



L'A.A.R.
presenta il

CORSO BASE DI ASTRONOMIA

Ammassi di Galassie

di
Matteo Montemaggi

Savignano S/R + Web-Live

07/01/2022



Hubble Ultra Deep Field

Organizzazione gerarchica

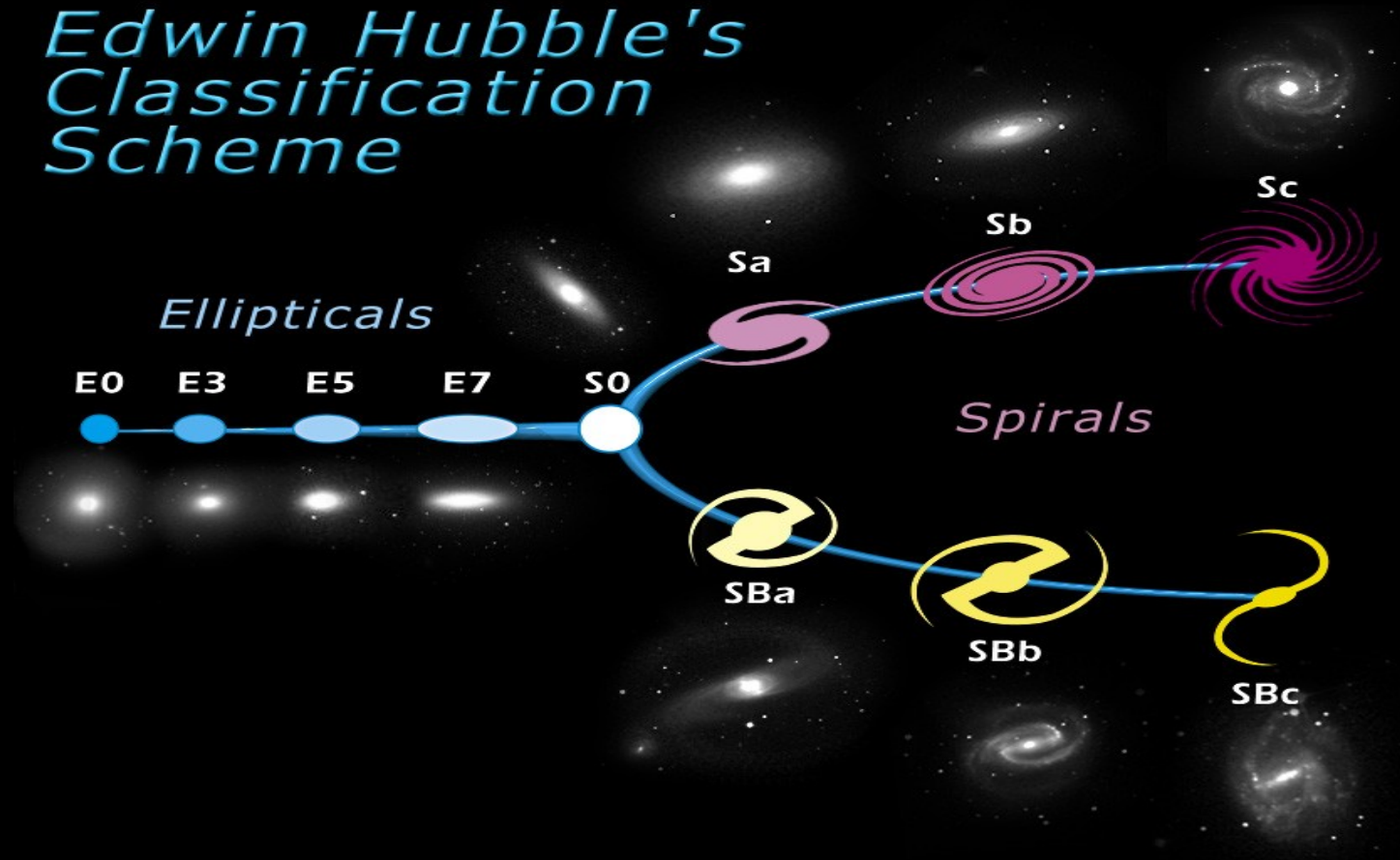
- GRUPPI: insieme di poche decine di galassie, 10 milioni di anni luce
- AMMASSI: da centinaia a diverse migliaia di galassie, su alcune decine di milioni di anni luce
- SUPERAMMASSI: decine di gruppi e ammassi dislocati su centinaia di milioni di anni luce

George Abell – Catalogo 1958

Le galassie

- Composizione: da centinaia di milioni a centinaia di miliardi di Stelle + gas + polveri + (materia oscura?)
- Dimensioni: da 10 000 a 350 000 anni luce

Edwin Hubble's Classification Scheme

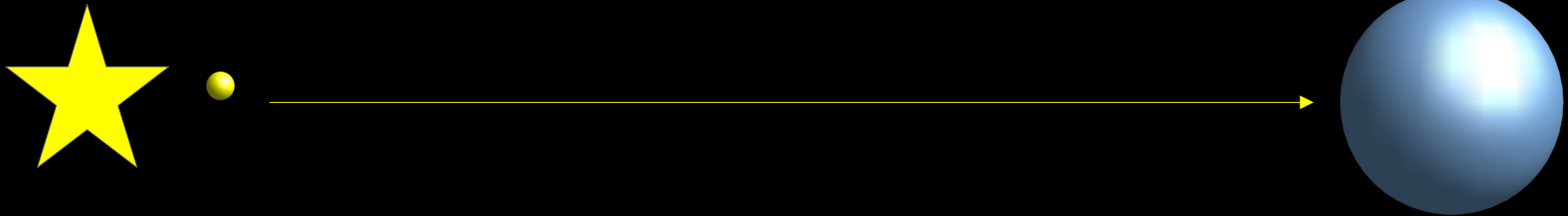


L'anno luce

L'anno luce (ly o al) è un'unità di misura della lunghezza, definita come la distanza percorsa dalla radiazione elettromagnetica (luce) nel vuoto nell'intervallo di un anno.

