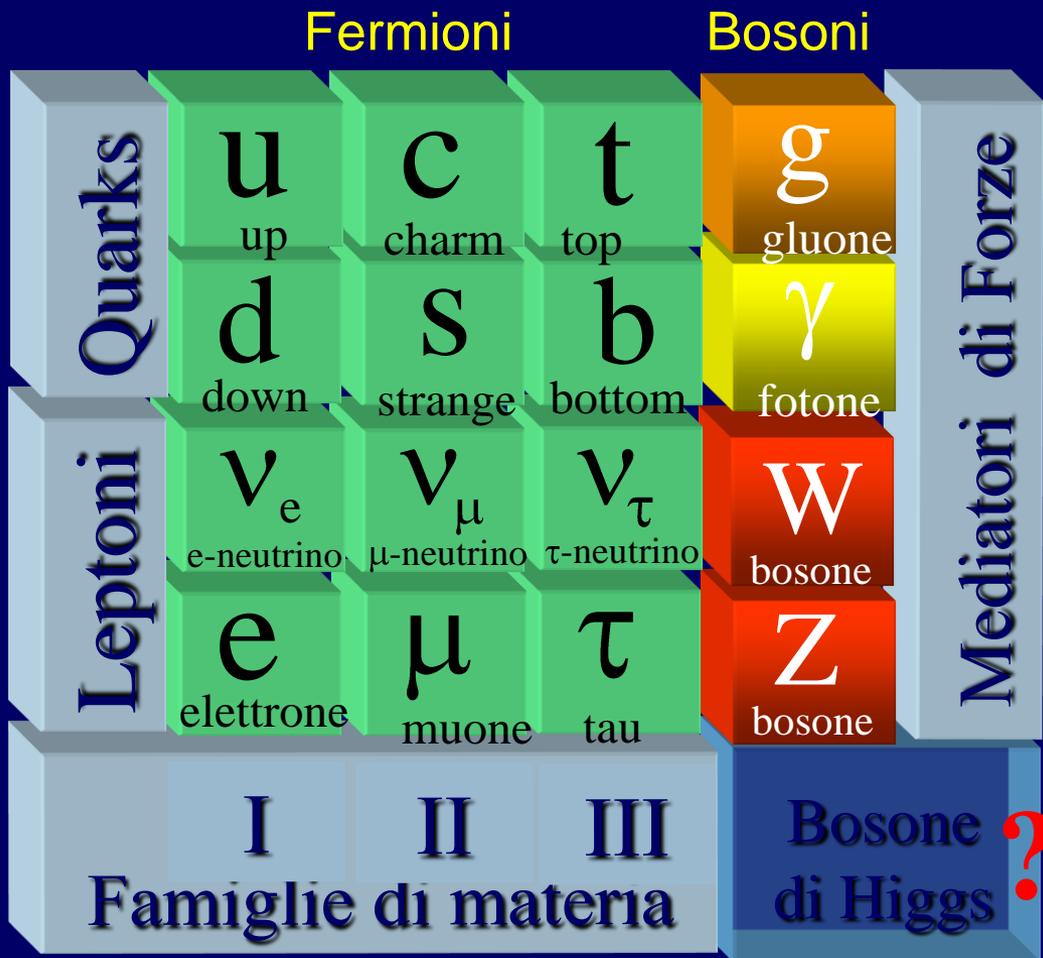


Acceleratori di particelle



Nella collisione vengono prodotte molte particelle
sia di materia che di antimateria

Il Modello Standard



Interrogativi:
perché le masse delle particelle di materia variano da quasi 0 a circa 170 GeV?
perché le masse delle particelle delle forze variano da 0 a circa 90 GeV?

Soluzione più semplice:
un campo scalare pervade l'Universo (il campo di Higgs).
Le particelle interagiscono con esso. Più forte è l'interazione più grande è la massa... ma il bosone di Higgs non è stato ancora trovato !

Il Modello Standard è una teoria di grande successo, ma molti interrogativi sono ancora senza risposta

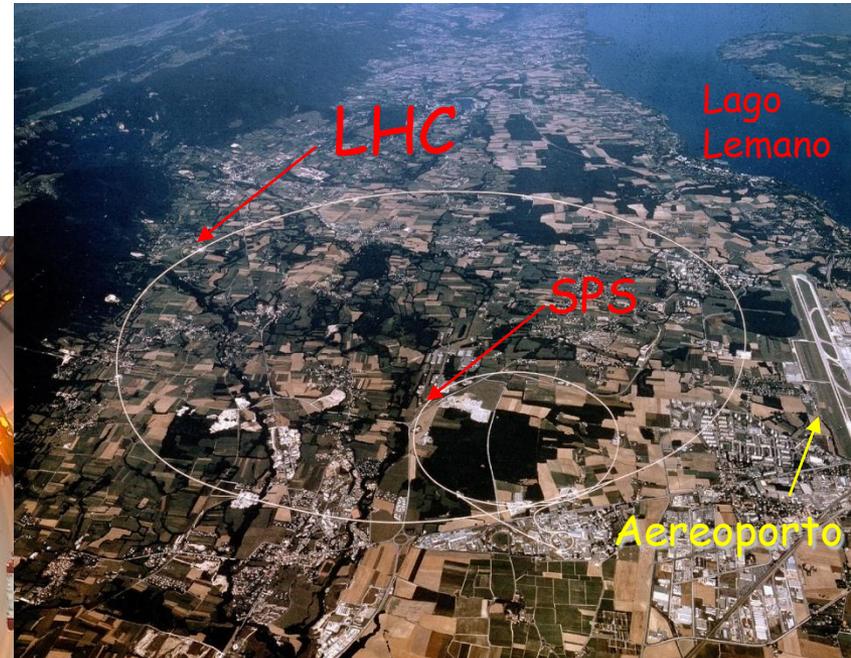
- * Che cosa determina la massa dei quark, dei leptoni e delle particelle che mediano le interazioni tra essi ?*
- * Che cosa è la Materia Oscura, di cui l'Universo sembra essere permeato?*
- * Perché il mondo è fatto di materia (che fine ha fatto l'antimateria)?*
- * Esistono principi di unificazione tra le varie interazioni fondamentali e che ruolo gioca la gravità ?*
- * I quark e i leptoni sono veramente le particelle fondamentali o posseggono anch'essi una struttura interna?*

Crediamo che la risposta ad alcune di queste domande sia ormai a portata di mano con l'entrata in funzione del più grande acceleratore di particelle del mondo il Large Hadron Collider (LHC) del CERN

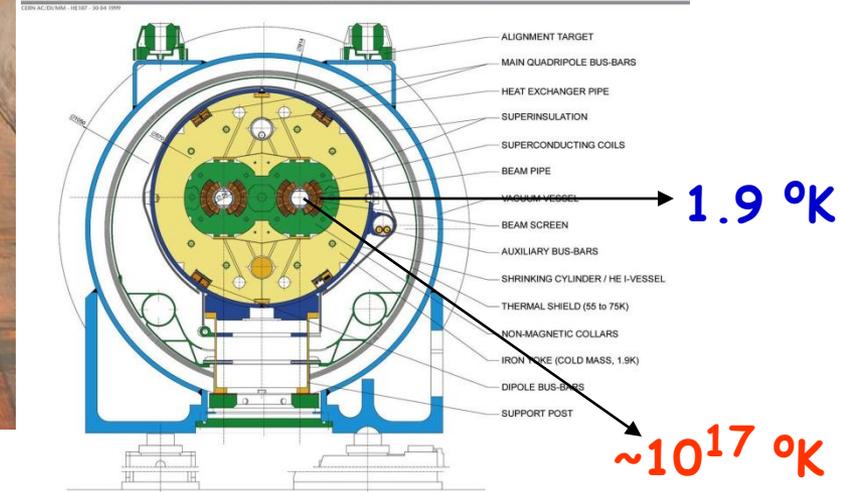
Il Large Hadron Collider del CERN



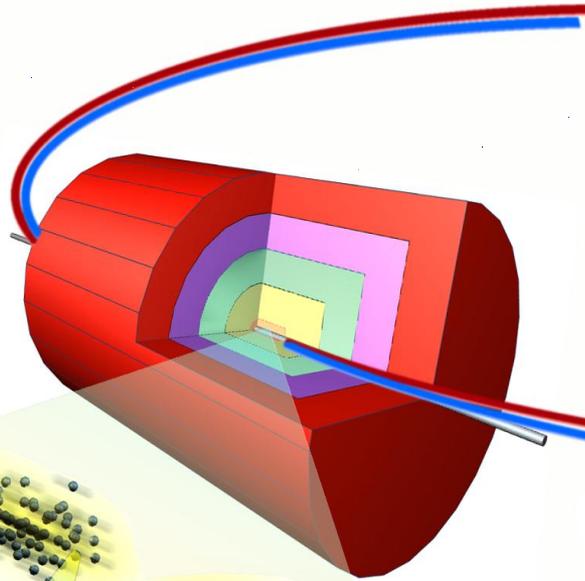
9300 Magneti superconduttori
1232 Dipoli (15m, 1.9 °K) 8.4 tesla 11700 A
448 Main Quads, 6618 Correttori.
Circonferenza 26.7 km



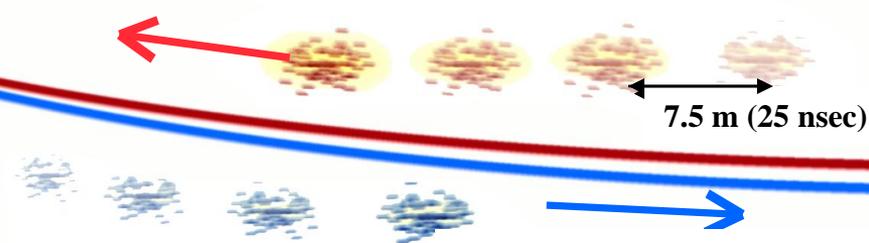
LHC DIPOLE : STANDARD CROSS-SECTION



LHC : collisioni protone-protone a 14 TeV



Protoni accelerati fino a 7 TeV
1 TeV = mille miliardi di eV
2835 pacchetti con cento miliardi di protoni
circolanti per molte ore (11245 giri al secondo)



14 TeV

Si incontrano 40 milioni di pacchetti al secondo in $\sim 2 \mu\text{m}^2$
e quindi 4000 milioni di miliardi di protoni al secondo

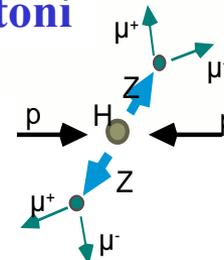
$\sim 10^{17} \text{ }^\circ\text{K}$
 $\sim 10^{-15} \text{ sec}$

100 milioni di collisioni al secondo tra protoni

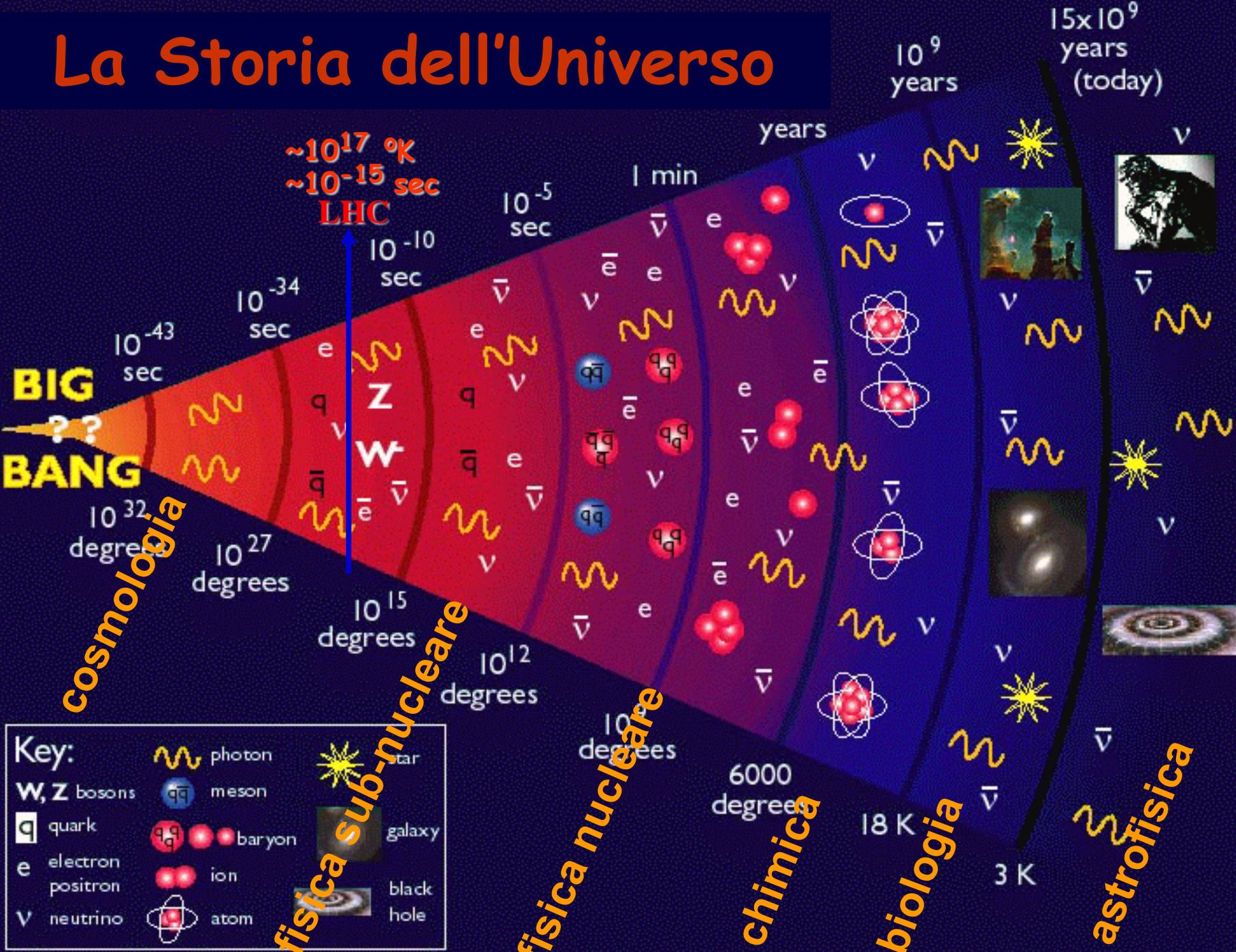
Collisione tra i "partoni" dei due protoni

