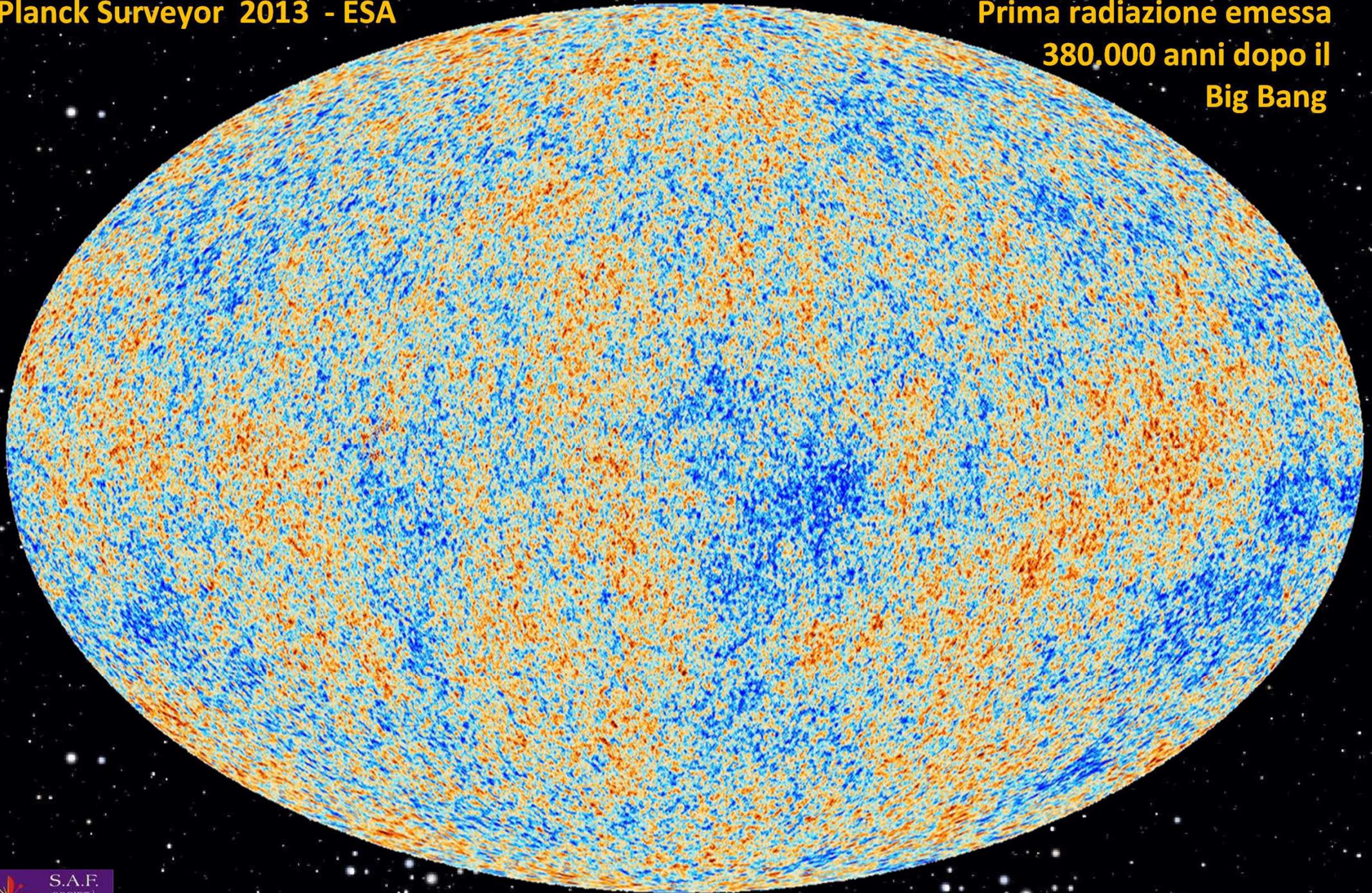