Velocità della luce nel vuoto $\sim 300\,000\text{ km/s}$

1 a.l. $\sim 9\,500\,000\,000\,000\text{ km}$



L'anno luce



Earth to Moon = 1.3 Light seconds



Earth to Sun = 8 Light minutes



Earth to Mars = 12.7 Light minutes



Earth to Alpha Centauri = 4.4 Light years

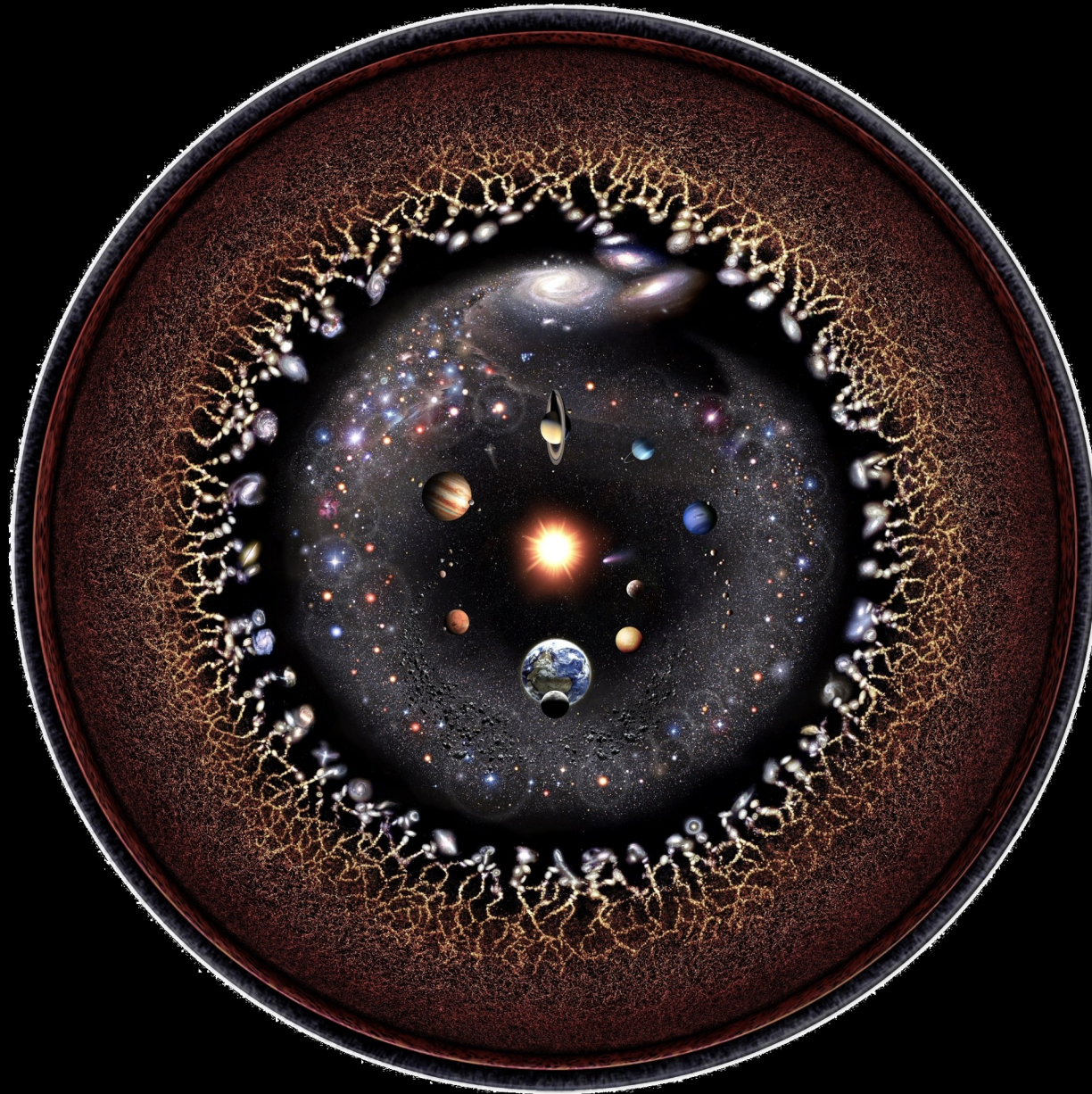


Earth to far side of our Milky Way Galaxy = 52,000 Light years

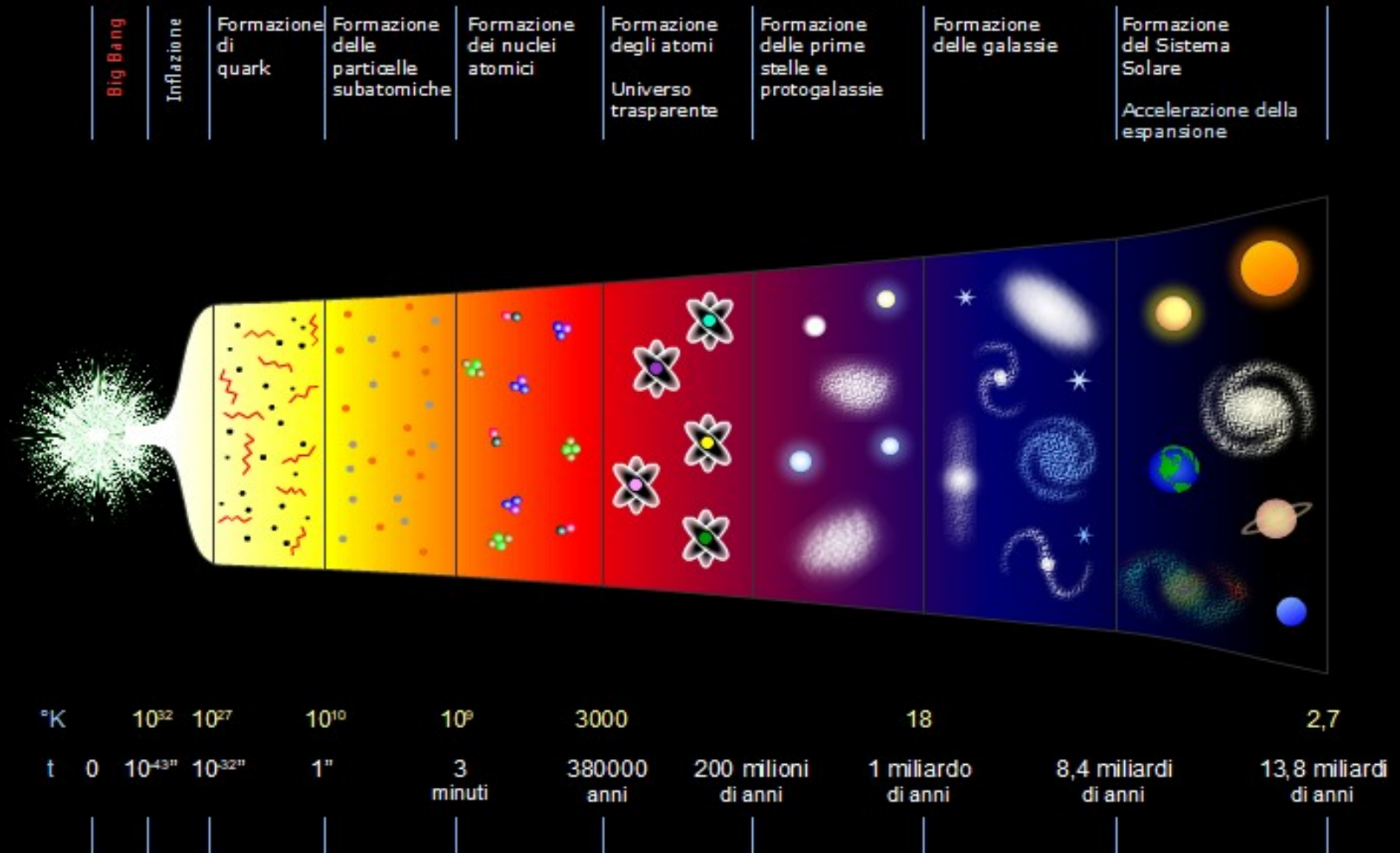


Speed of Light =
299,792 km/sec

L'Universo osservabile



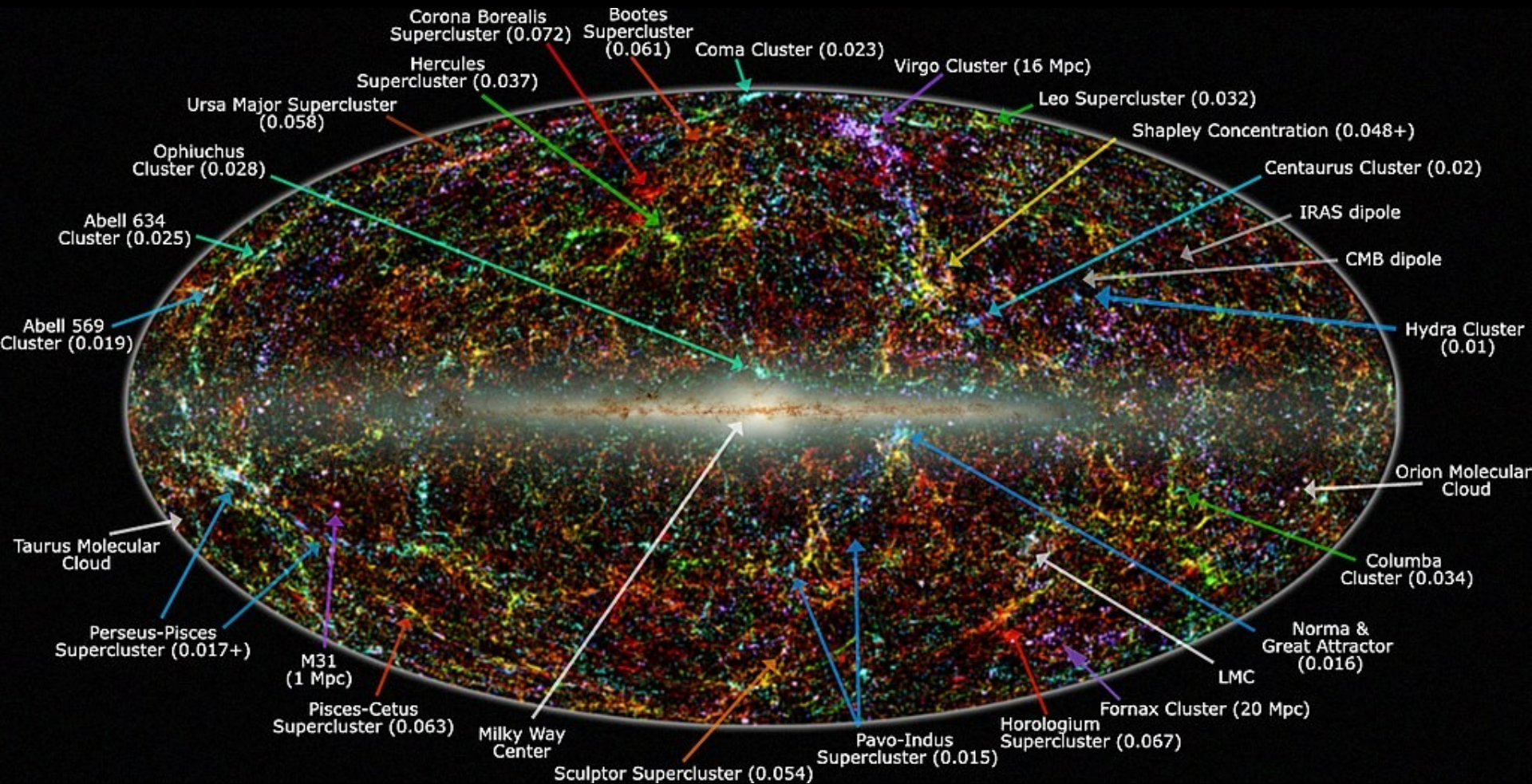
Dal Big Bang... a oggi !



Scala delle distanze cosmiche

- Parallasse stellare;
- Variabili Cefeidi (Relazione periodo-luminosità);
- Confronti rispetto alla sequenza principale;
- Supernovae di tipo Ia e la relazione di Tully-Fisher;
- Spostamento verso il rosso (red-shift).

L'Universo conosciuto



A detailed star map of the Southern Hemisphere, showing constellations like Centauro, Vela, and Carina, with labels for stars like Gacrux and Regor. The map features a grid of celestial coordinates and various star patterns connected by lines. Labels include Corvo, Macchina Pneumatica, Bussola, Vela, Regor, Carina, Gacrux, Croce del sud, Mimosa, Acrux, and Hadar.