"quasi" mini-Big Bang

Solo raramente (\sim ogni centomila secondi) si prevede che venga prodotto un bosone di Higgs: selezione di 1 evento su diecimila miliardi

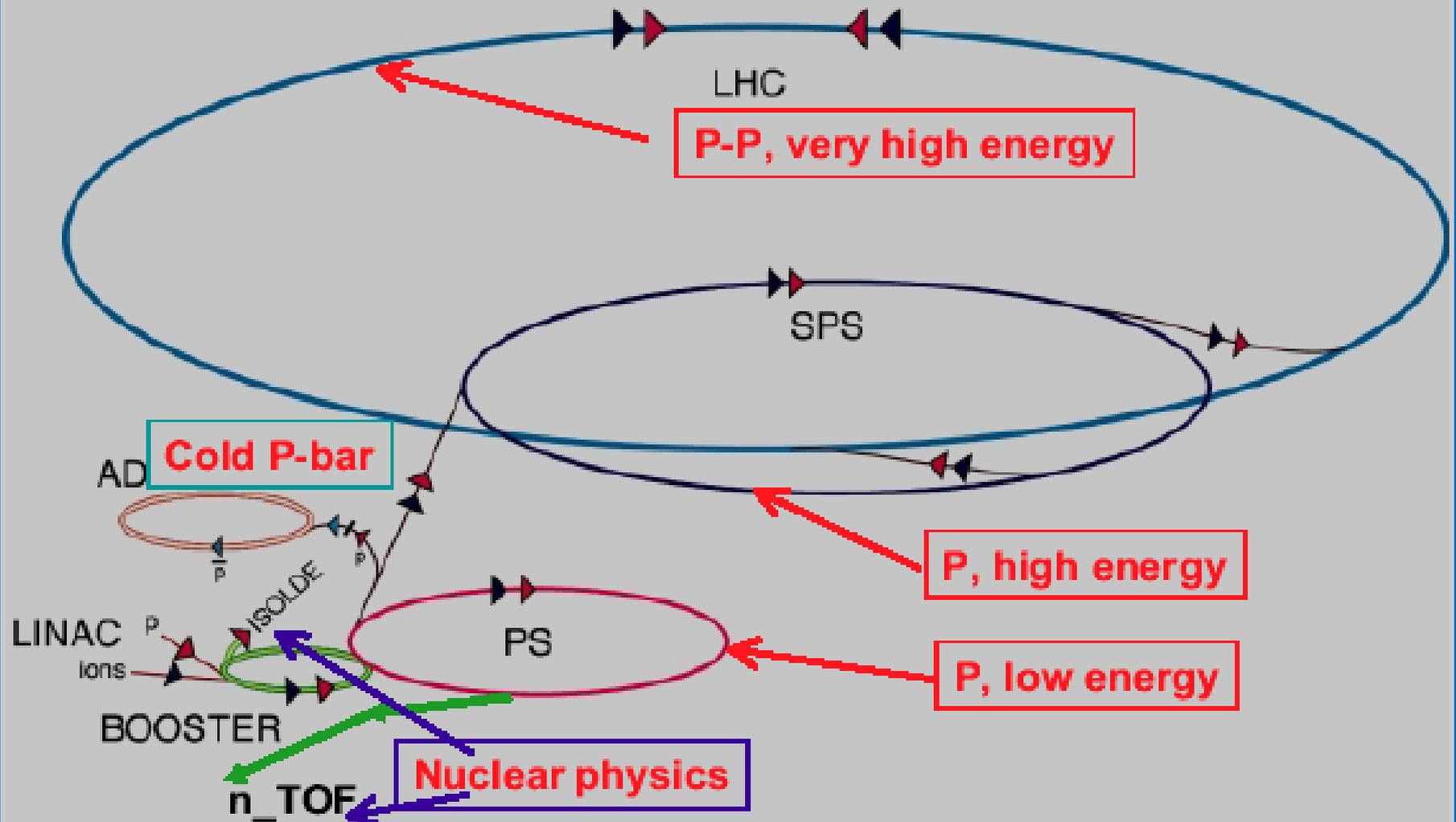


La Storia dell'Universo



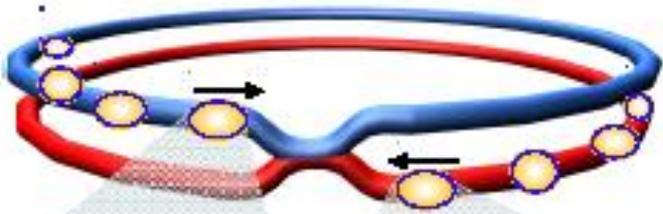
Accelerator chain of CERN

Accelerator chain of CERN (operating or approved projects)

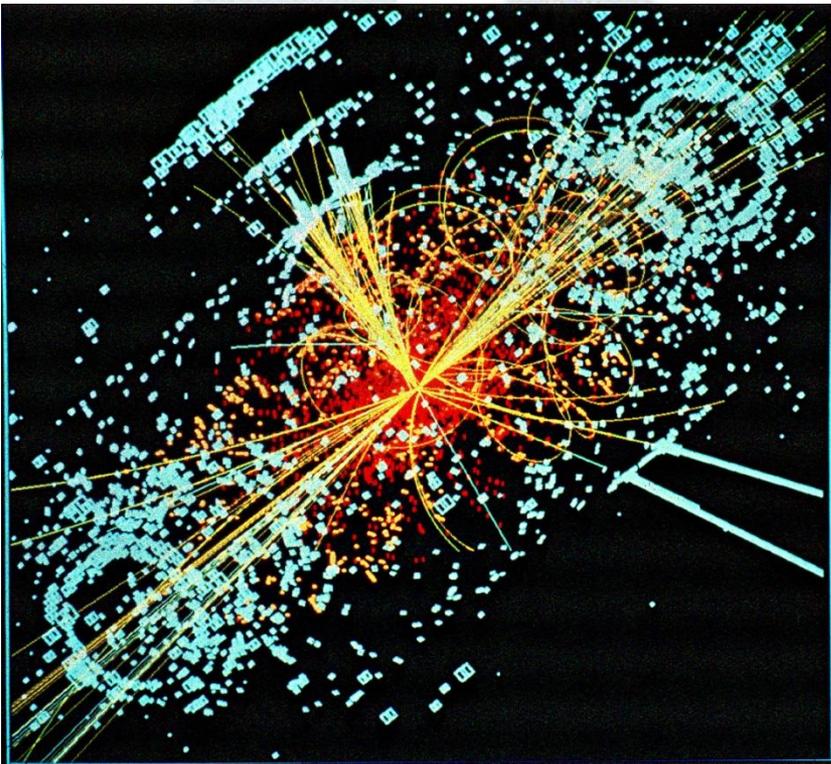




Collisioni protone-protone a LHC



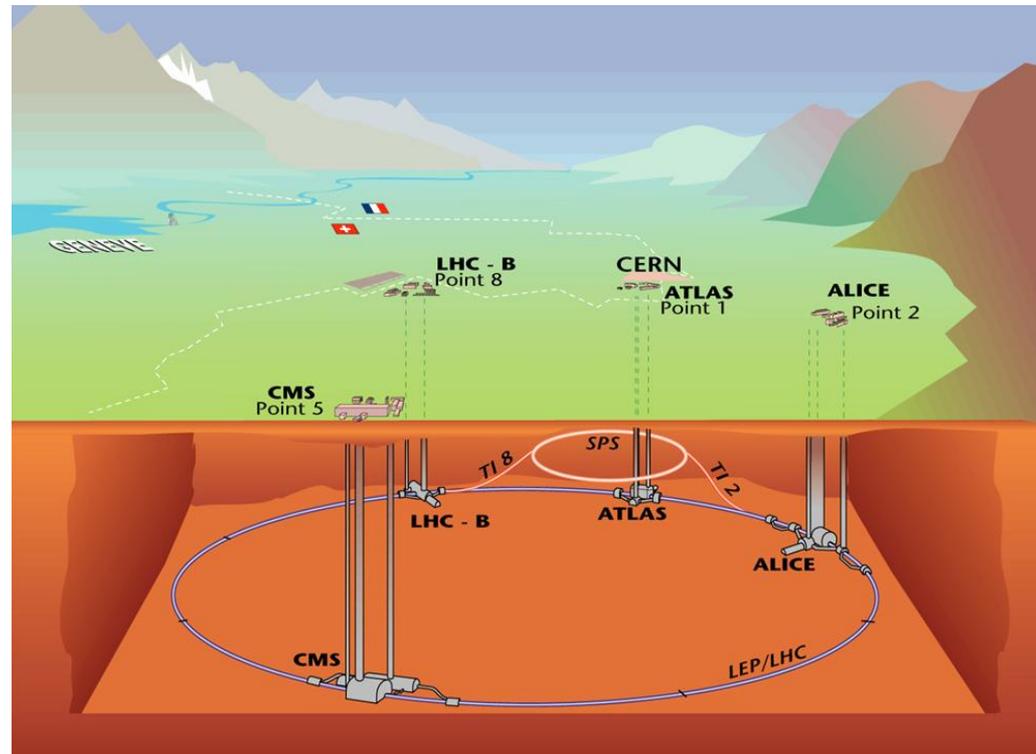
- ~100 milioni di eventi al secondo
- ~60 miliardi di particelle al secondo
- ~1600 particelle ogni 25 ns
- Selezione di 1 evento su diecimila miliardi



“quasi” mini-Big Bang

$\sim 10^{17}$ °K , $\sim 10^{-15}$ sec

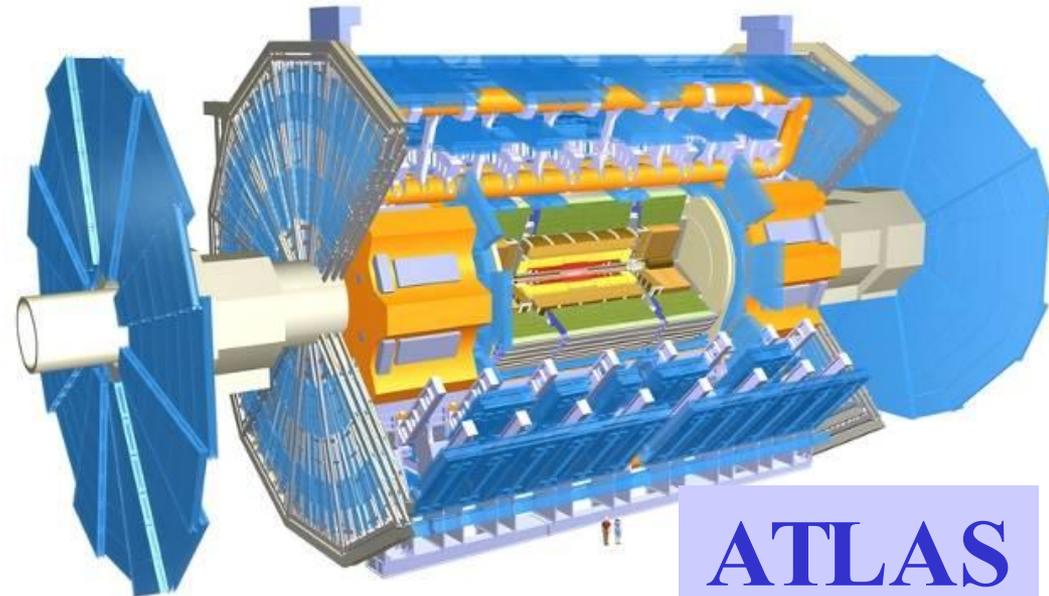
⇒ Rivelatori altamente performanti



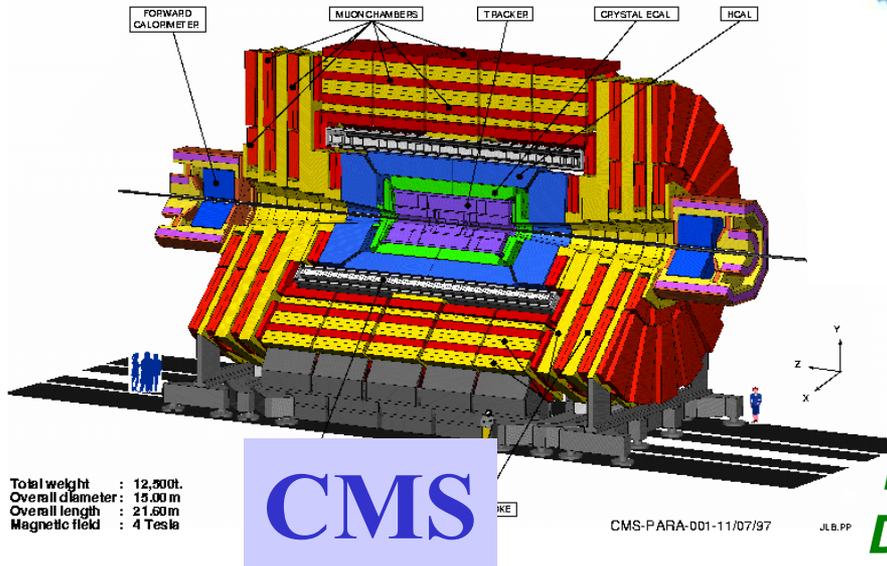
Quanto sono grandi ATLAS e CMS?