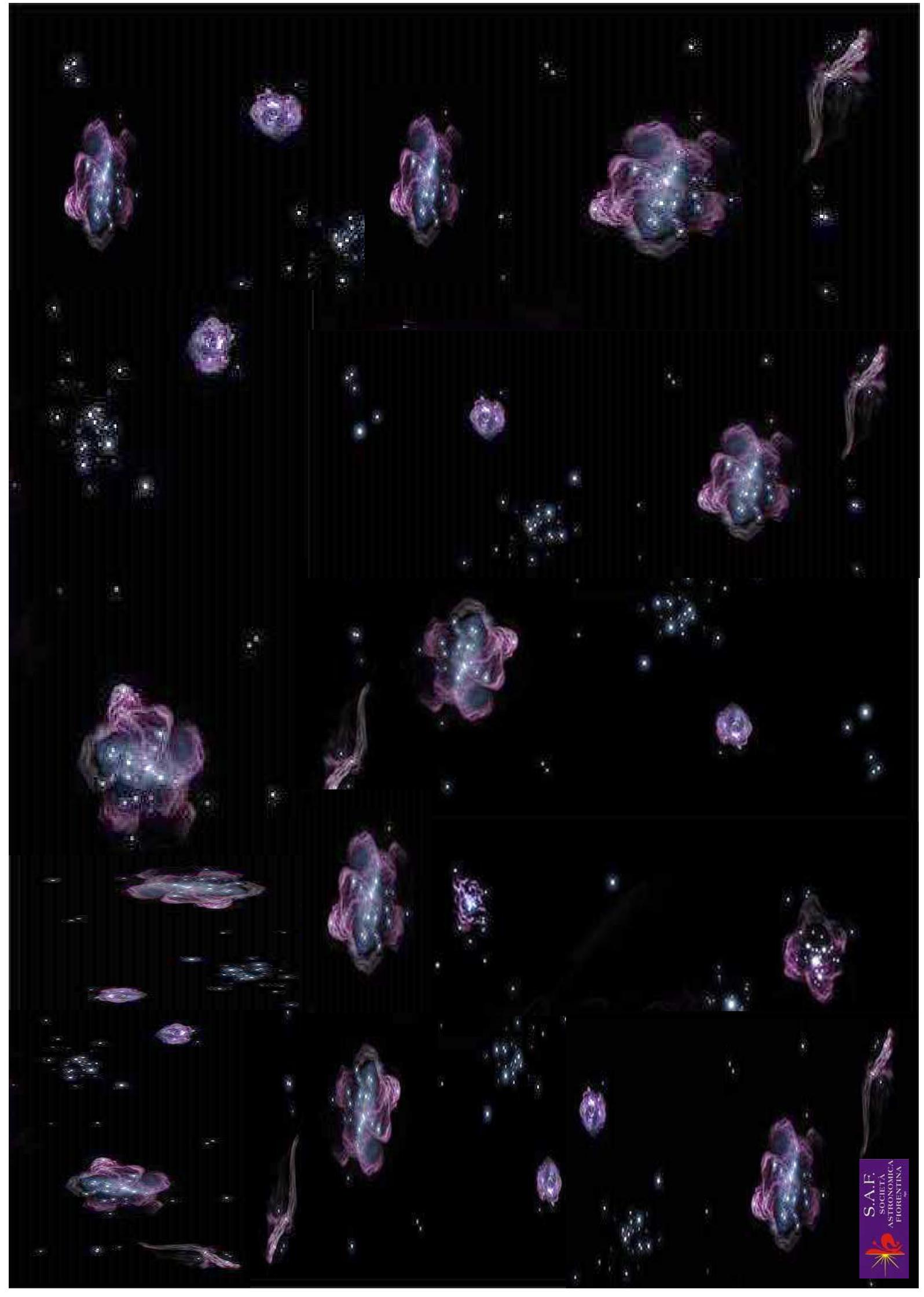