Il Multiverso

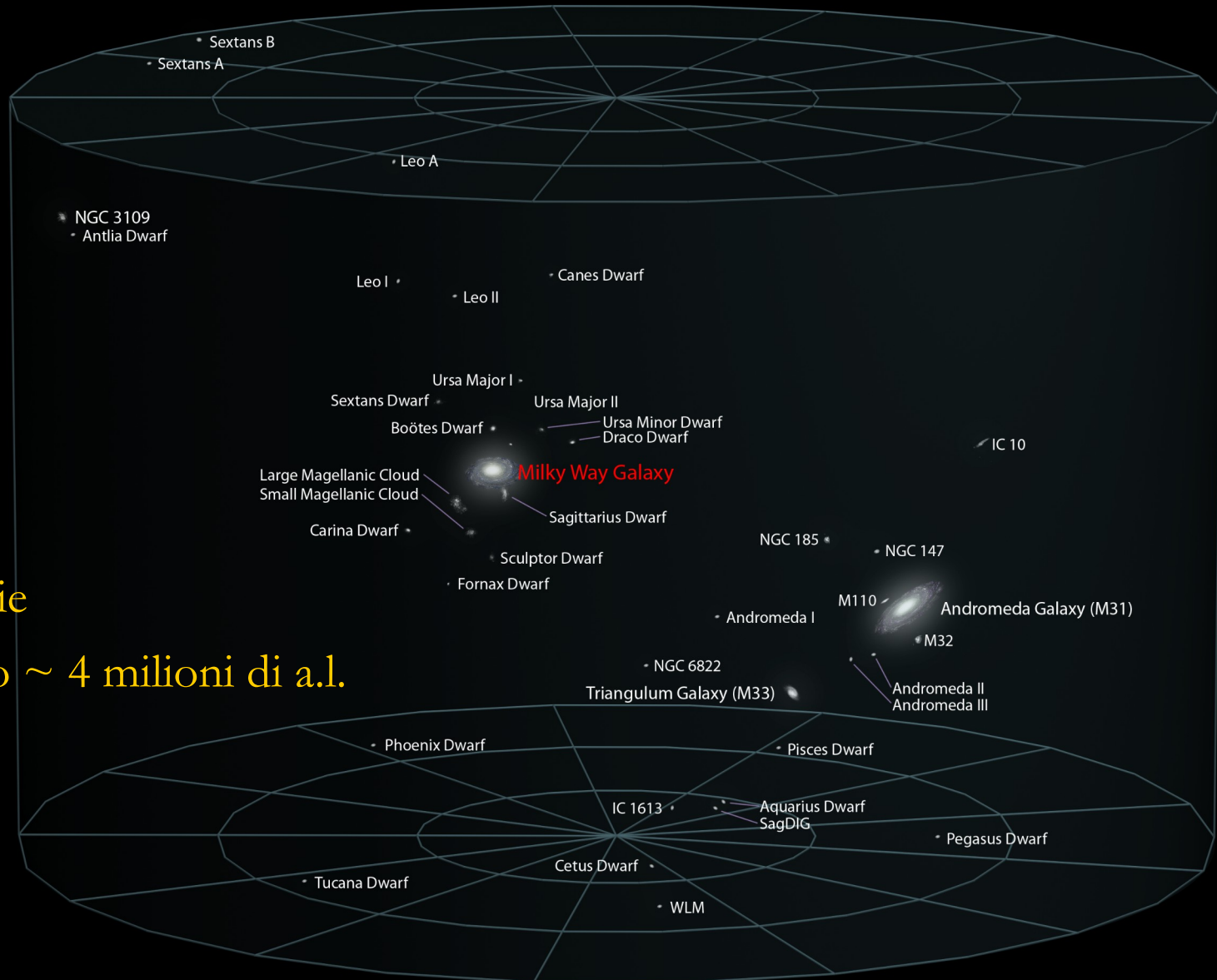


Via Lattea

- Composizione: centinaia di miliardi di Stelle + gas + polveri + ... (materia oscura?)
- Dimensioni: ca. 100 000 anni luce



LOCAL GALACTIC GROUP



50 galassie

Diametro ~ 4 milioni di a.l.

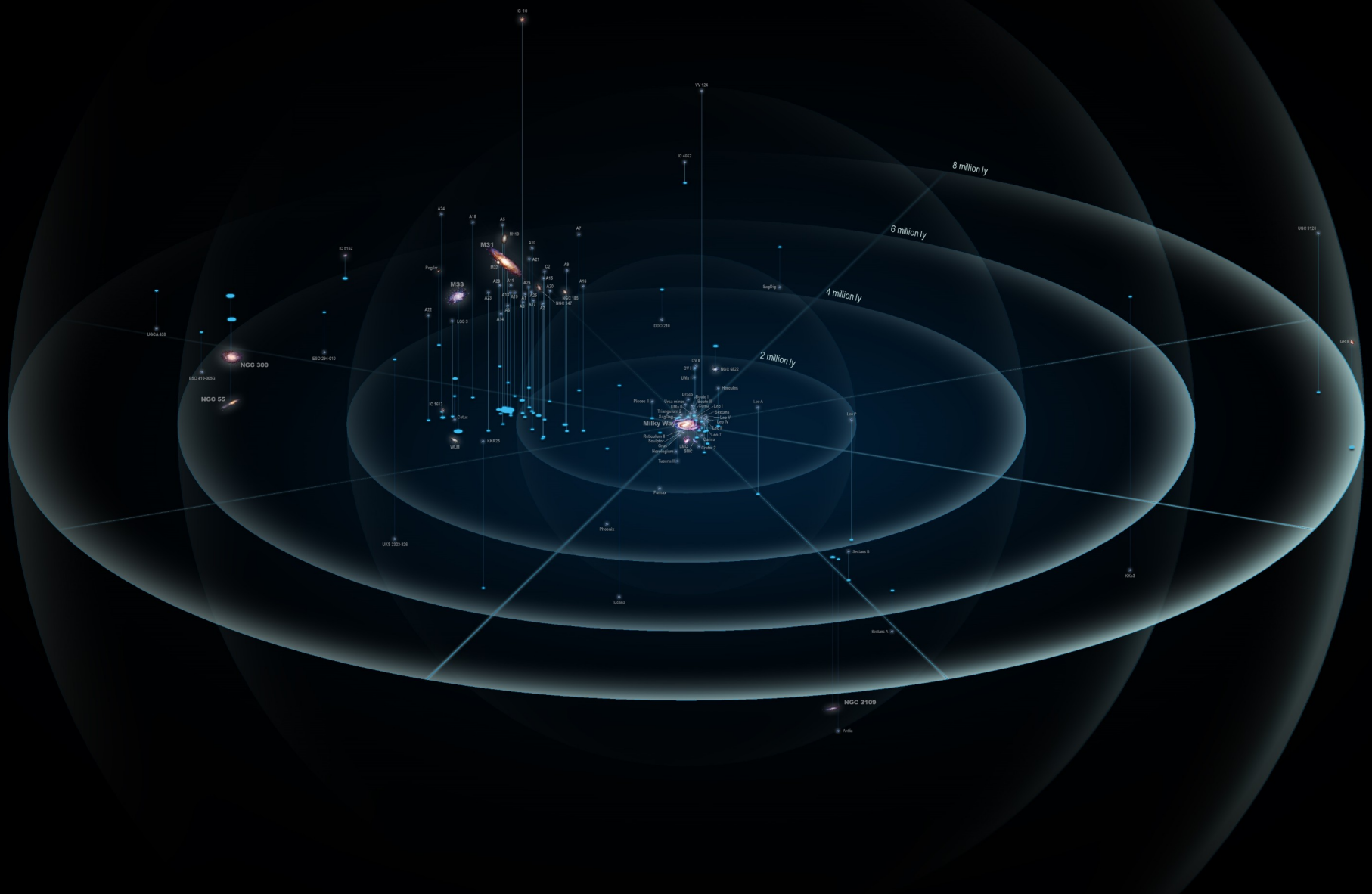
**Galassia di Andromeda
M31 (+ M32 + M110)**