ATLAS e CMS accostati
ad un edificio di 5 piani



ATLAS



CMS

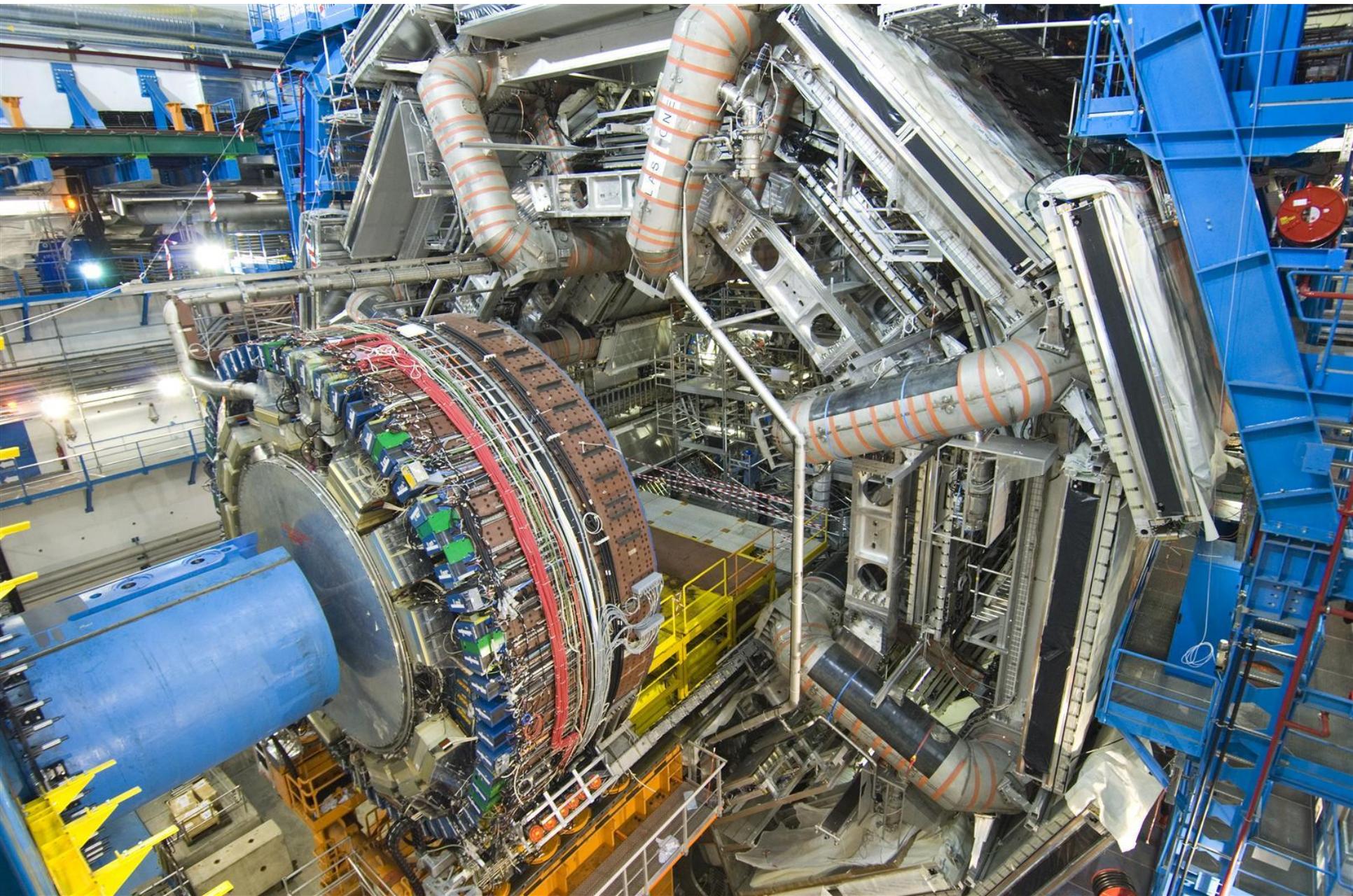
Total weight : 12,500t.
Overall diameter : 15.00 m
Overall length : 21.60 m
Magnetic field : 4 Tesla

CMS-PARA-001-11/07/97

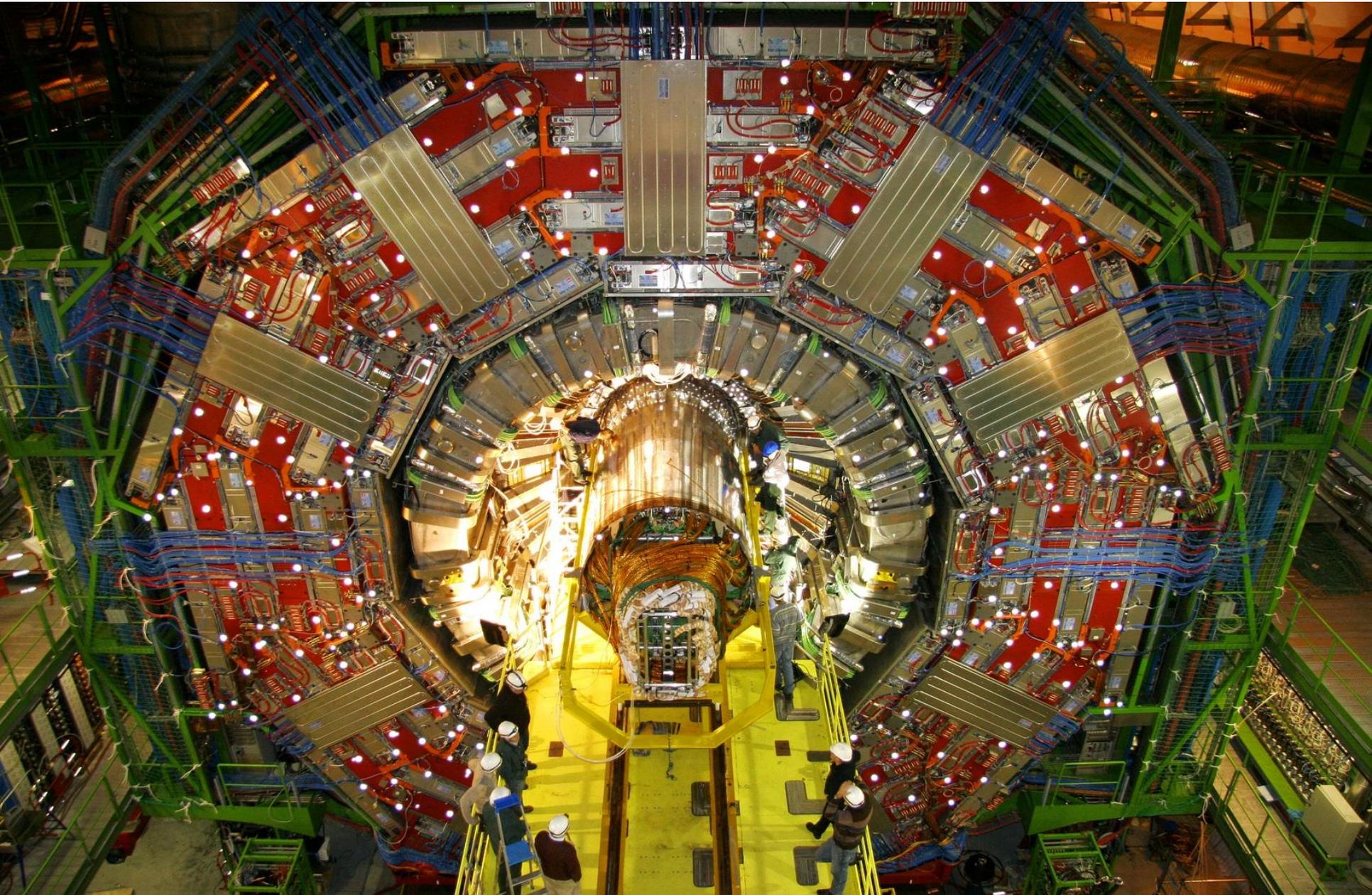
J.L.B.P.P

	<u>ATLAS</u>	<u>CMS</u>
Peso totale (tons)	7000	12500
Diametro	22 m	15 m
Lunghezza	46 m	22 m
Campo magnetico	2 T	4 T

Il rivelatore ATLAS



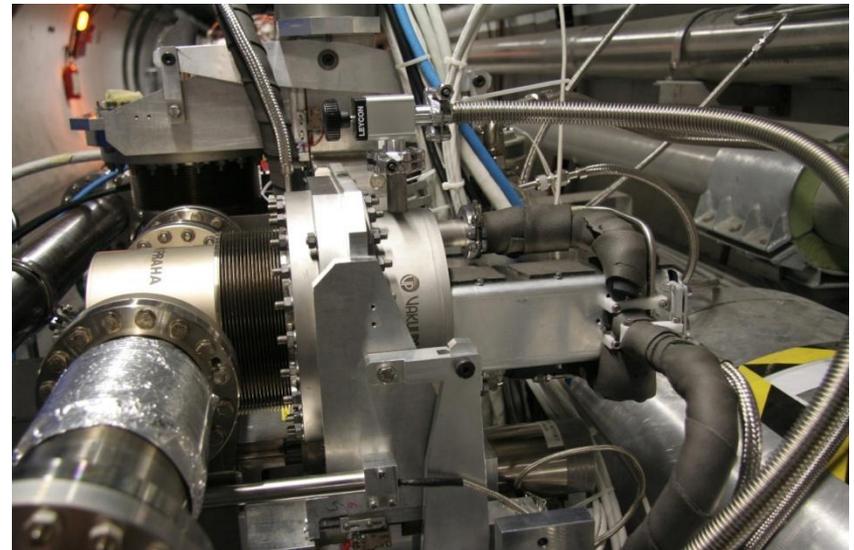
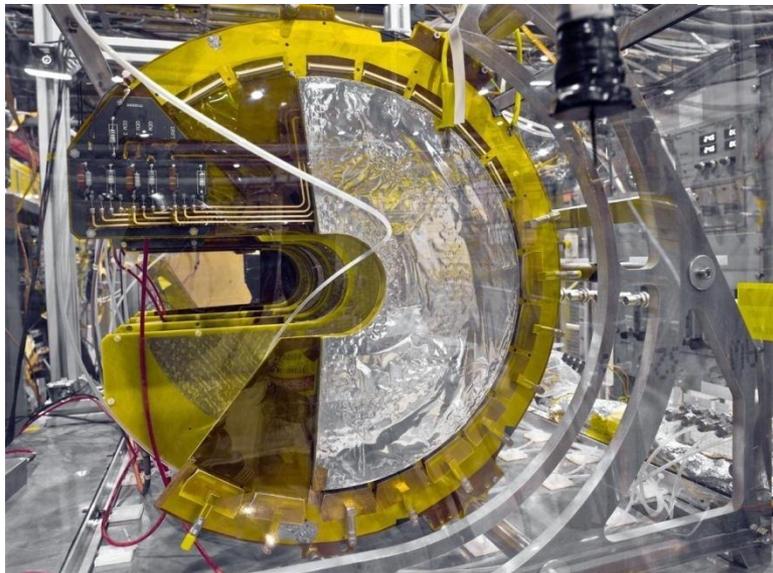
Il rivelatore CMS



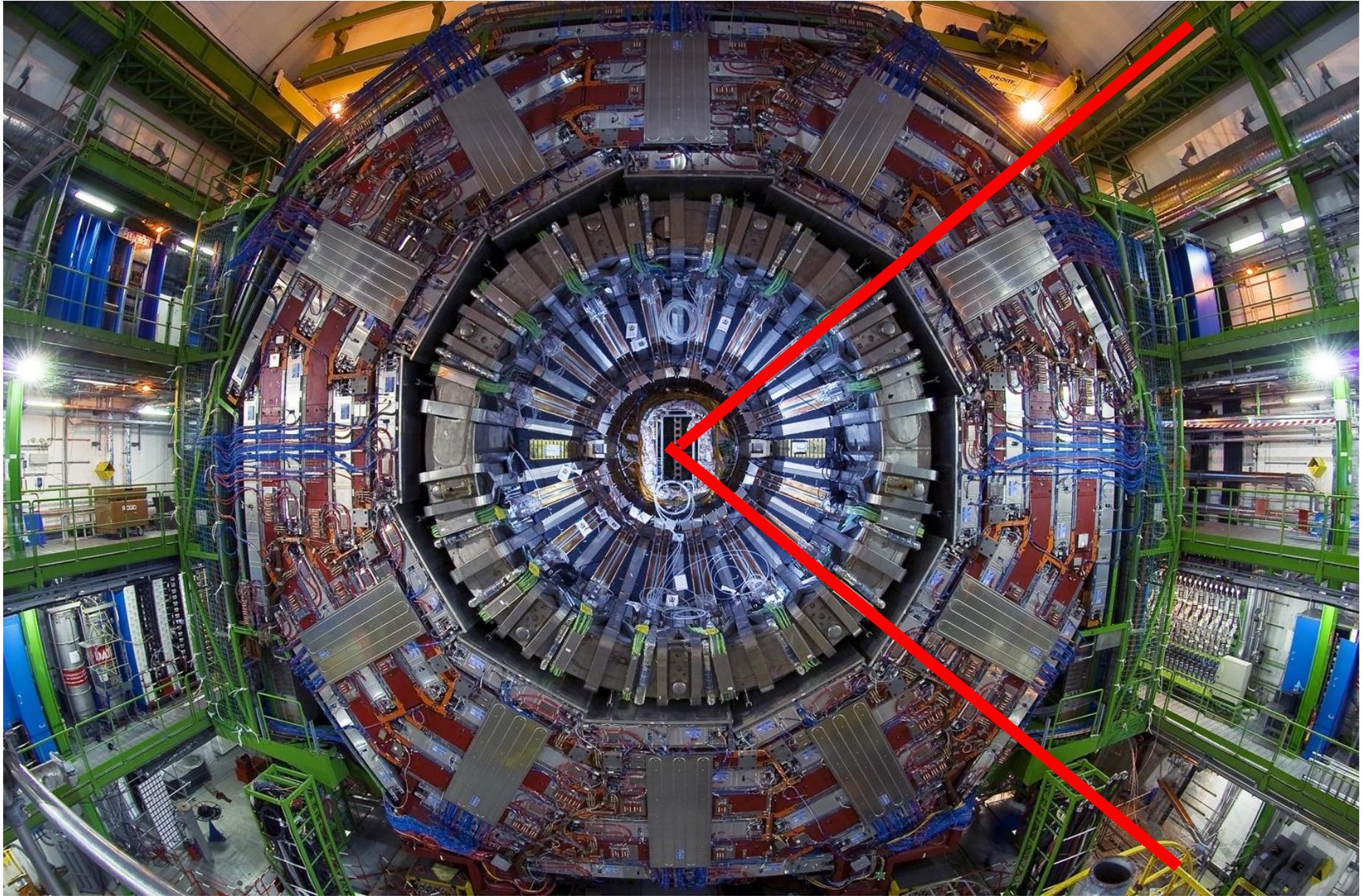
TOTEM



Il rivelatore TOTEM

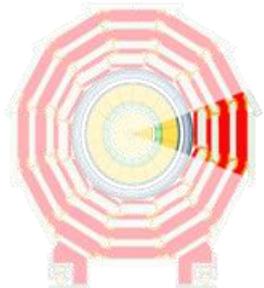


Il rivelatore CMS



Sezione trasversale di CMS

- Muone
- Elettrone
- Adrone carico (es: protone, pione,..)
- Adrone neutro (es: neutrone)
- Fotone