Radiazione Cosmica di Fondo

Planck Surveyor 2013 - ESA

Prima radiazione emessa
380,000 anni dopo il
Big Bang





FORMAZIONE STELLARE

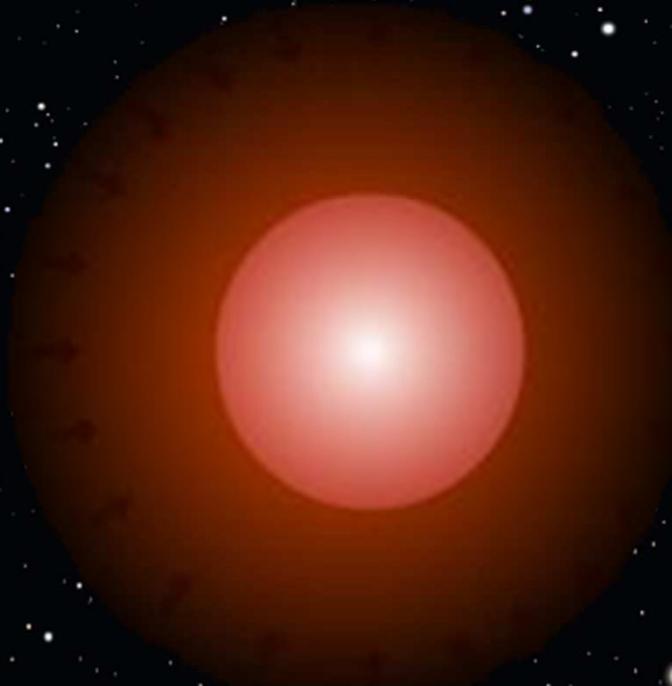
ADDENSAMENTO

Gli atomi di Idrogeno si addensano a causa della Gravità sempre più forte



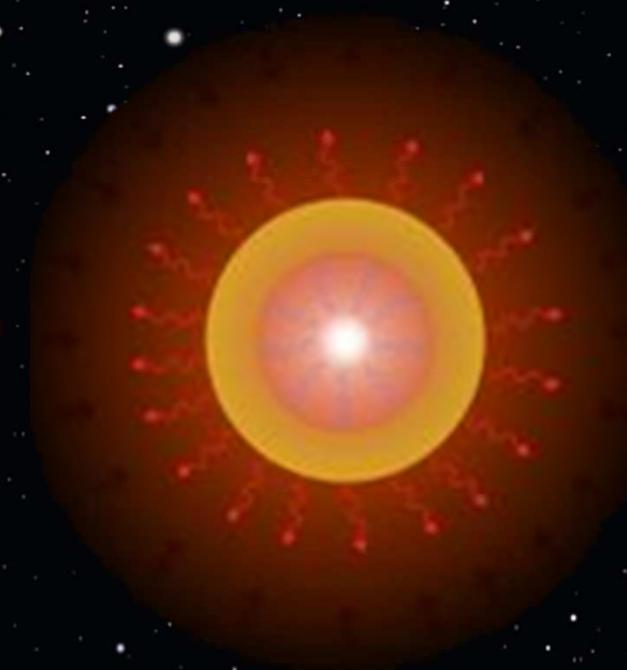
CONCENTRAZIONE

Gli atomi si concentrano
Il nucleo è sottoposto ad una pressione e ad una temperatura sempre maggiori



FUSIONE NUCLEARE

Temperatura e pressione arrivano ad un livello tale che gli atomi di Idrogeno si fondono in atomi di Elio
La stella si accende



Popolazione III

Le Megastelle di Prima generazione

Avevano masse di centinaia di volte quella del Sole

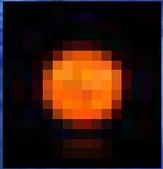
Erano prive di "Metalli"
perchè erano formate
soltanto da Idrogeno e Elio

Fondevano l' Idrogeno ad un
ritmo vorticoso producendo
elementi sempre più pesanti fino
a che, dopo poche centinaia di
migliaia di anni esplodevano
come Supernovae
e diffondevano nello spazio gli
elementi pesanti che avevano
creato

Il nucleo collassava e
formava un Buco Nero

E' molto probabile che i Buchi
neri prodotti dalle prime stelle
abbiano generato i
Buchi neri supermassicci
che si trovano al centro delle
Galassie

Naos (Z Puppis) Supergigante blu



**E' una Supergigante blu di
40 masse solari**

Ha una temperatura di oltre 40.000 °

**Uno splendore di
500.000 volte il Sole**

Non supererà i 6.000.000 di anni di vita
Poi esploderà come Supernova
e il nucleo diventerà un Buco nero

Le stelle giganti

di massa minore

(da 1,5 a c.a 4 Masse solari)

**dopo l'esplosione lasciano come
residuo una Stella di Neutroni**

**Dalle 4 a 10 masse/s ci sono situazioni
intermedie in cui si formano**

Stelle di Quark

Oltre le 10 masse solari si formano

Buchi neri

**Le stelle Giganti e Supergiganti hanno
una massa tale che la densità e la
temperatura del nucleo può continuare
le fusioni nucleari fino al Ferro**

**Nel momento dell' esplosione in
Supernova si formano anche gli
elementi più pesanti del Ferro**



Quando esplode una Supernova

**E' l'evento più catastrofico che
può accadere nell' Universo
Il bagliore supera la luce della
Galassia che la contiene**

**L'energia prodotta è più di
quella che il Sole produrrà in
tutti i suoi 10 Mld di anni di vita**

**La materia espulsa forma una
Nebulosa che si propaga nello
spazio alla velocità di
30.000 Km al Sec.**

**e diffonde gli elementi pesanti
creati nel nucleo della Stella
gigante e che serviranno a
formare altre stelle e pianeti**