Galassia del Triangolo M33



Local Group and nearest galaxies



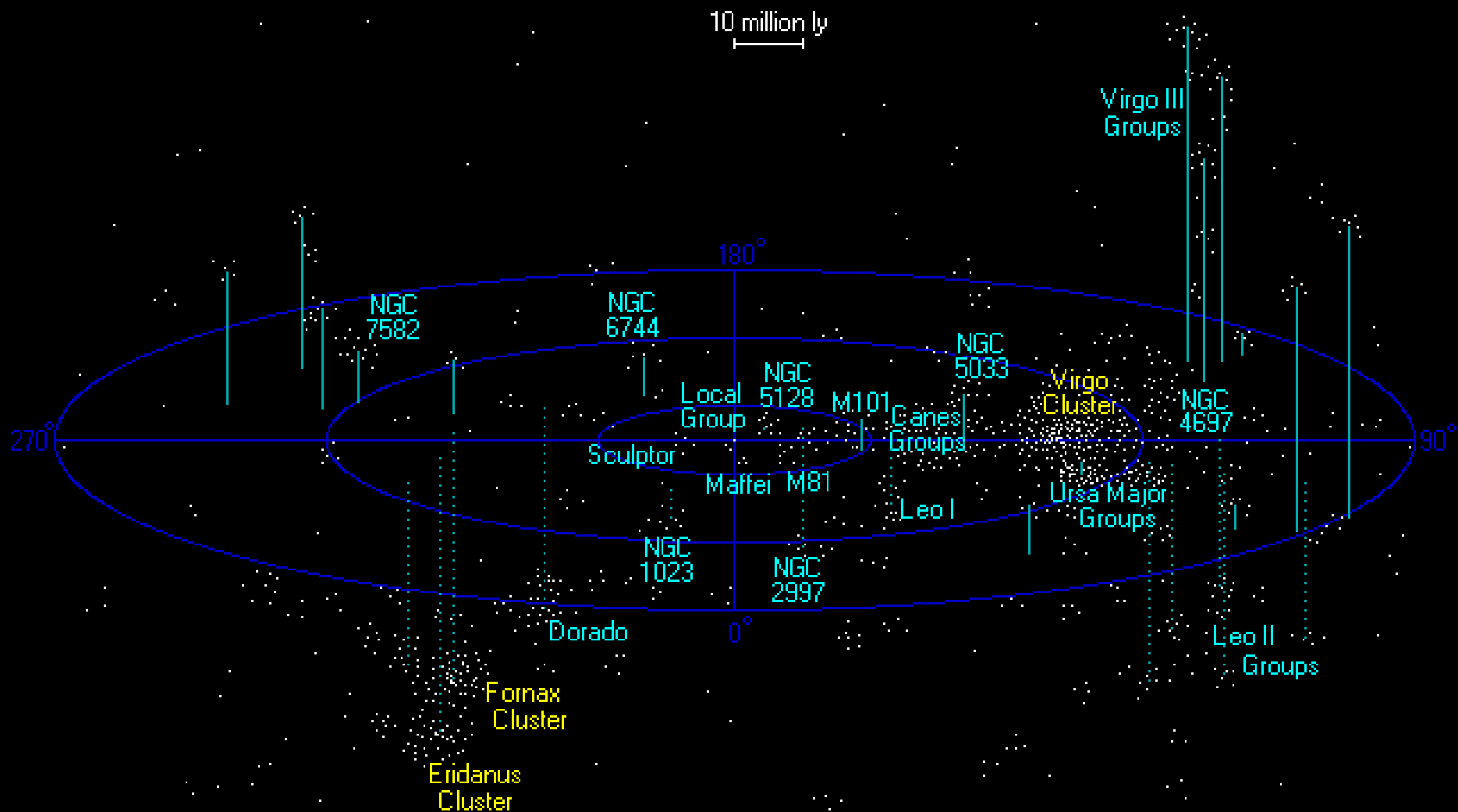
GRUPPI PIÙ VICINI	DISTANZA (anni luce)
Gruppo Locale	—
Gruppo Maffei (IC 342)	10 milioni
Scultore	11 milioni
M81	11,4 milioni
M83/NGC 5128	11,9 milioni
Canes I (M94)	13 milioni
NGC 1023	20 milioni
M101	23,9 milioni
NGC 2997	25 milioni
Canes II (M106)	26,1 milioni
M51	31 milioni
Tripletto del Leone (M66)	35,1 milioni
Leo I (M96)	38 milioni
Drago	40 milioni
NGC 5866	44 milioni
Orsa Maggiore (M109)	55,1 milioni

Galassia di Bode M81



Galassia Sigaro M82





MARKARIAN'S CHAIN

Virgo Cluster, ~ 50 milioni di a.l. di distanza

Diametro: 15 milioni di a.l.