Transverse slice through CMS

4T

Tracciatore al silicio

Calorimetro elettromagnetico

Calorimetro adronico

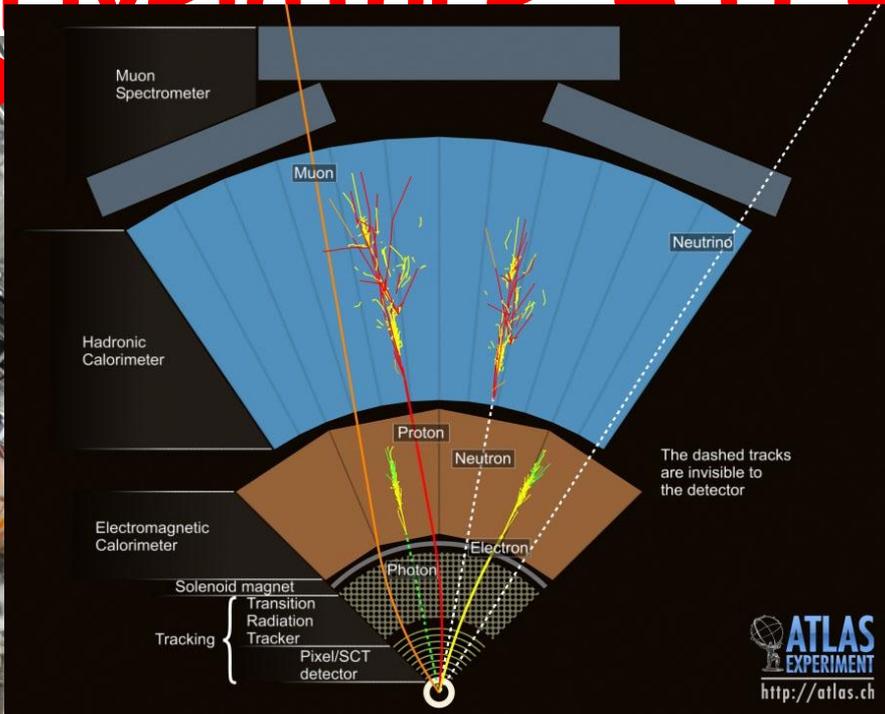
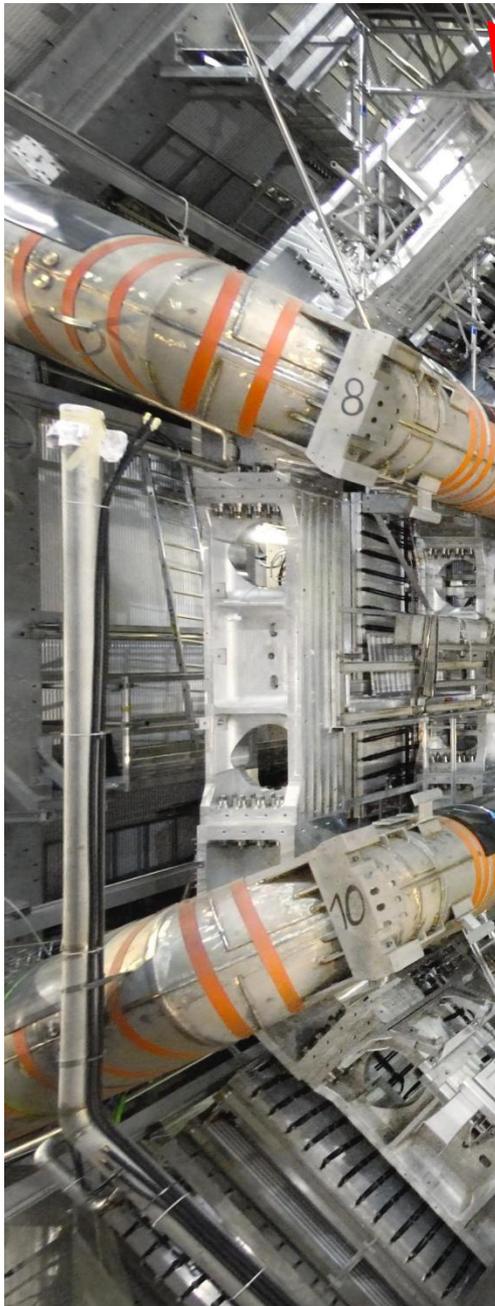
Solenoido superconduttore

Ferro
Camere per muoni

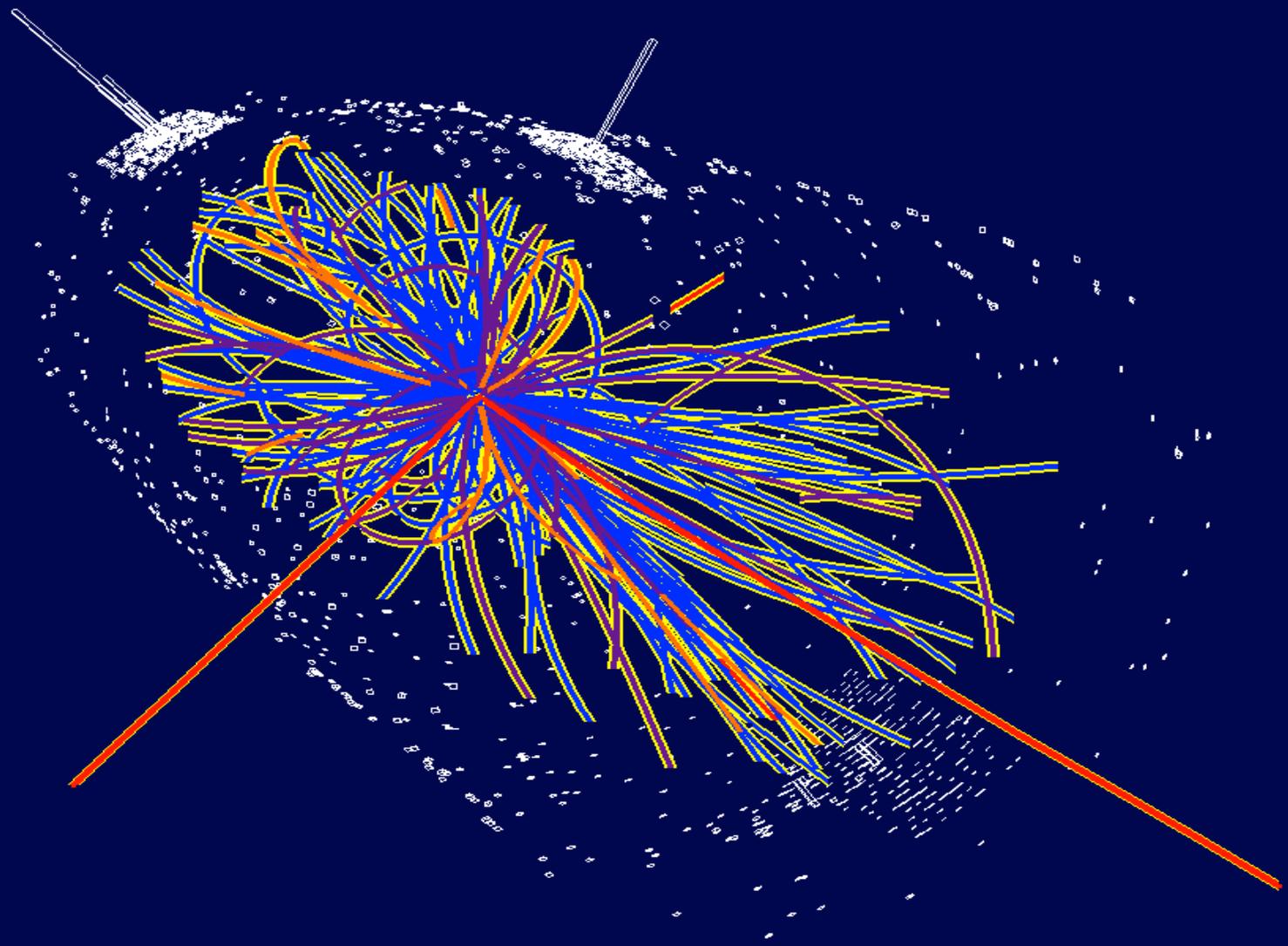
2T



Il rivelatore ATLAS

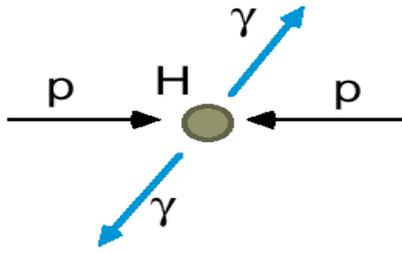


Macchina fotografica digitale di 12500 tonnellate con migliaia di milioni di pixels capace di scattare una foto tridimensionale delle collisioni protone-protone a 14 TeV di LHC 40 milioni di volte al secondo.

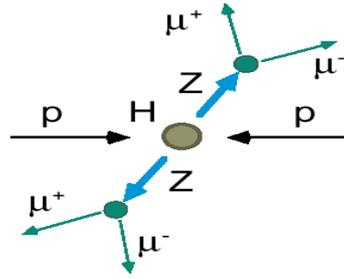


Eventi di Higgs in CMS

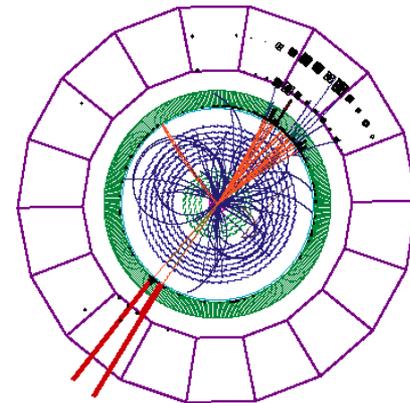
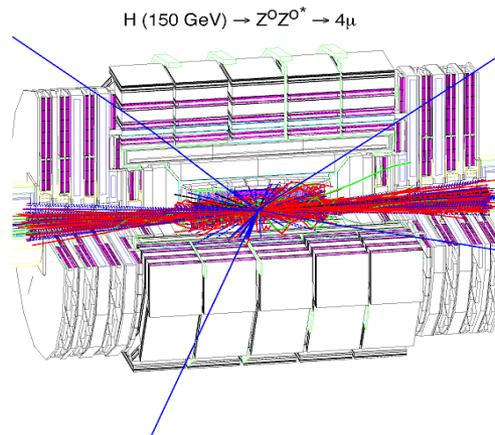
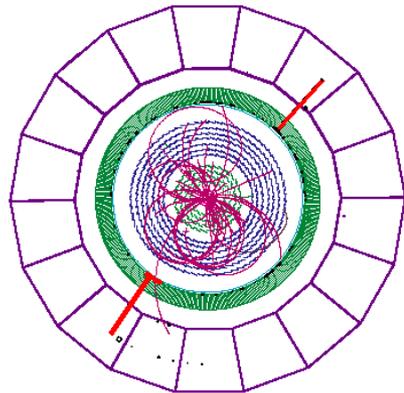
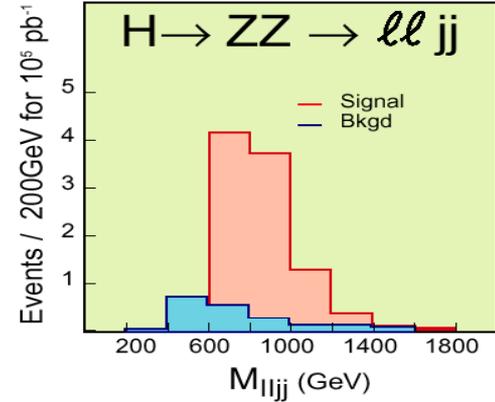
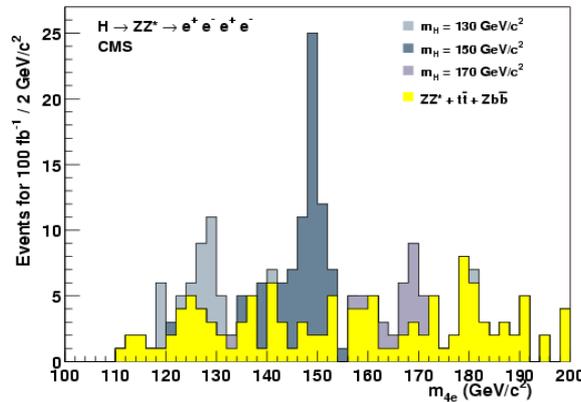
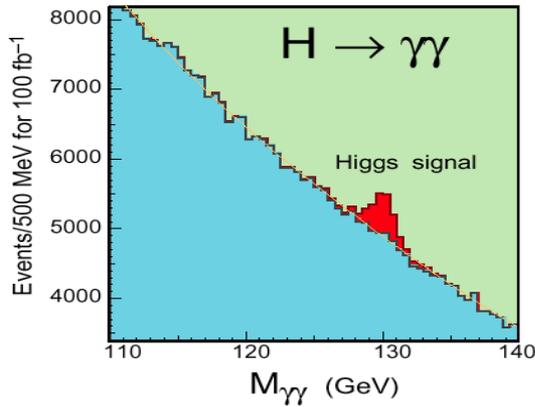
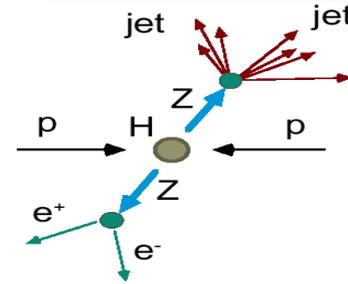
$M_H < 150 \text{ GeV}$