**Al centro resterà una Stella di
Neutroni o un Buco Nero**

Limite di Tolman-Oppenheimer-Volkoff e le Stelle di Neutroni

E' il limite calcolato da Tolman, Oppenheimer e Volkoff nel 1939 secondo il quale il collasso di una stella di oltre 1,44 Ms e fino 3,5 - 4 Ms genera una Stella di Neutroni

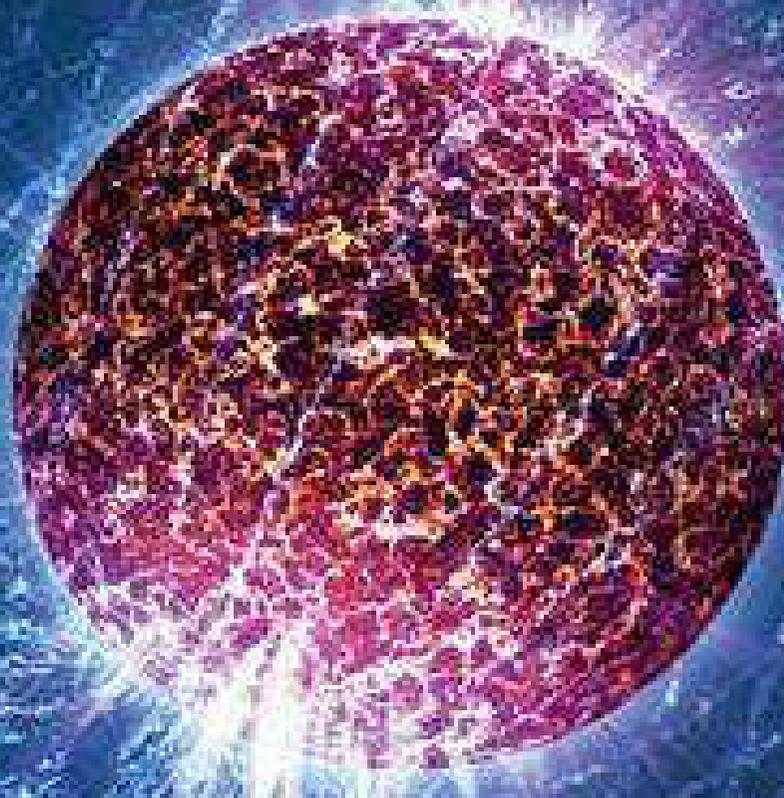
Dopo l'esplosione come Supernova il collasso del nucleo arriva a fondere i Protoni (+) con gli Elettroni (-) che quindi diventano Neutroni. I Neutroni si addensano in modo tale da non lasciare nessuno spazio vuoto.

La densità arriva a 100.000 Mld di volte quella della roccia.

Tutta la massa della stella si concentra in un diametro di qualche decina di Km

La contrazione fa aumentare la velocità della rotazione fino a 100 volte al Sec. Ruotando vorticosamente la stella emette Onde Radio ad un ritmo estremamente regolare