Da 1300 a 2000 galassie

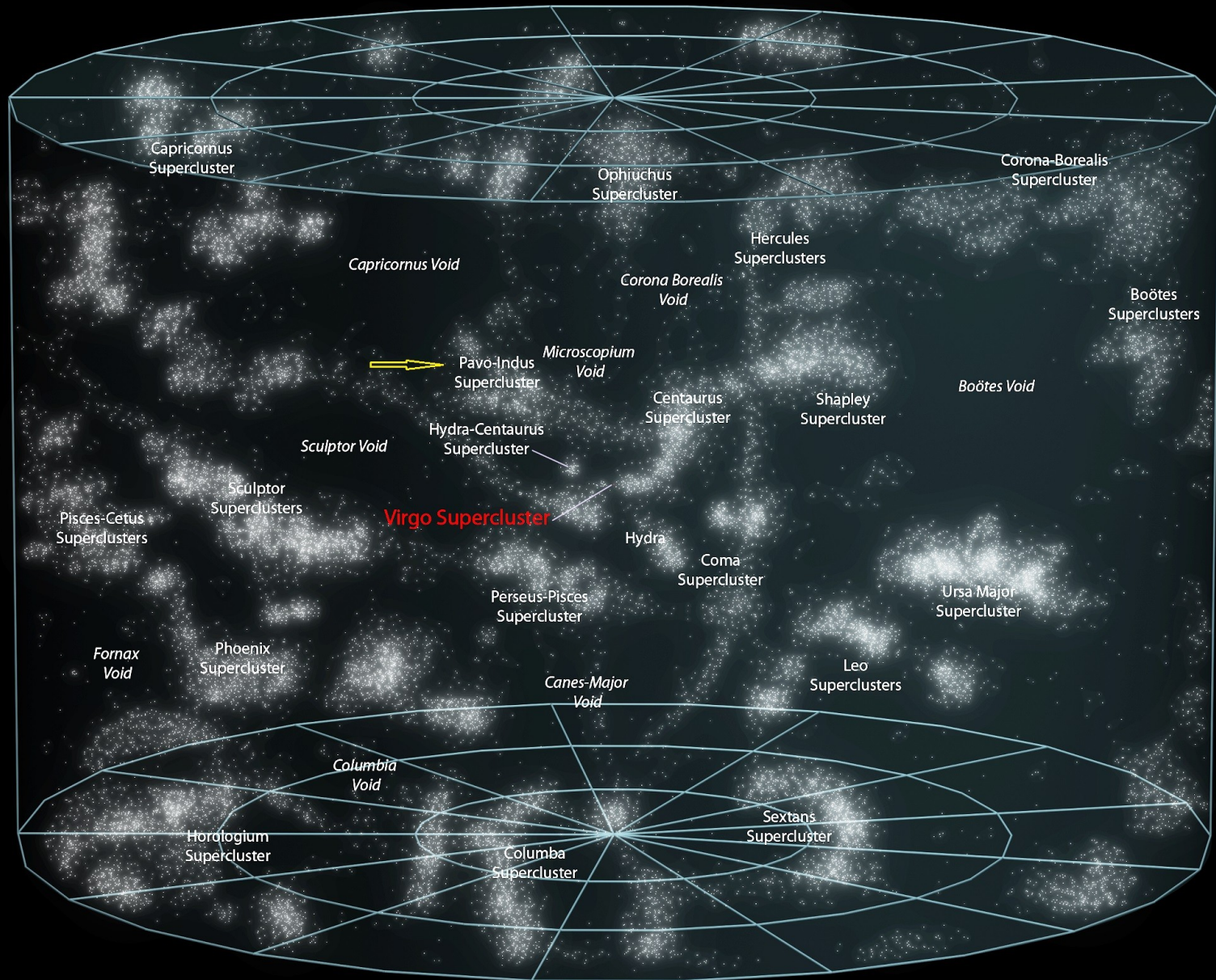
M86

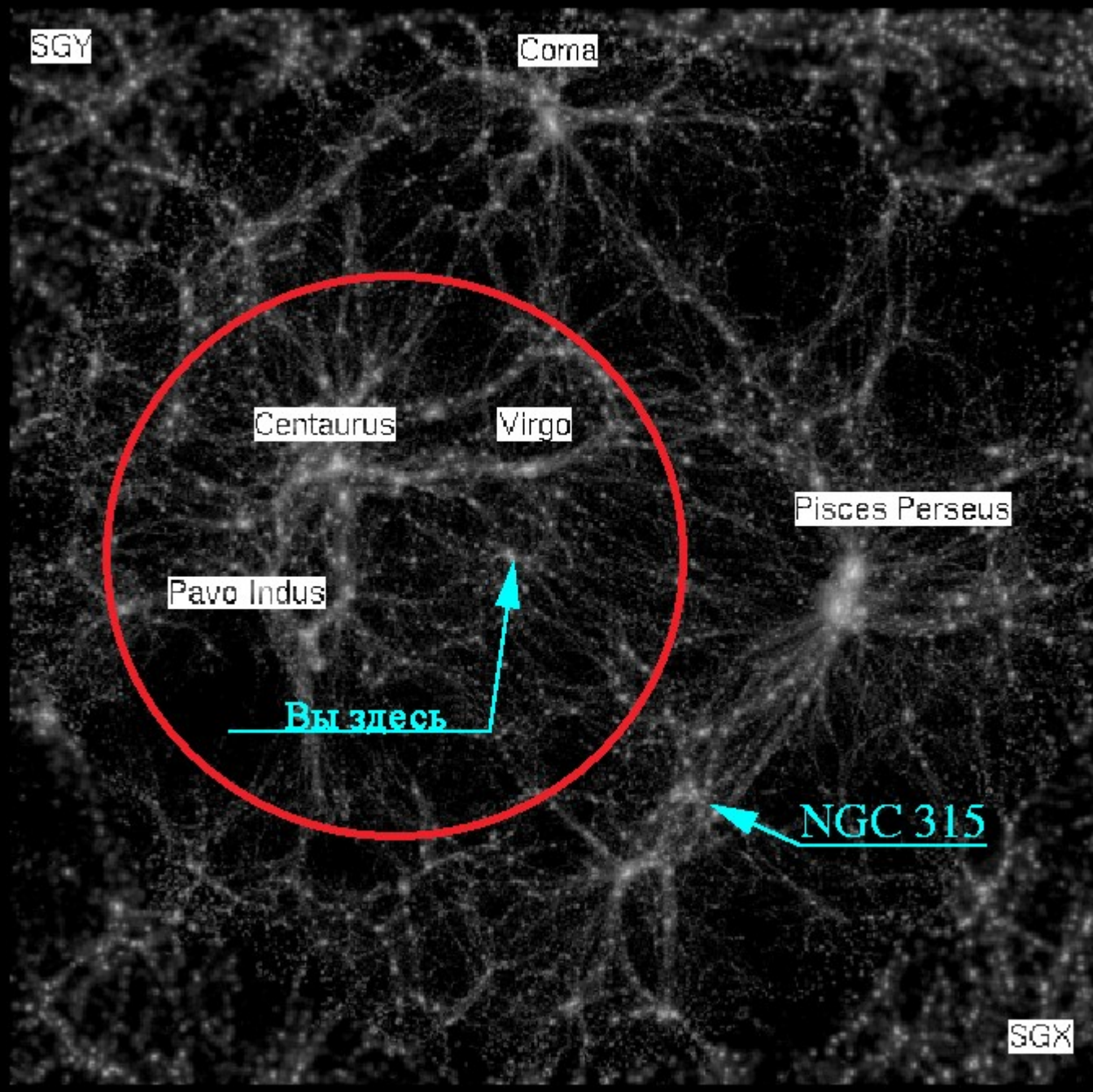
M84

M87



Local Superclusters

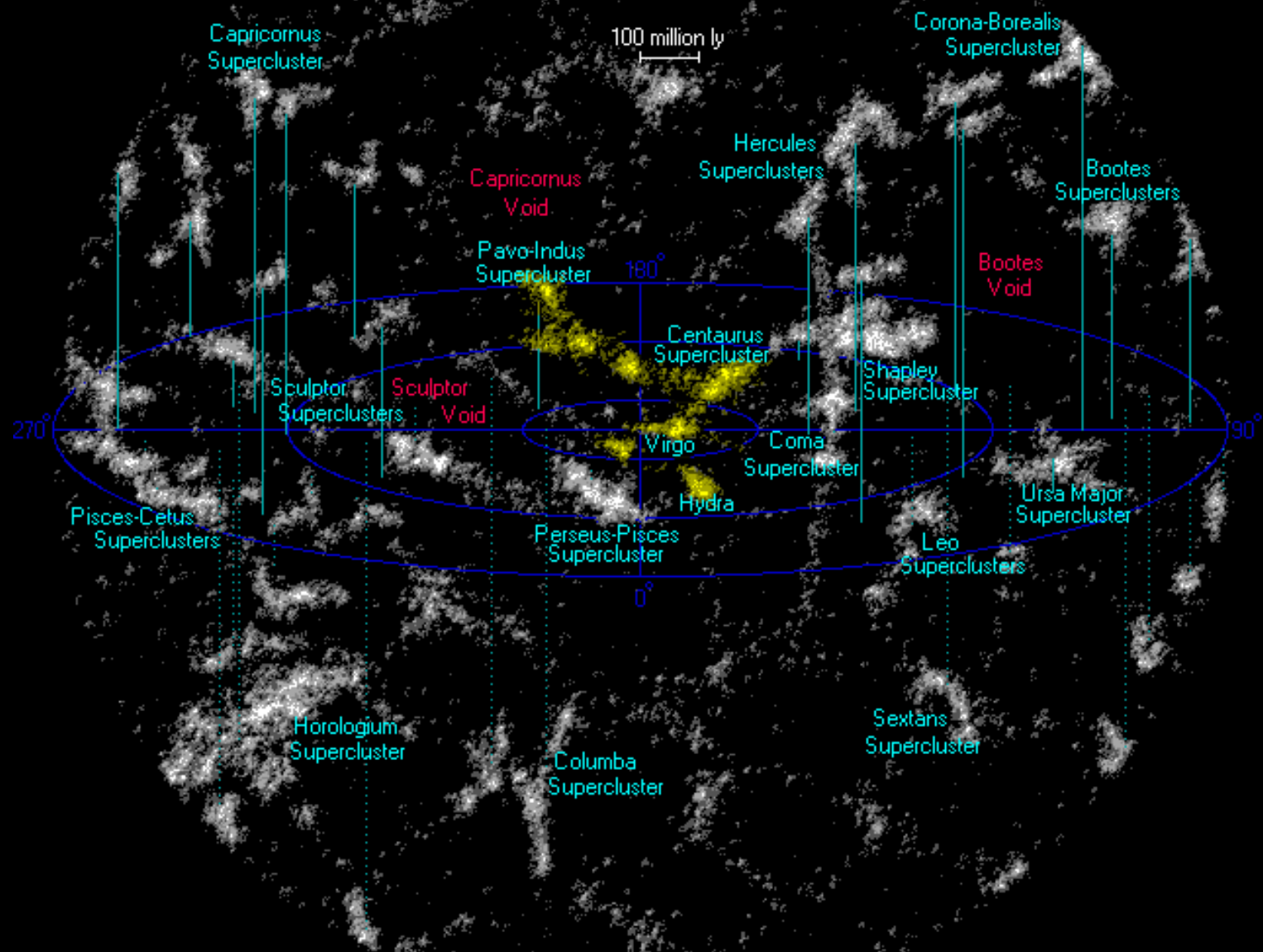






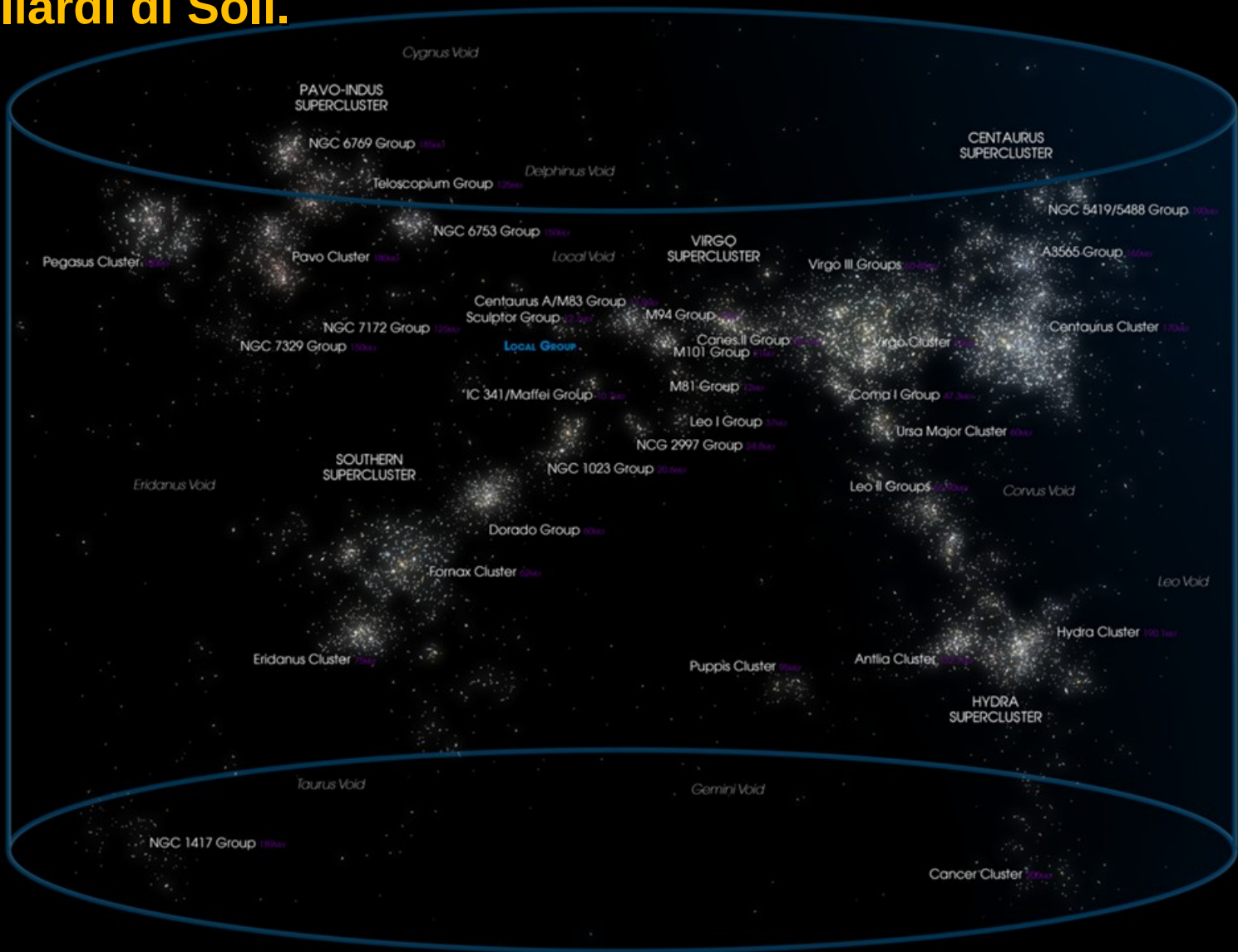
QUINTETTO DI STEPHAN

~ 300 milioni di a.l. nel Pegaso



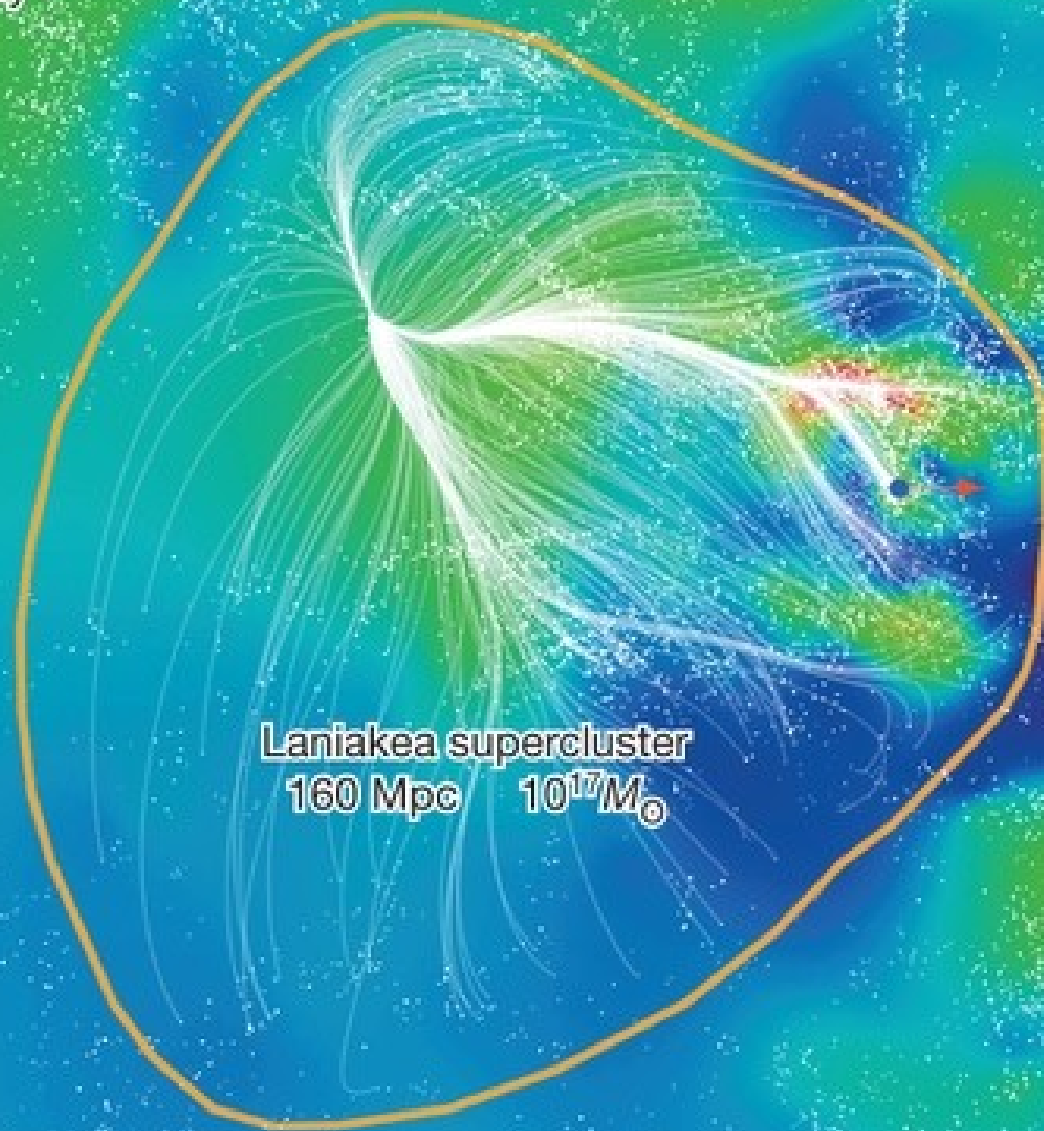
**CIELO INCOMMENSURABILE (in Hawaiano) – Superammasso
contenente 100 mila galassie (da 300 a 550 ammassi e gruppi),