$130 < M_H < 500 \text{ GeV}$

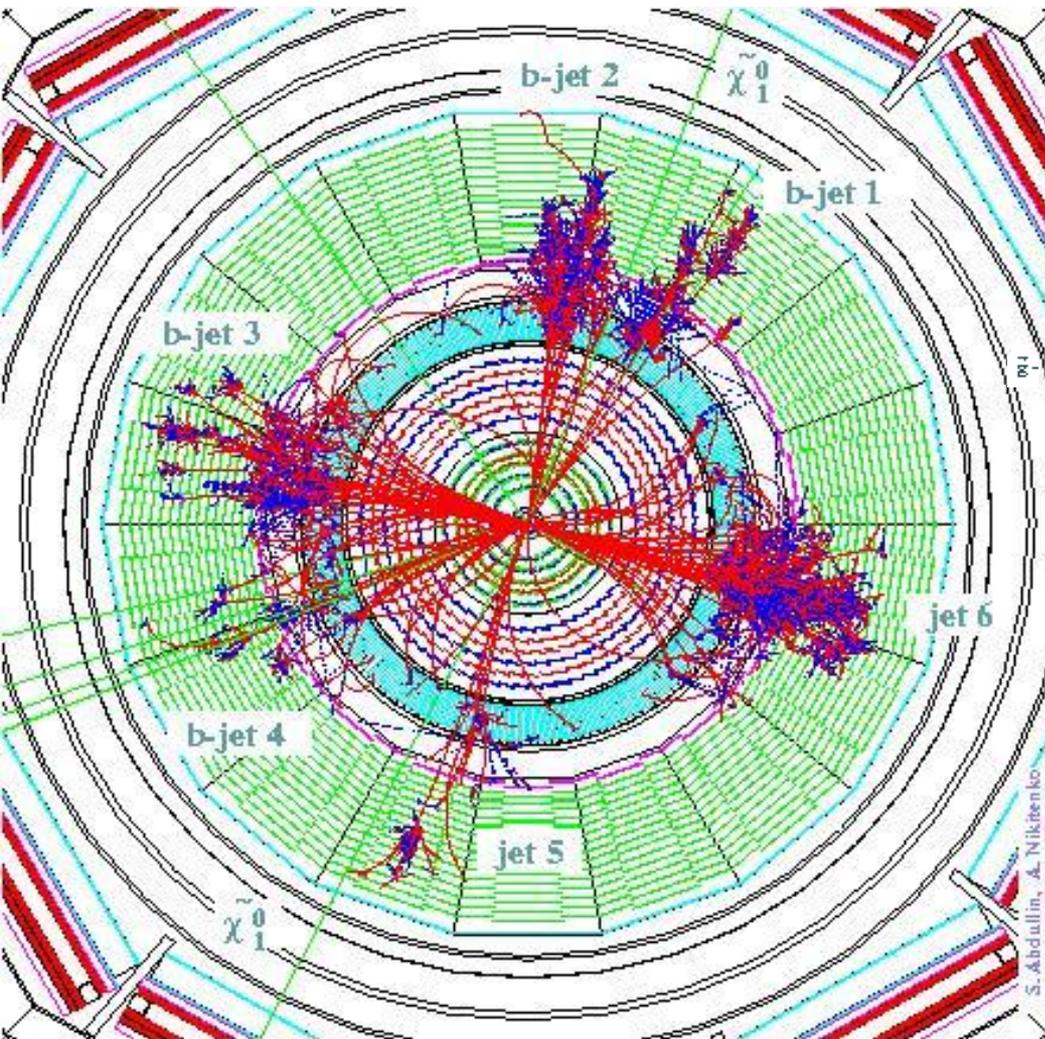


$M_H > \sim 500 \text{ GeV}$



Evento di SUSY in CMS : $pp \rightarrow \tilde{u}_L + \tilde{g}$

mSUGRA: $m_0=1000$ GeV; $m_{1/2}=500$ GeV; $A_0=0$; $\tan\beta=35$; $\mu>0$



$$\tilde{g} \rightarrow \tilde{t}_1 + \tilde{t}$$

- $\hookrightarrow W^- + \bar{b}$ (jet 4, $E_t=113$ GeV)
- $\hookrightarrow s$ (jet 5, $E_t=79$ GeV) + \bar{c}
- $\hookrightarrow \tilde{\chi}_2^+ + b$ (jet 3, $E_t=536$ GeV)
- $\hookrightarrow \tilde{\chi}_1^+ + Z \rightarrow \nu \bar{\nu}$
- $\hookrightarrow \tilde{\chi}_1^0 + W^+ \rightarrow \nu \tau^+$
- $\hookrightarrow e^+ \nu$

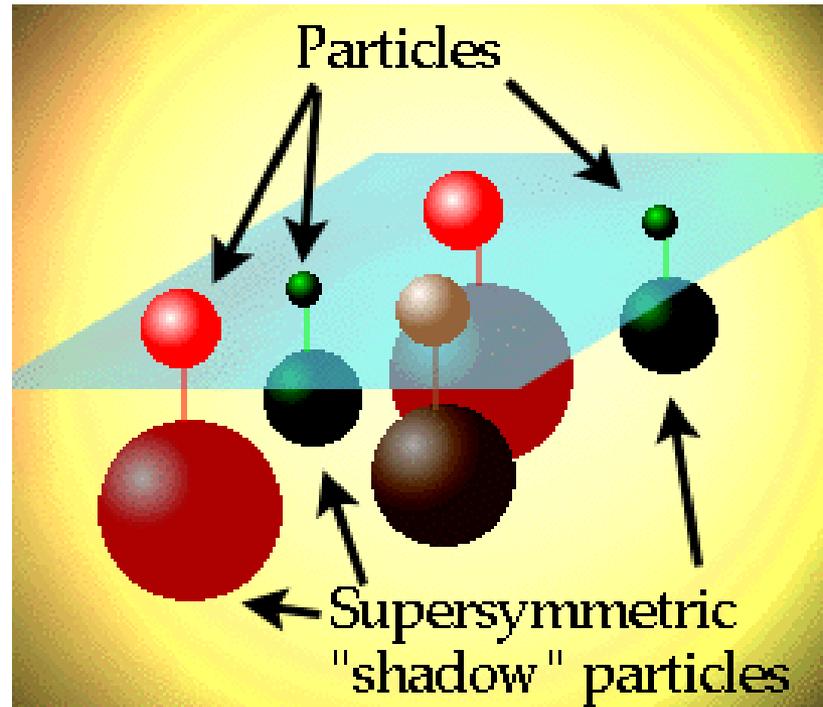
$$\tilde{u}_L \rightarrow \tilde{\chi}_2^0 + u$$

- (jet 6, $E_t=1200$ GeV)
- $\hookrightarrow \tilde{\chi}_1^0 + h \rightarrow b \bar{b}$ (jet 1, $E_t=206$ GeV; jet 2, $E_t=320$ GeV)

$m(\tilde{g})=1266$ GeV ; $m(\tilde{t}_1)=1026$ GeV
 $m(\tilde{u}_L)=1450$ GeV; $m(\tilde{\chi}_2^0)=410$ GeV;
 $m(\tilde{\chi}_1^0)=214$ GeV; $m(h)=119$ GeV

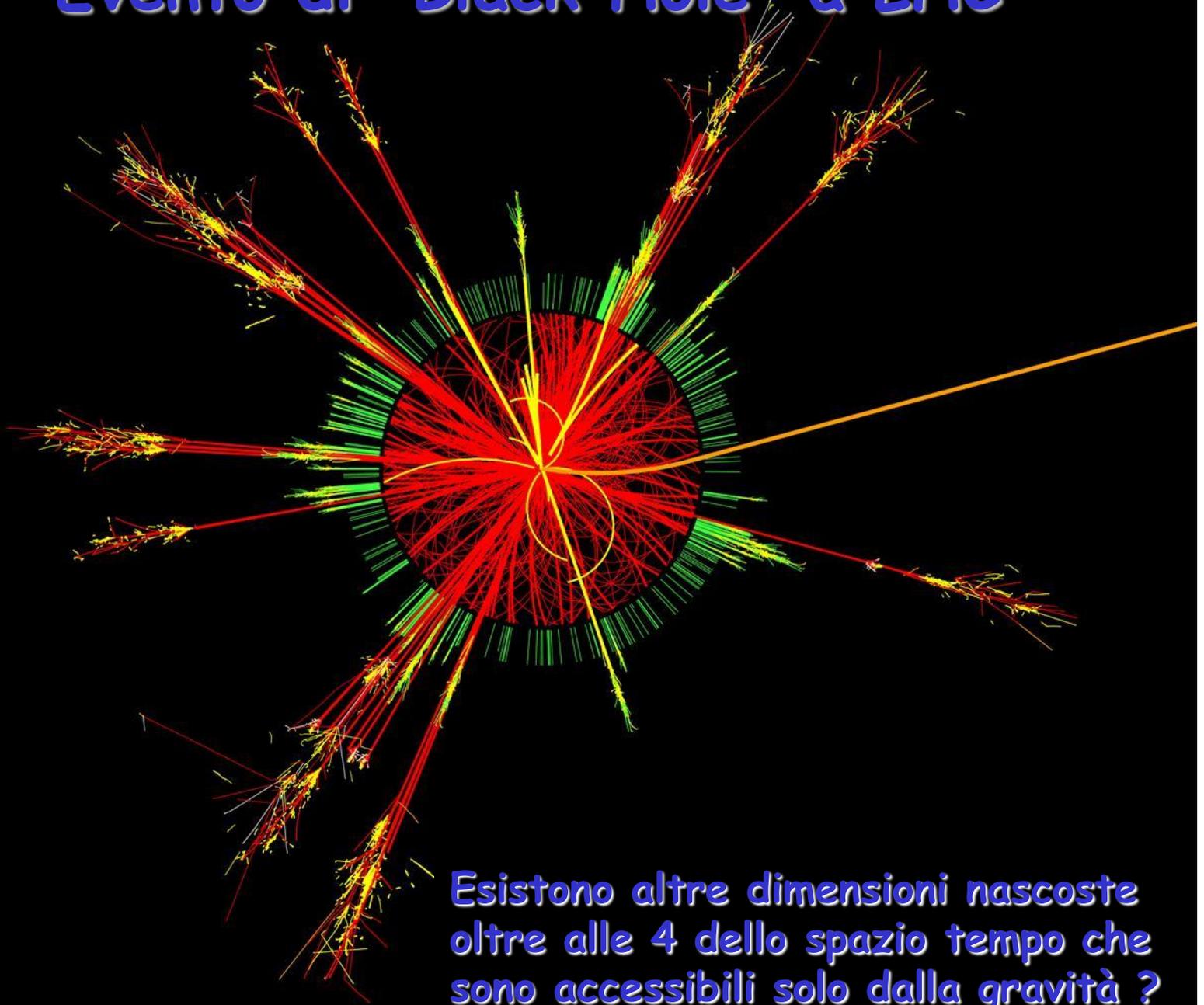
S. Abdullin, A. Nikitenko

La Materia Oscura e' dovuta all'esistenza di particelle supersimmetriche?



<i>Particella</i>	<i>Spin</i>	Partner supersimmetrico	<i>Spin</i>
<i>quark, q</i>	1/2	<i>squark, \tilde{q}</i>	0
<i>leptone, l</i>	1/2	<i>sleptone, \tilde{l}</i>	0
<i>fotone, γ</i>	1	<i>fotino, $\tilde{\gamma}$</i>	1/2
<i>bosone, W</i>	1	<i>wino, \tilde{W}</i>	1/2
<i>bosone, Z</i>	1	<i>zino, \tilde{Z}</i>	1/2
<i>Higgs, H</i>	0	<i>higgsino, \tilde{H}</i>	1/2
<i>gluone, g</i>	1	<i>gluino, \tilde{g}</i>	1/2

Evento di "Black Hole" a LHC



Esistono altre dimensioni nascoste oltre alle 4 dello spazio tempo che sono accessibili solo dalla gravità ?

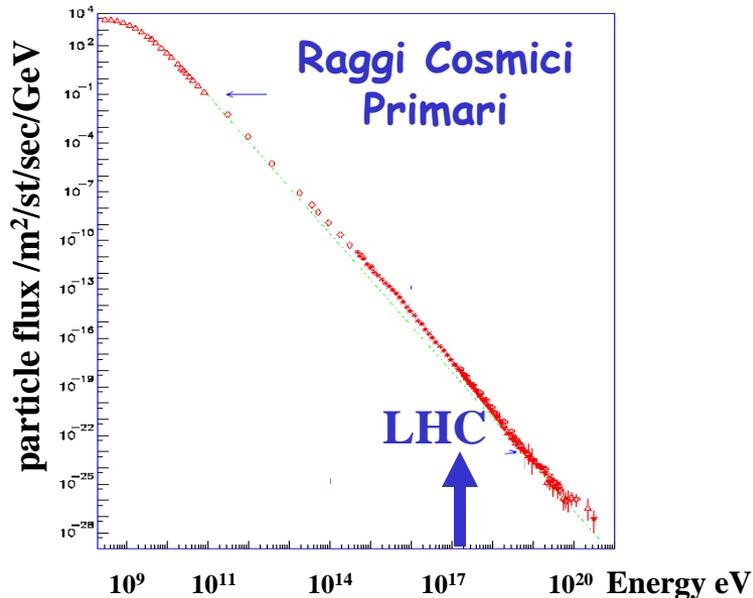
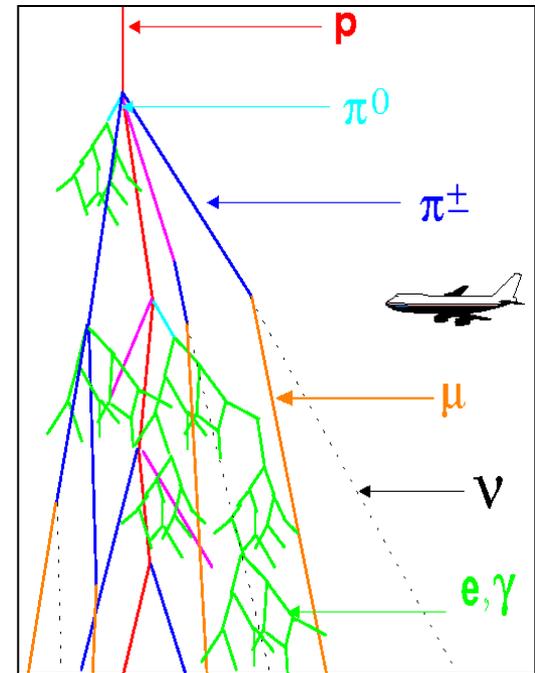
Raggi Cosmici