Quando sono state scoperte nel 1967 sono state chiamate
Pulsar



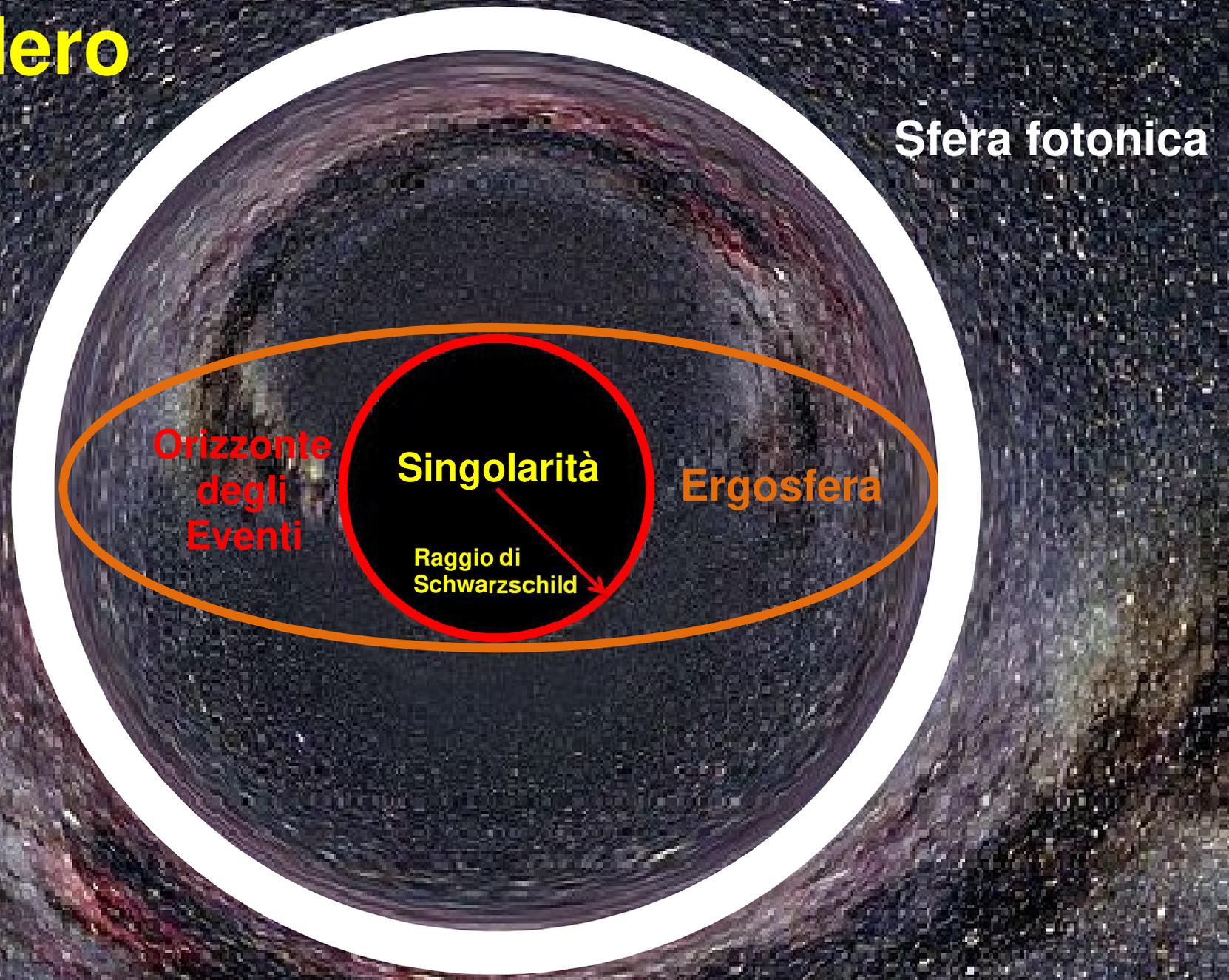
I Buchi neri

Sono la conseguenza estrema della Gravità

Quando si superano le 8-10 Ms niente può fermare la contrazione del nucleo fino al collasso estremo

I Buchi neri sono un banco di prova che mette in crisi le teorie finora conosciute
Richiedono di verificare la Teoria della Relatività Generale in condizioni estreme in una regione in cui le proprietà dello Spazio-Tempo sono radicalmente diverse dallo standard newtoniano
La loro comprensione richiede di conciliare la Relatività Generale con la Meccanica quantistica

Buco Nero



Stelle di media grandezza

Le stelle di media grandezza
(fino a 1,44 masse solari)
sono le stelle più stabili.

Hanno massa sufficiente a
fondere l'Idrogeno in Elio e
l'Elio in Carbonio.
Poi le fusioni nucleari si
fermano.

In questa ultima fase si produce
una quantità maggiore di energia e
la stella si espande fino a diventare

Gigante rossa

Può arrivare a un diametro di
centinaia di volte il Sole

La temperatura degli strati esterni
scende a c.a. 3.000°

Quando la produzione di energia si
ferma lo strato esterno diventa

Nebulosa planetaria

mentre il nucleo collassa e diventa

Nana bianca

Nebulosa Planetaria



Le Nane Bianche

Dopo la fase di Gigante Rossa le fusioni nucleari cessano e il nucleo si contrae fino a trovare un nuovo equilibrio che fa prendere alla stella la forma di