con diametro di 520 milioni di a.l. e contenente una massa di 100
000 miliardi di Soli.**

LANIAKEA 2014



Shapley

Coma

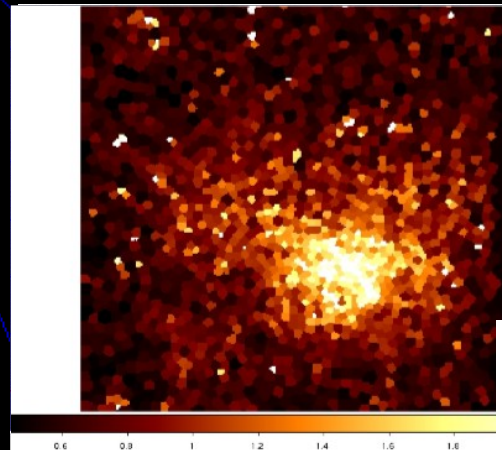
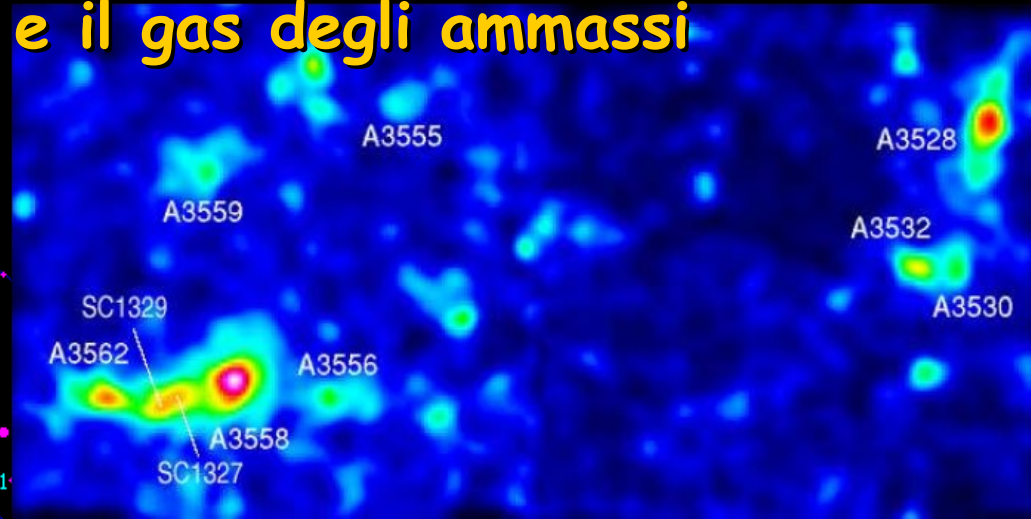
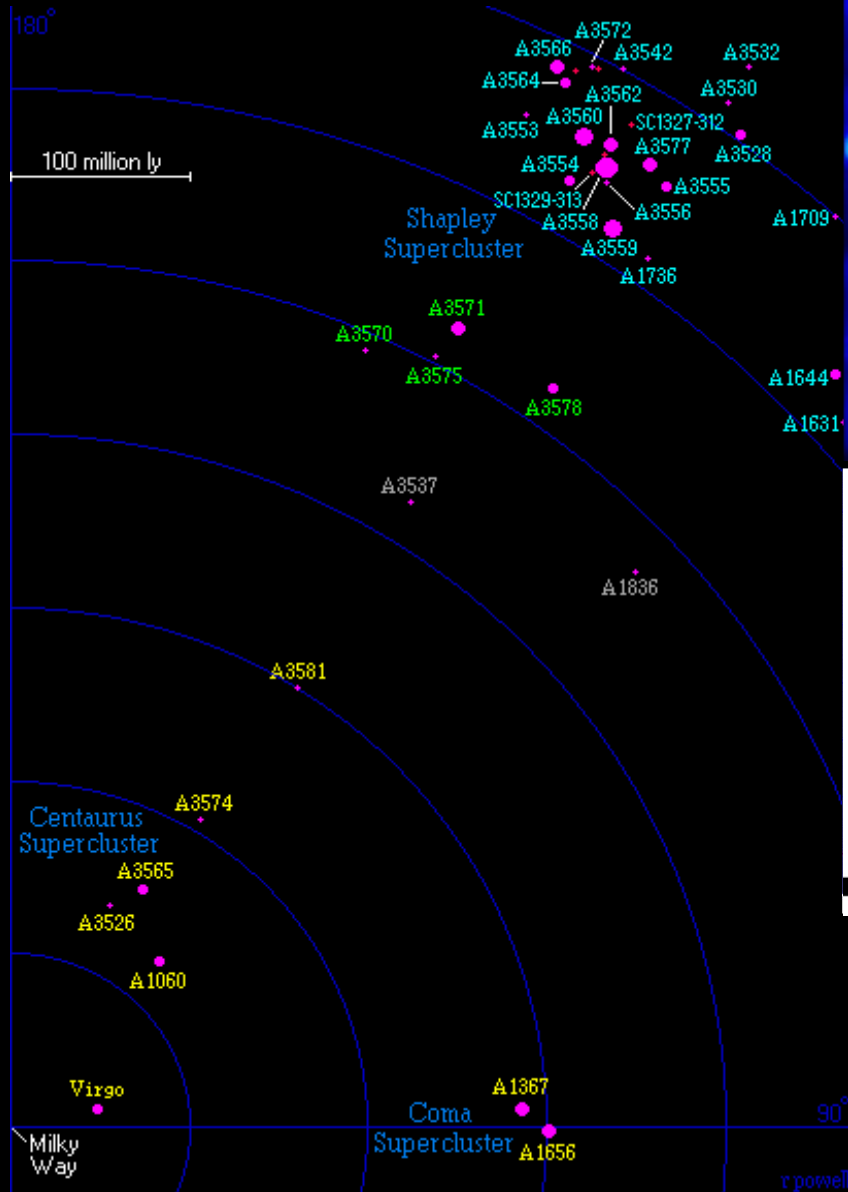


Laniakea supercluster
160 Mpc $10^{17} M_{\odot}$

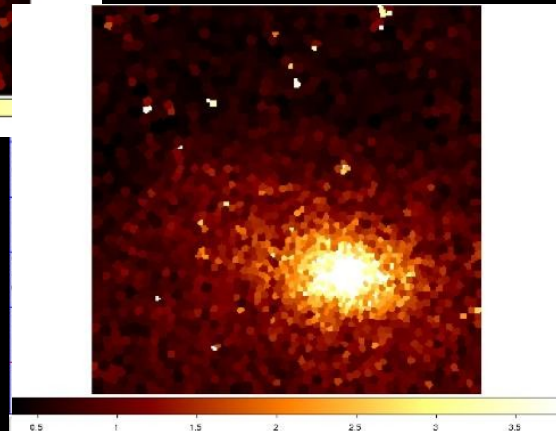
Perseus-Pisces

Shapley Concentration (La concentrazione di Shapley)