I raggi cosmici primari producono sciami di particelle nell'atmosfera

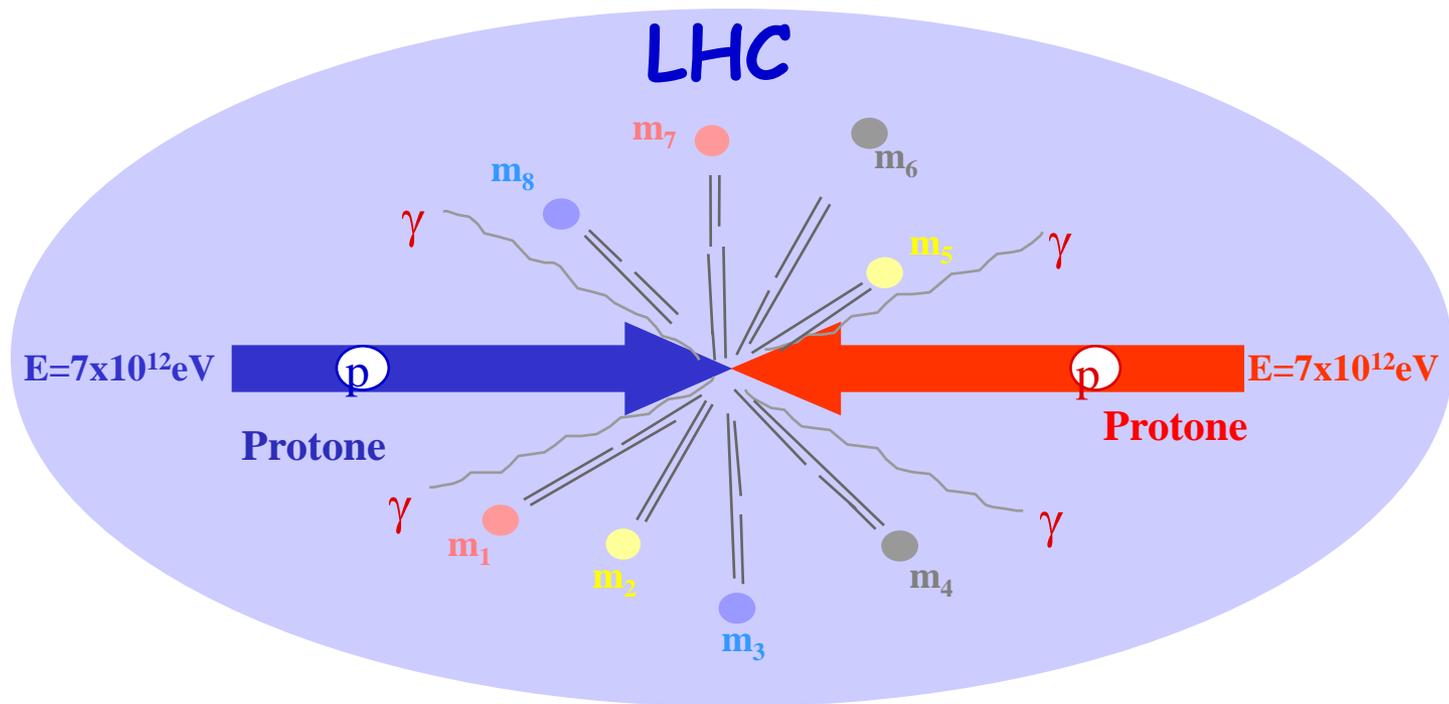


Sulla superficie della Terra :~ 1/sec/dm²

Raggi cosmici primari:
p 80 %, α 9 %, n 8 %
e 2 %, heavy nuclei 1 %
 γ 0.1 %, ν 0.1 %

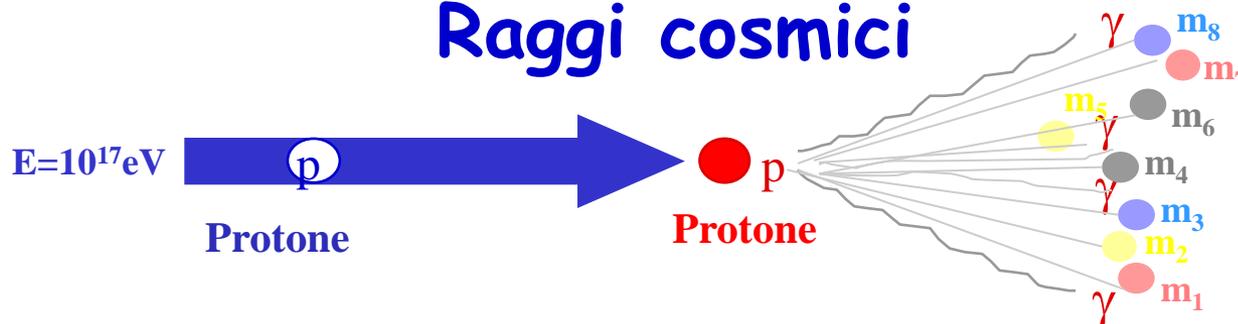


Raggi cosmici secondari
sulla superficie della Terra:
 ν 68 % ; μ 30 %
p, n, ... 2 %



$E_{\text{CM}} = 14 \text{ TeV}$

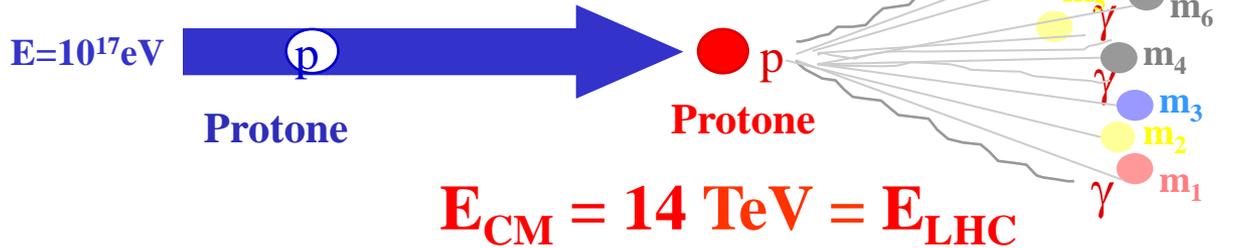
Raggi cosmici



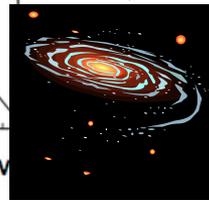
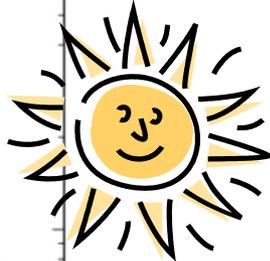
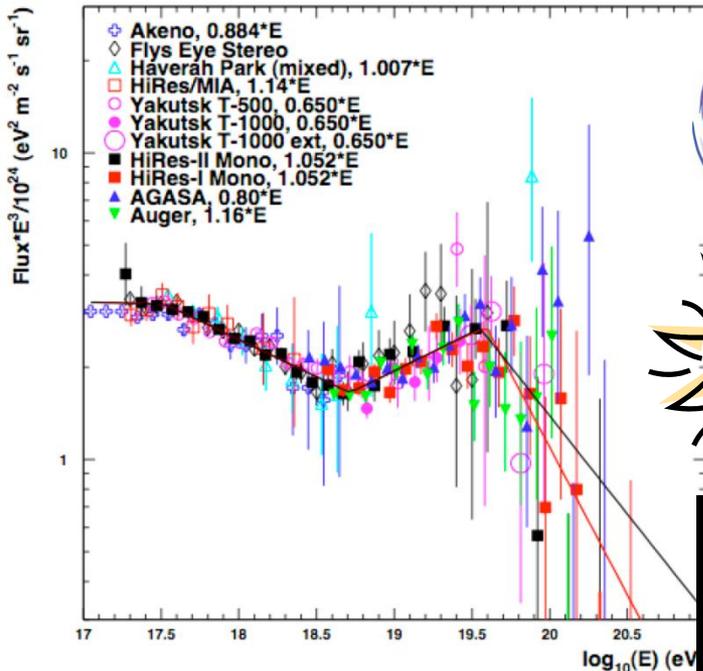
Nelle due collisioni vengono prodotti gli stessi tipi di eventi

Comitato LSAG

(LHC Safety Assessment Group)



Flusso misurato sulla Terra di raggi cosmici con $E \geq 10^{17} \text{ eV} = 5 \times 10^{-14} \text{ sec}^{-1} \text{ cm}^{-2}$



1. Superficie della Terra è circa $5 \times 10^{18} \text{ cm}^2$
2. La Terra esiste da 4.5 miliardi di anni quindi più di 3×10^{22} raggi cosmici con $E \geq 10^{17} \text{ eV}$ hanno colpito la Terra e quindi **sono già stati fatti più di centomila esperimenti come LHC**

Superficie del Sole = diecimila volte la superficie della Terra, quindi **sul Sole sono già stati fatti circa un milione di esperimenti come LHC**

La nostra galassia ha più di 10^{11} stelle
Nell'Universo ci sono più di 10^{11} galassie, quindi **sulle stelle esistenti sono già stati fatti circa 10^{31} esperimenti come LHC e ne vengono completati ben 3×10^{13} ogni secondo!!**

e la Terra, il Sole e le Stelle continuano ad esistere da miliardi di anni !

Conclusioni

Riprodurre in laboratorio le stesse condizioni in cui si trovavano i costituenti di due protoni meno di un milionesimo di miliardesimo di secondo dopo il Big Bang ci permetterà di ampliare la nostra comprensione di come è nato e di come si è evoluto l'Universo.

Non sappiamo quale nuova fisica troveremo a LHC, ma siamo certi che non produrremo eventi che siano in qualche modo pericolosi né per noi né tantomeno per la terra...

la Terra, il Sole e le altre stelle continueranno ad esistere !

Queste sono le ovvie conclusioni a cui sono giunti comitati di scienziati di indiscussa fama internazionale.

La paura che a LHC possa venir creato un piccolo ma vorace Buco Nero in cui la Terra venga inesorabilmente inghiottita è totalmente priva di senso !

Crediamo invece che riproducendo nel laboratorio di LHC quegli eventi che avvenivano 14 miliardi di anni fa nell'Universo appena nato **apriremo un nuovo e affascinante orizzonte ad una nostra sempre più profonda conoscenza della natura.**

ALTRE SLIDES

La Collaborazione di CMS (2007)

Number of Laboratories

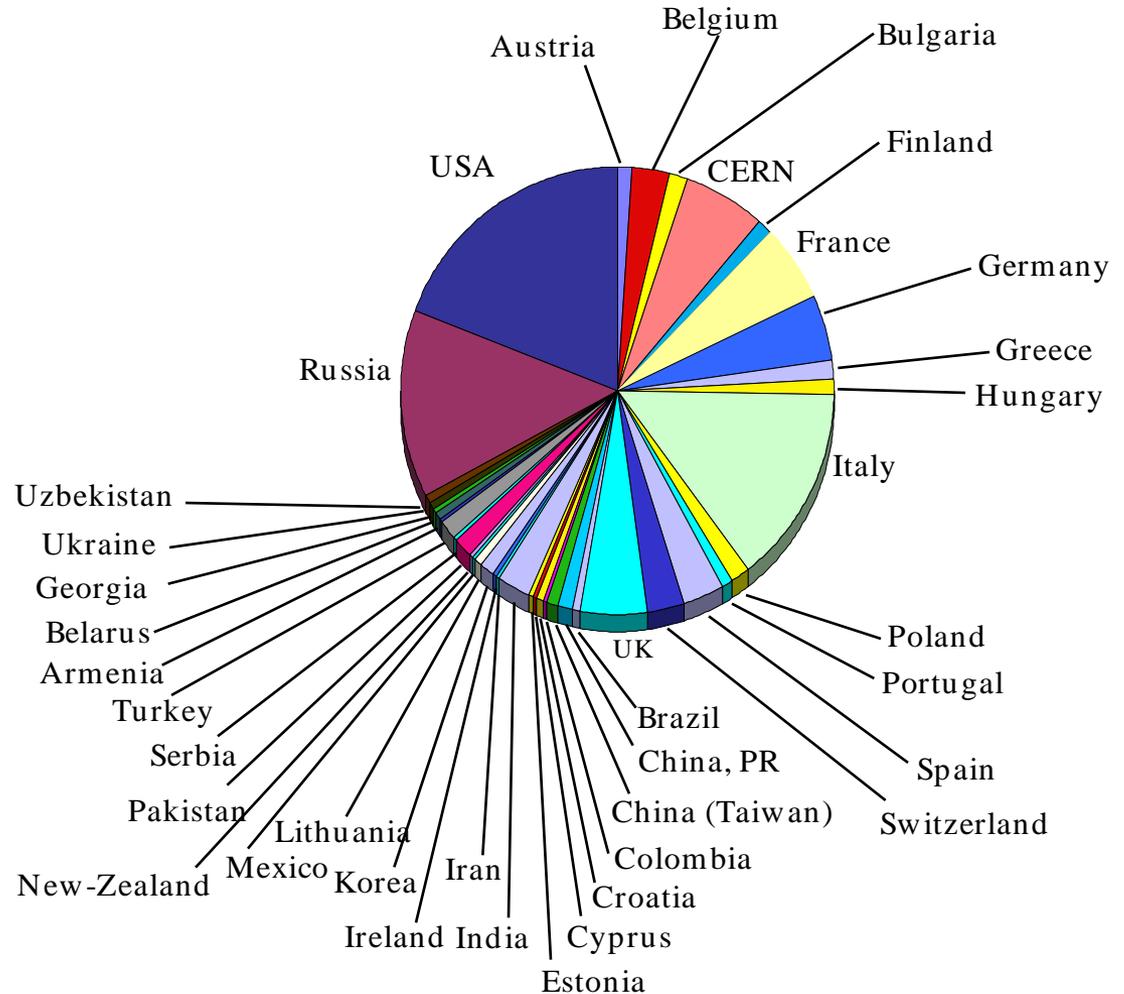
Member States	59
Non-Member States	67
USA	49
Total	175

Scientific Authors

Member States	1084
Non-Member States	503
USA	723
Total	2310

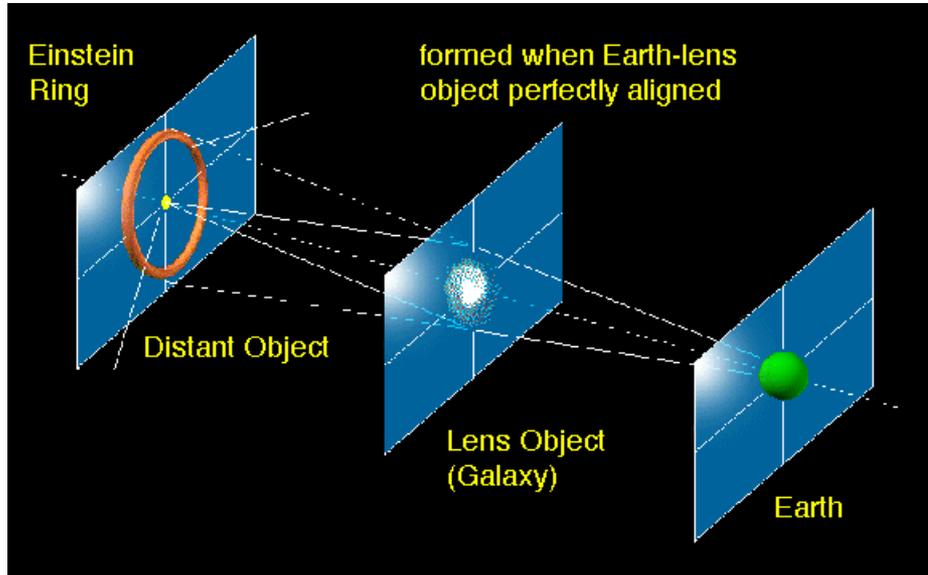
Associated Institutes

Number of Scientists	62
Number of Laboratories	9



2310 Fisici e Ingegneri
38 Paesi
175 Istituzioni

Lente Gravitazionale

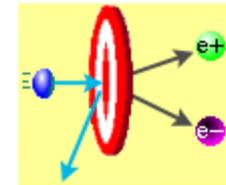
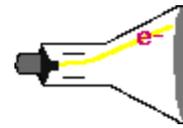