Nana Bianca

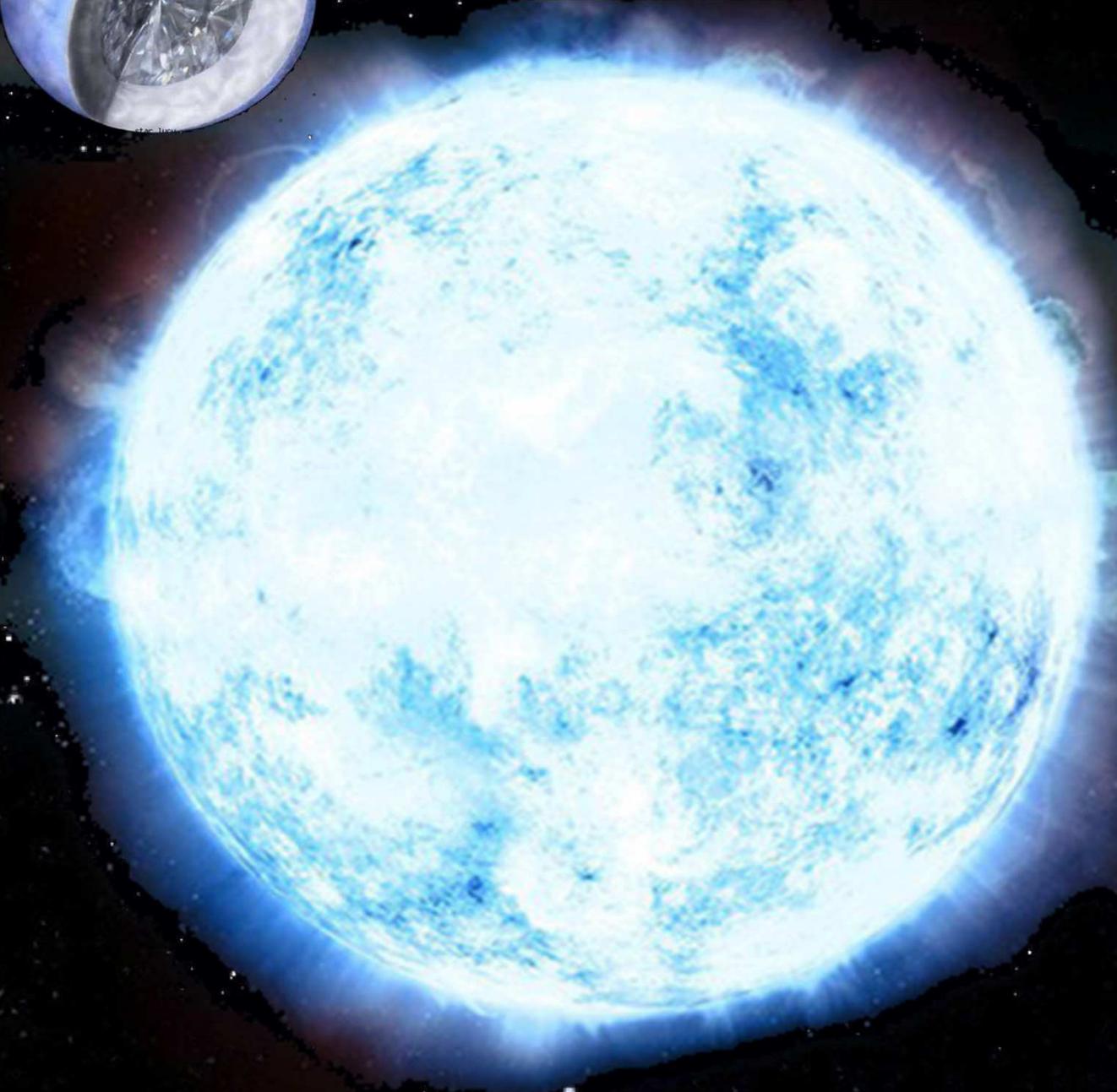
La nuova stella contiene una massa simile a quella del Sole nelle dimensioni di un pianeta simile alla Terra

La densità è di c.a 1 Ton/Cm^3

E' composta prevalentemente di Idrogeno e Elio estremamente densi

Al centro si forma un nucleo di Carbonio solido

La densità genera un calore enorme che fa splendere la stella di luce bianca fino a quando si raffredderà, dopo miliardi di anni



The BIG BANG - 13.820.000.000 Anni

1,35 Sec

1° Tempo di Planck = $1,35 \text{ Sec} \cdot 10^{-43}$

= 10.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000

INFLAZIONE $1 \text{ Sec} \cdot 10^{-35}$ 28
Espansione 10^{27} $T = 10^{32} \text{ K}$

380.000 anni
Si formano
gli **Atomi**

Radiazione Cosmica di fondo

180 Milioni di anni
Si formano le **stelle**

1 Mld di anni
Si formano le
Galassie

**Separazione delle forze e
Diversificazione delle Particelle**

SINGOLARITA'

ERA DELL'ACCELERAZIONE

Nucleosintesi 100 Sec
 $1/10 \text{ a.l.}$ $T = 10^{10} \text{ K}$

Formazione della Materia 32
e dell' **Antimateria** - $1 \text{ Sec} \cdot 10^{-32}$