L'astronomia X e il gas degli ammassi



SC1329-313

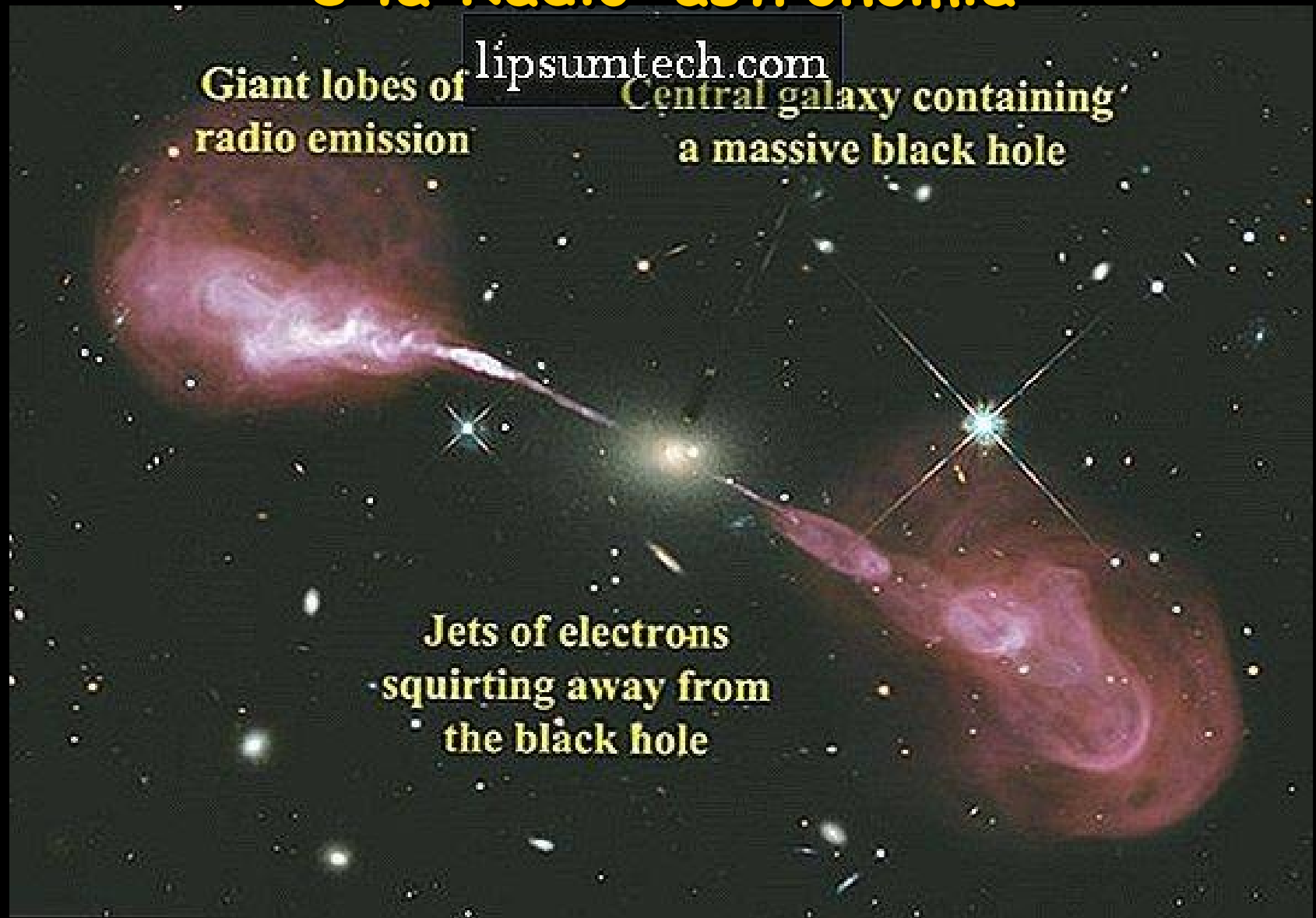


SC1327-312

Astronomia X e il gas negli ammassi di galassie

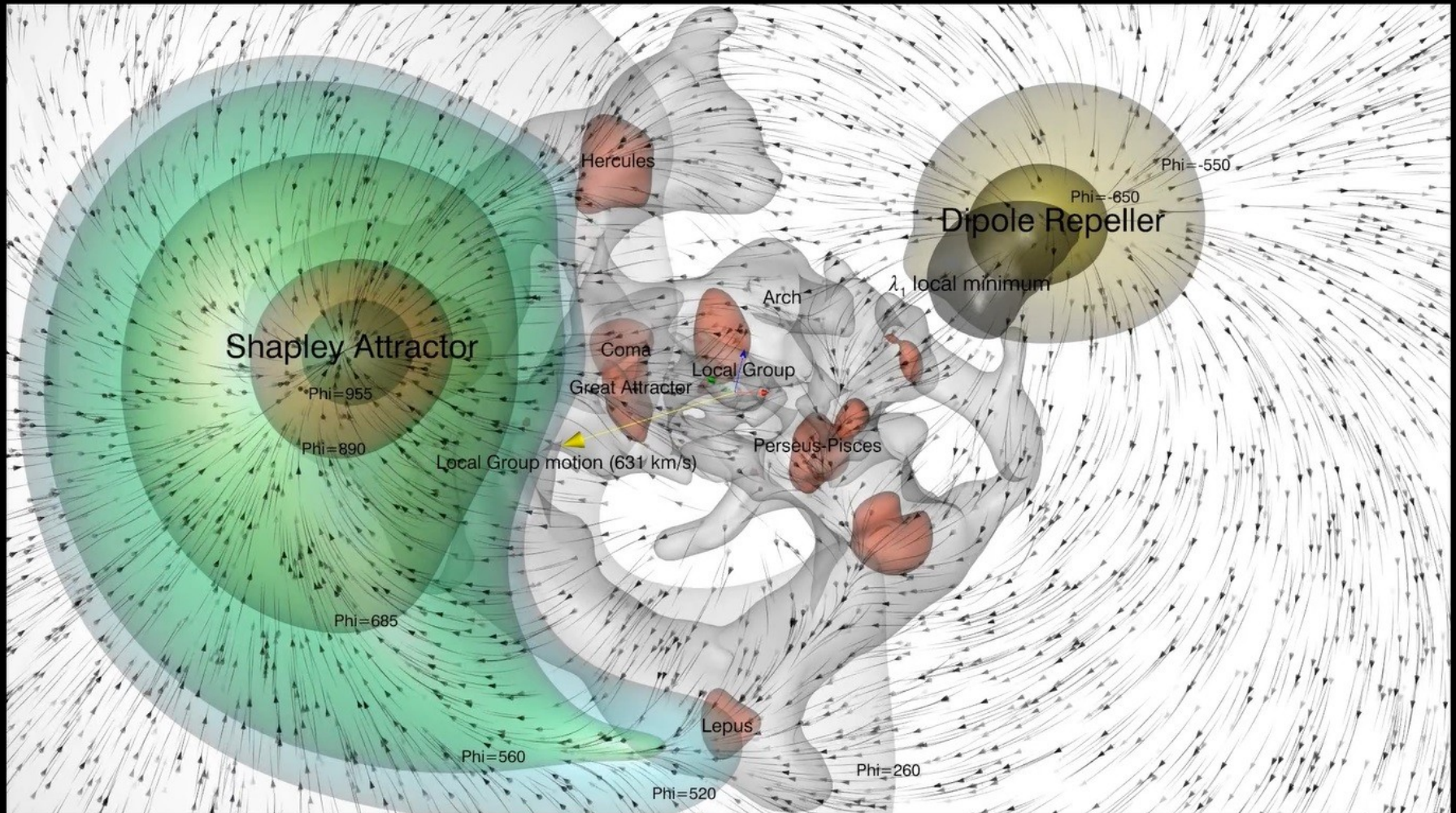
- Gas caldo a una temperatura tra 10 e 100 milioni di gradi;
- Bassa densità, ma potrebbe contenere fino al doppio della materia ordinaria di tutte le galassie dell'ammasso;
- Buchi neri supermassicci al centro delle principali galassie sono responsabili del mantenimento della elevata temperatura del gas.