Ma l'effetto e' molto piu' forte di quello spiegabile con la massa della materia visibile



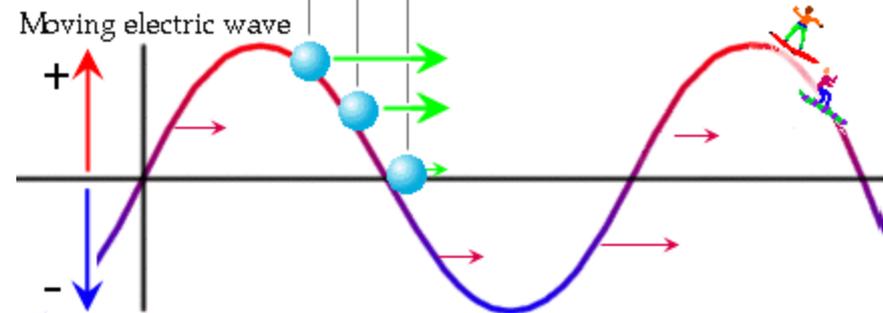
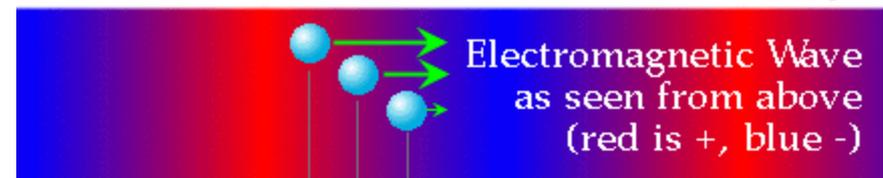
How do we “shoot” probe particles?

✉ Acquire some probe particles

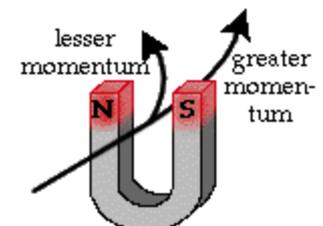
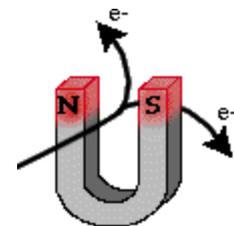


✉ Accelerate the probe particles
Final speed $\sim c$

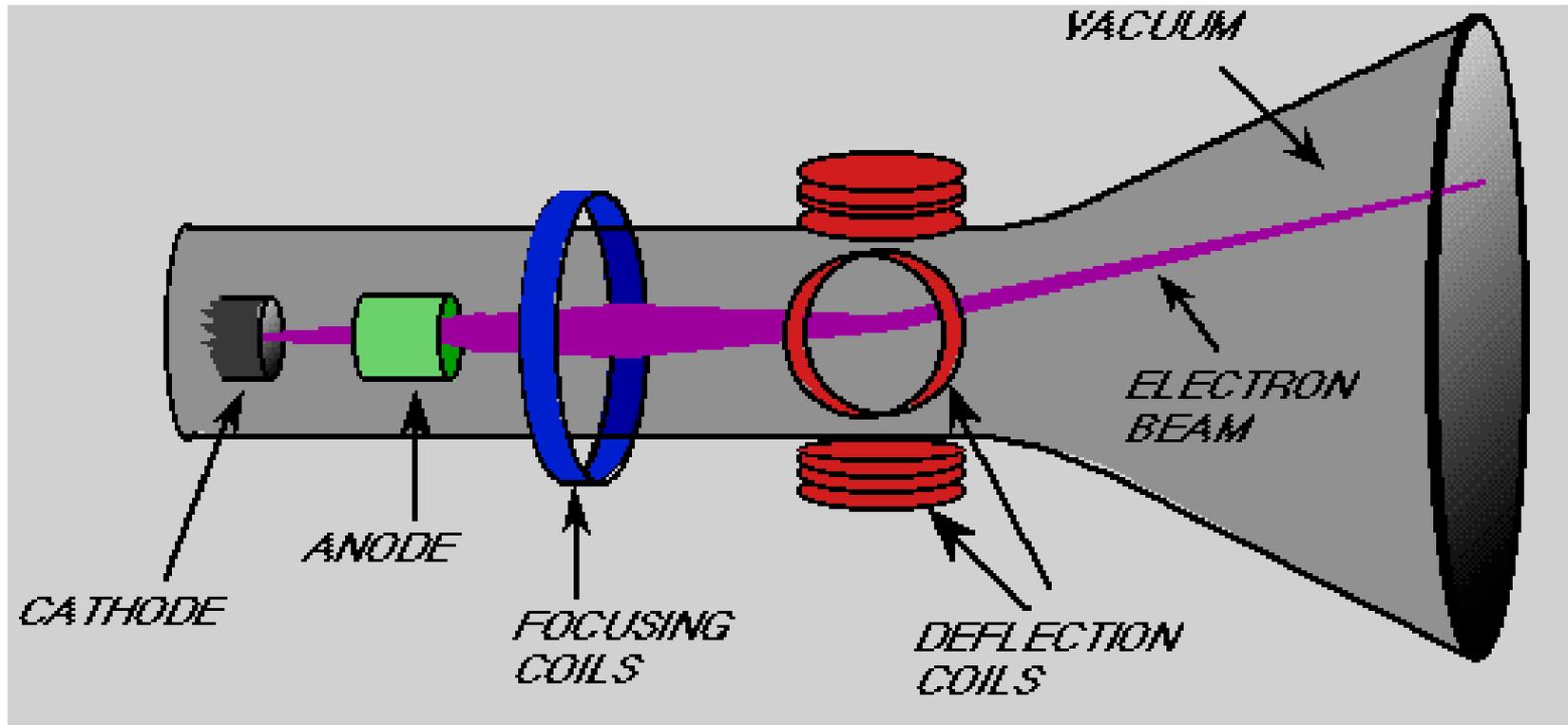
Electromagnetic wave is traveling, pushing particles along with it



✉ Steer and aim the probe particles

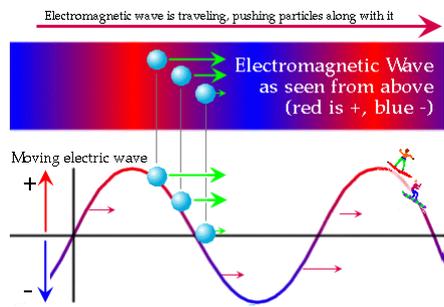


A particle accelerator



Energy of electrons is about 20kV

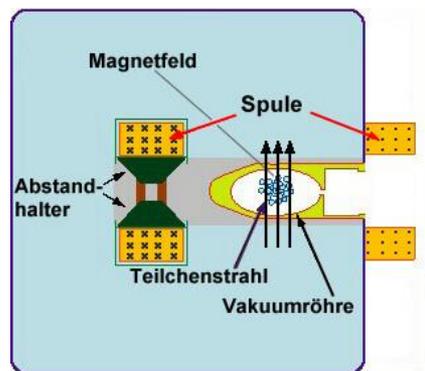
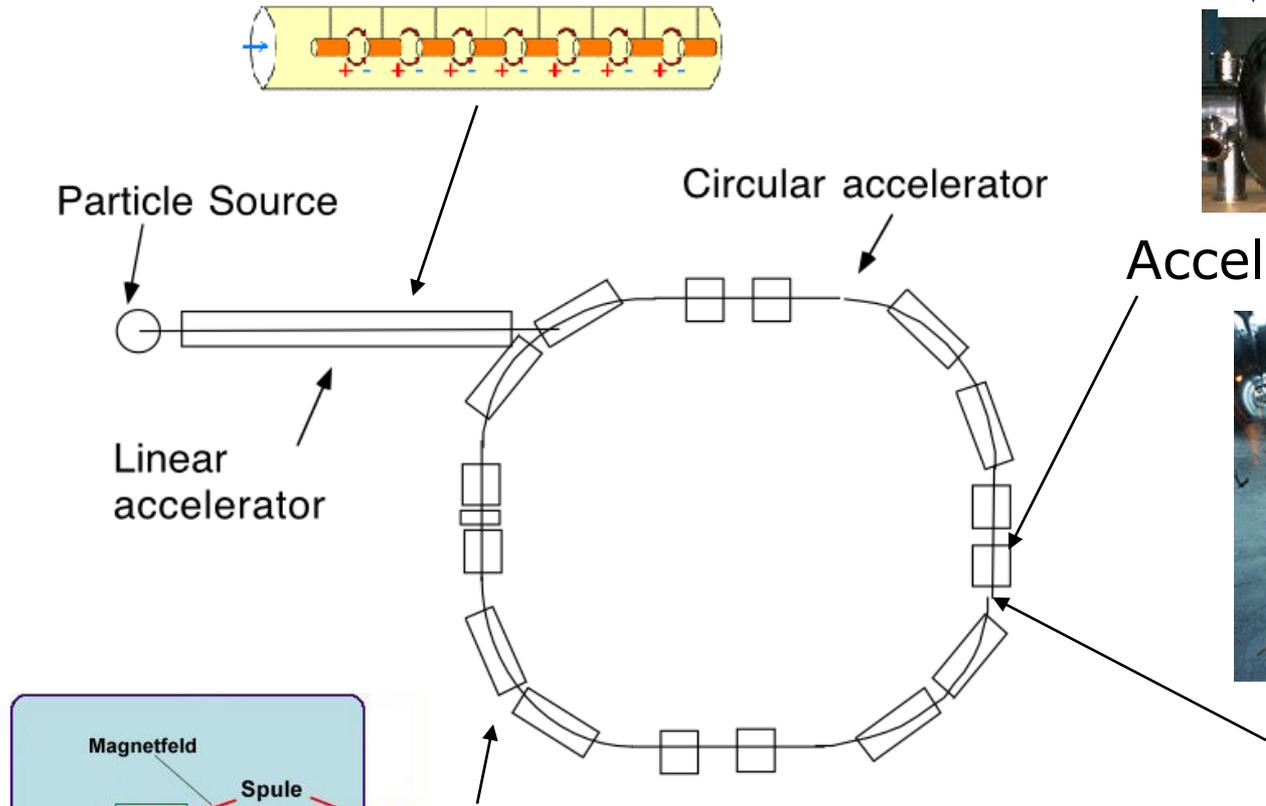
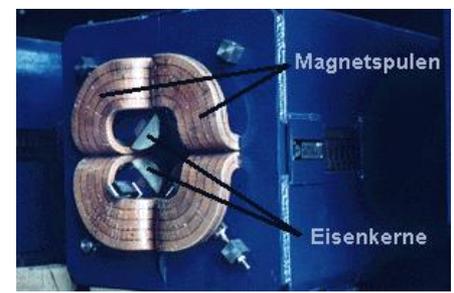
Sincrotrone:



Acceleration (RF Cavities)



Focusing

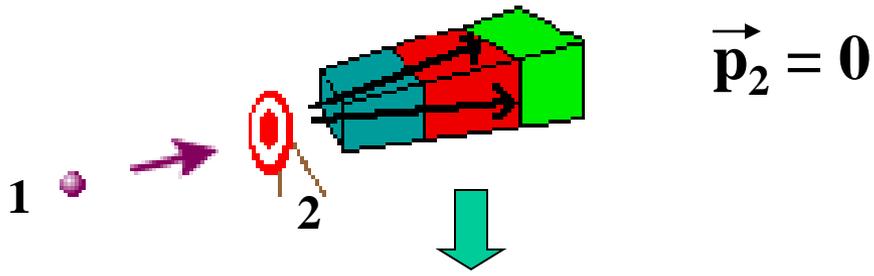


Bending

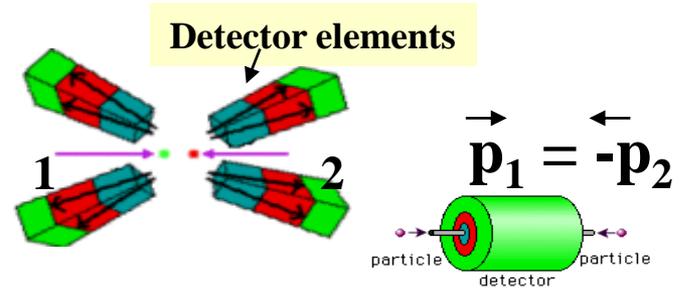


$$p = 0.3 B R$$

p [GeV/c]
 B [T]
 R [m]