Era dell' opacità

Età oscura
Il gas si addensa per
effetto della gravità

Galassia primordiale

1 Mld di anni dopo il Big Bang





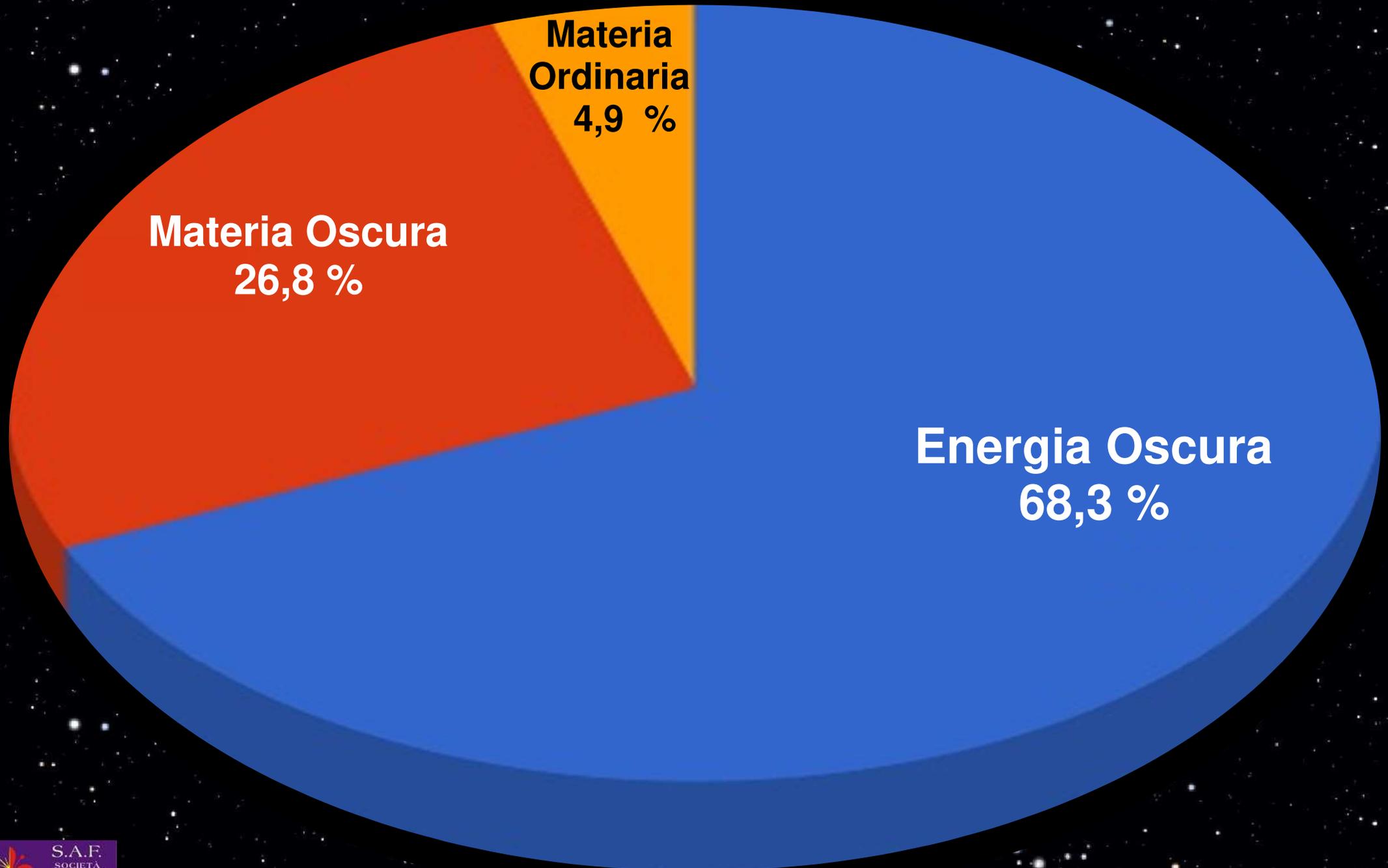
Hubble Ultra Deep Field

**2.000 Miliardi
di Galassie**

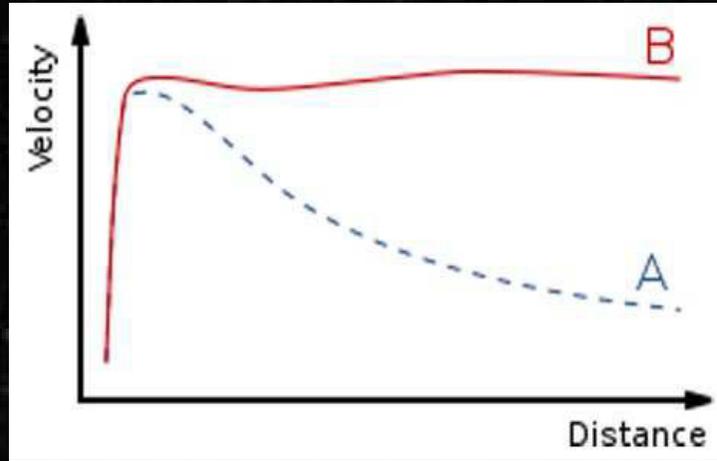
**100 Miliardi di
stelle in ogni
Galassia**

**200.000
Miliardi di
Miliardi
di stelle**

Composizione dell' Universo dopo le misurazioni della Sonda Planck 2013



La Materia Oscura

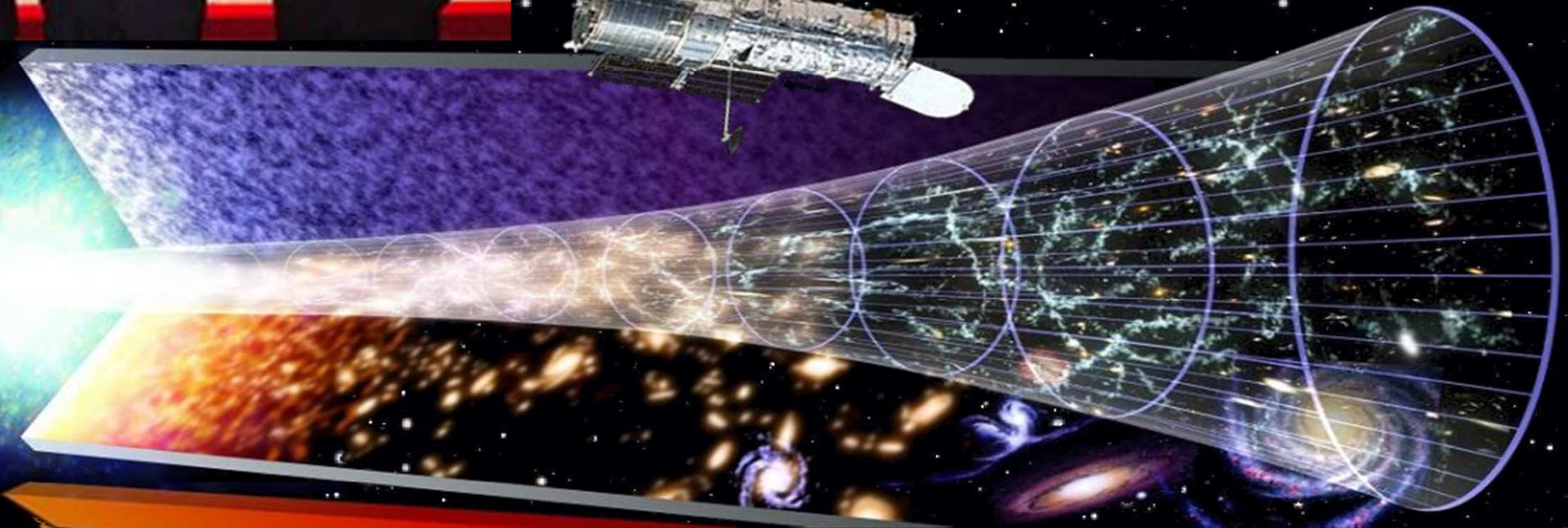


Vera Rubin
23/07/1928 - 25/12/2016

Energia Oscura

Riess - Perlmutter - Schmidt
Premio Nobel 2011

**Nel 1988 tre scienziati:
Adam Riess, Saul Perlmutter, Brian Schmidt
usando le Supernovae 1A come "Candele
standard" hanno rilevato distanze maggiori di
quelle previste e hanno dedotto che l' Universo
si sta espandendo a velocità accelerata.
La causa dell' espansione accelerata è stata
chiamata " Energia oscura"**



SCALA DELL'UNIVERSO

Big Bang

Decelerazione

Accelerazione

Big Rip

Energia Oscura Costante

Big Crunch

5-6 Mld dopo
il Big Bang

Oggi

Futuro

TEMPO