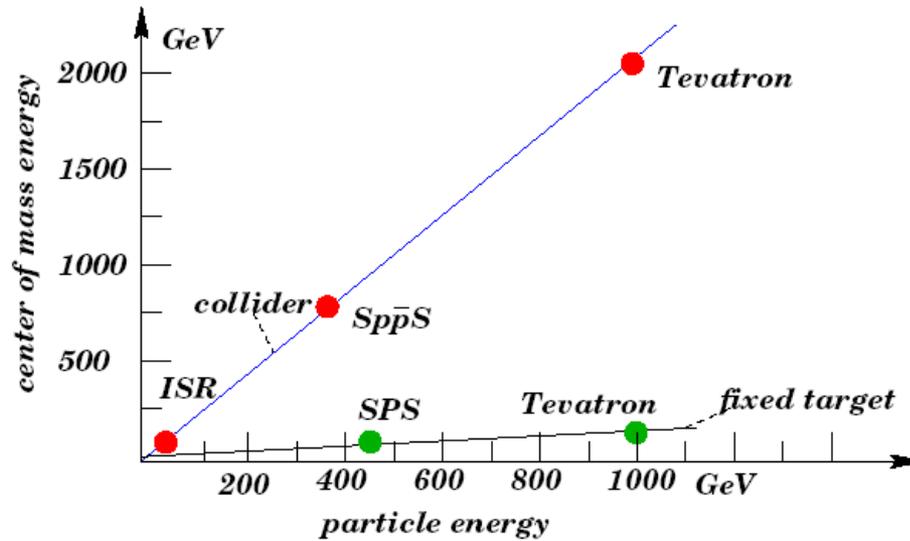


$$E_{\text{CM}} = \sqrt{2E_{\text{beam}}m_{\text{target}}}$$



$$E_{\text{CM}} = 2E_{\text{beam}}$$

if $E_{\text{beam1}} = E_{\text{beam2}}$

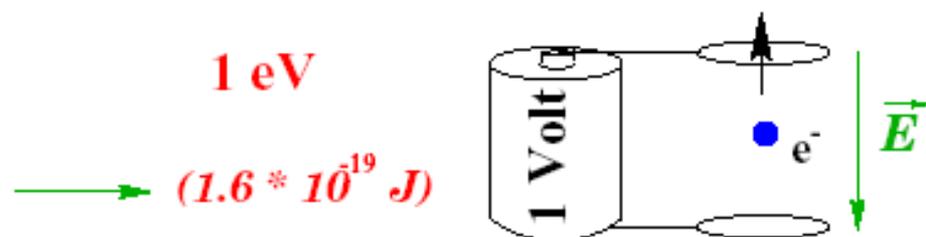


1960 ↗ : e^+ / e^- collider

1970 ↗ : p^+ / p^- collider

Units

● Energy Gain:



● Common Units: *keV, MeV, GeV, TeV* (10^3 , 10^6 , 10^9 , 10^{12})

● Total Particle Energy:

■ Relativity: $E = mc^2$; $m = \gamma * m_0$

$$\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}; \quad \beta = v/c$$

■ Electron: $m_0 = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; 0.51 MeV

■ Proton: $m_0 = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; 0.94 GeV

1 eV is a tiny portion of energy. $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$



$$m_{\text{bee}} = 1\text{g} = 5.8 \cdot 10^{32} \text{ eV}/c^2$$

$$v_{\text{bee}} = 1\text{m/s} \rightarrow E_{\text{bee}} = 10^{-3} \text{ J} = 6.25 \cdot 10^{15} \text{ eV}$$

$$E_{\text{LHC}} = 14 \cdot 10^{12} \text{ eV}$$

To rehabilitate LHC...

Total stored beam energy:

$$10^{14} \text{ protons} * 14 \cdot 10^{12} \text{ eV} \approx 1 \cdot 10^8 \text{ J}$$

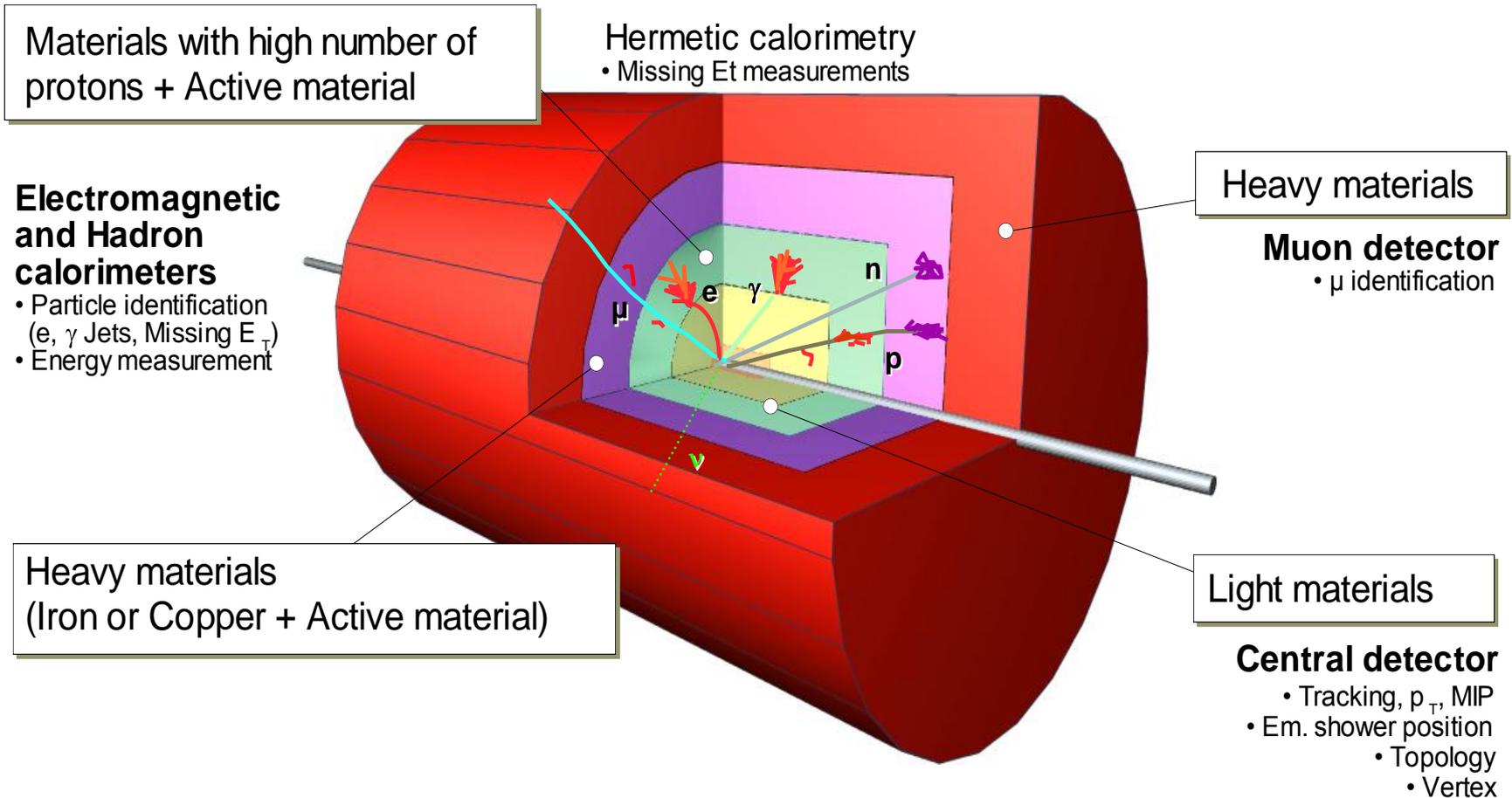
this corresponds to a



$$m_{\text{truck}} = 100 \text{ T}$$

$$v_{\text{truck}} = 120 \text{ km/h}$$

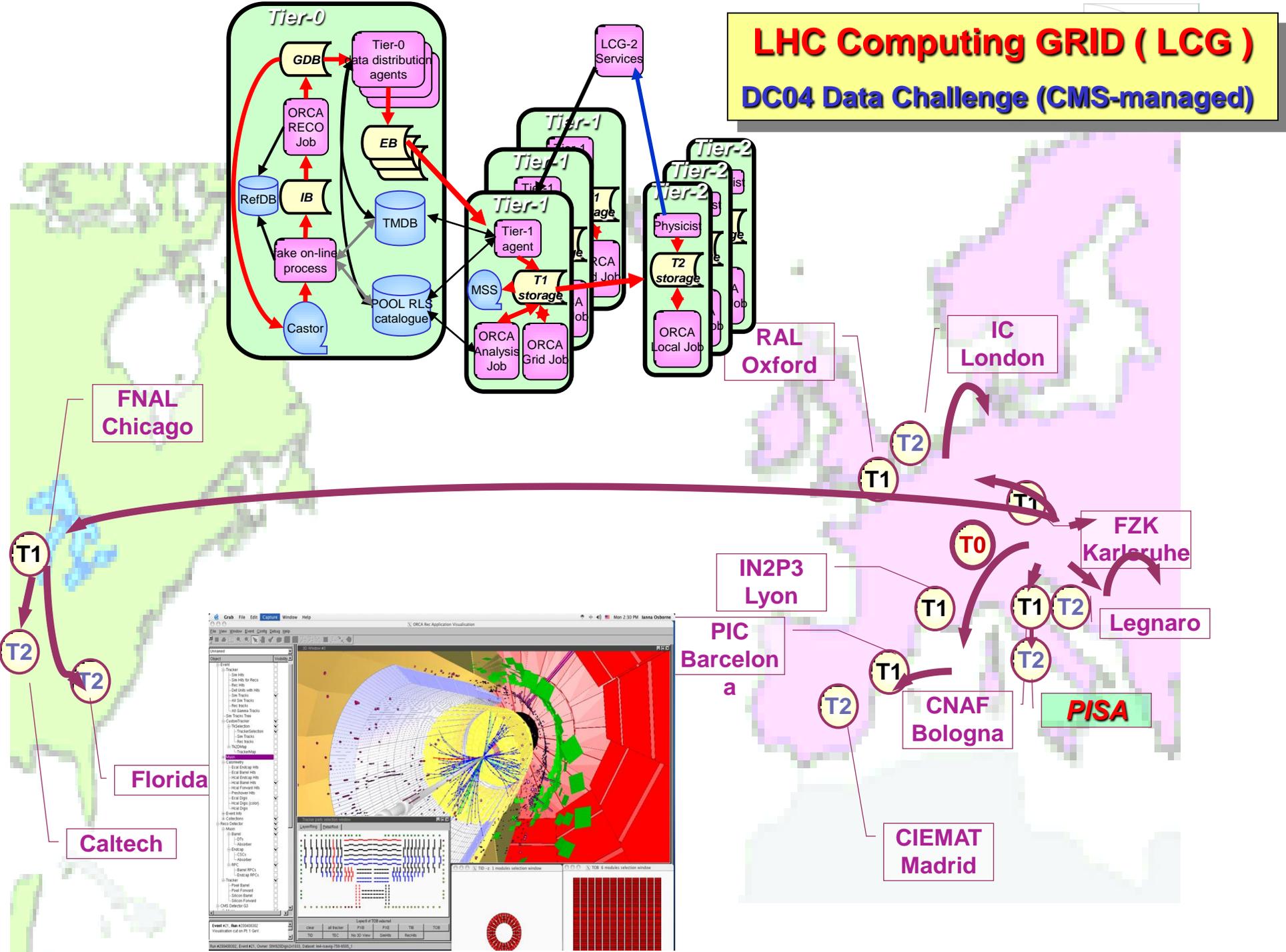
Detectors at LHC



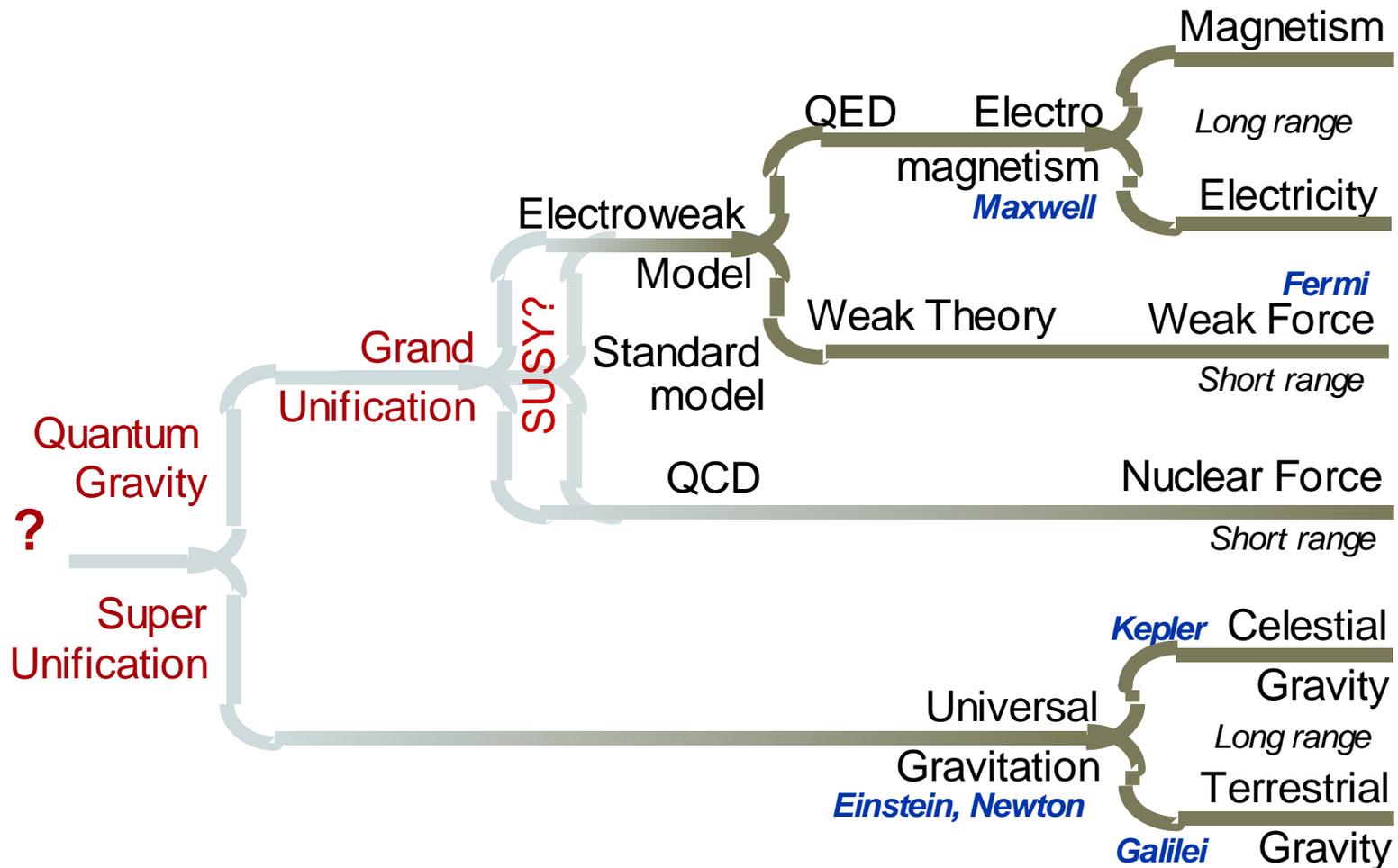
Each layer identifies and enables the measurement of the momentum or energy of the particles produced in a collision

LHC Computing GRID (LCG)

DC04 Data Challenge (CMS-managed)



Unificazione delle Forze



Theories:		
STRINGS?	RELATIVISTIC/QUANTUM	CLASSICAL

Verso l'origine dell'Universo