Il centro degli ammassi di galassie e la Radio-astronomia

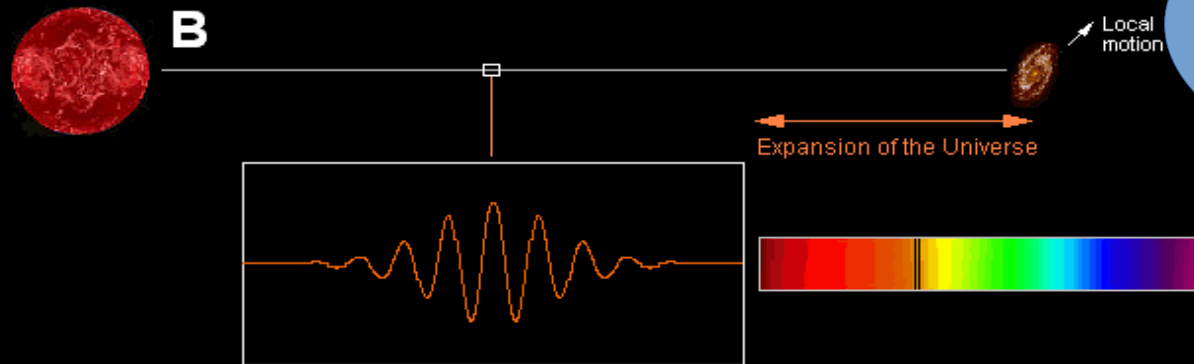
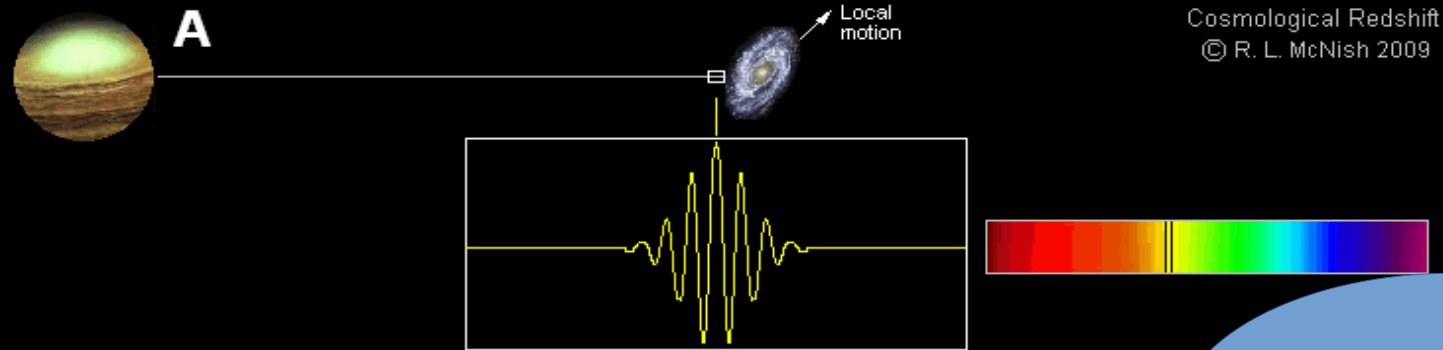


Il Grande attrattore, repulsore dipolare e flusso oscuro

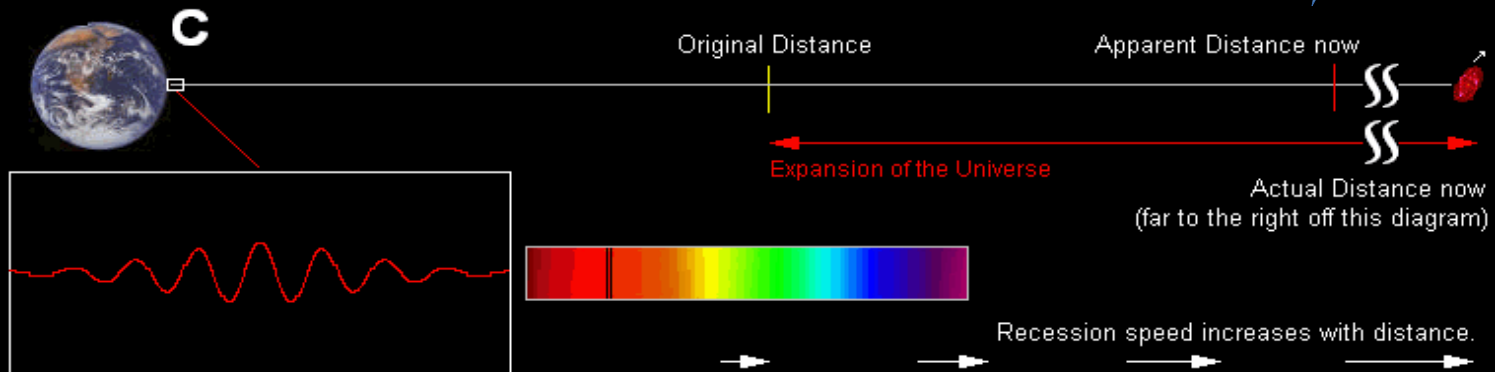
<https://skyandtelescope.org/astronomy-news/cosmic-void-pushes-milky-way-3001201723/>



Lo studio delle strutture a grande scala

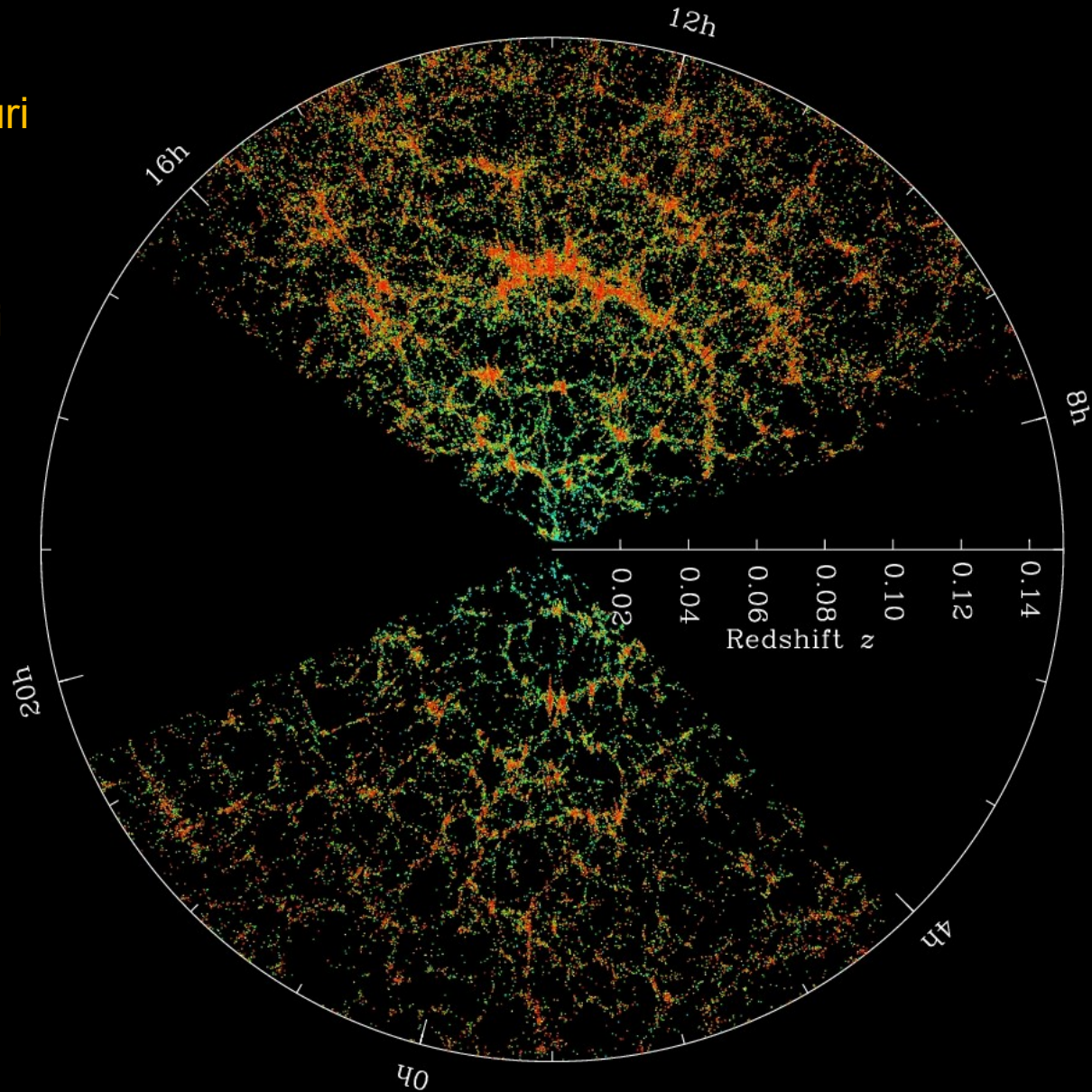


Redshift (spostamento verso il rosso) cosmologico "z"



L'Universo conosciuto - Superammassi, muri e vuoti

- 10% Filamenti, muri o piani estesi fino a miliardi di a.l.;
- 90% Spazi vuoti di dimensioni tra 30 a 300 milioni di a.l.
- La materia sia visibile che oscura si concentra nel 10% dei filamenti

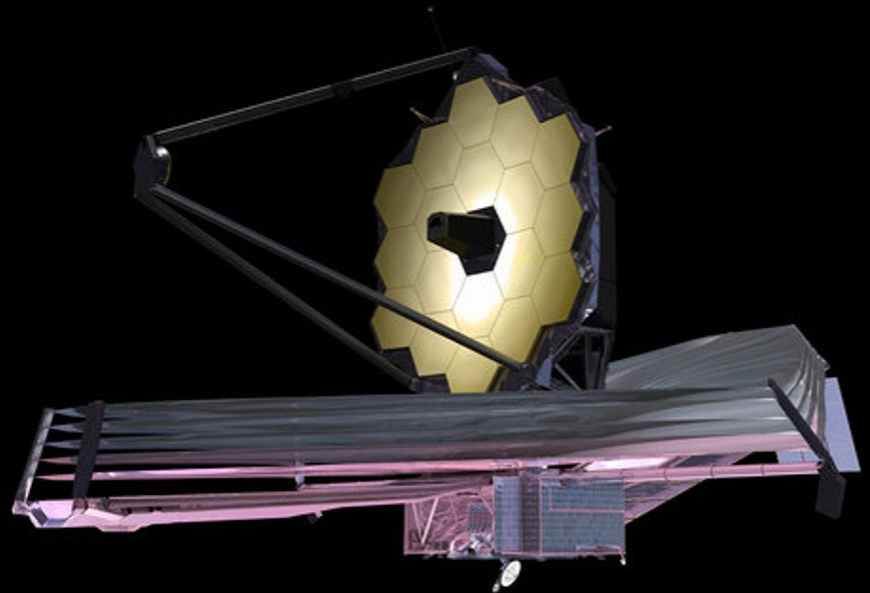


Presente e futuro...

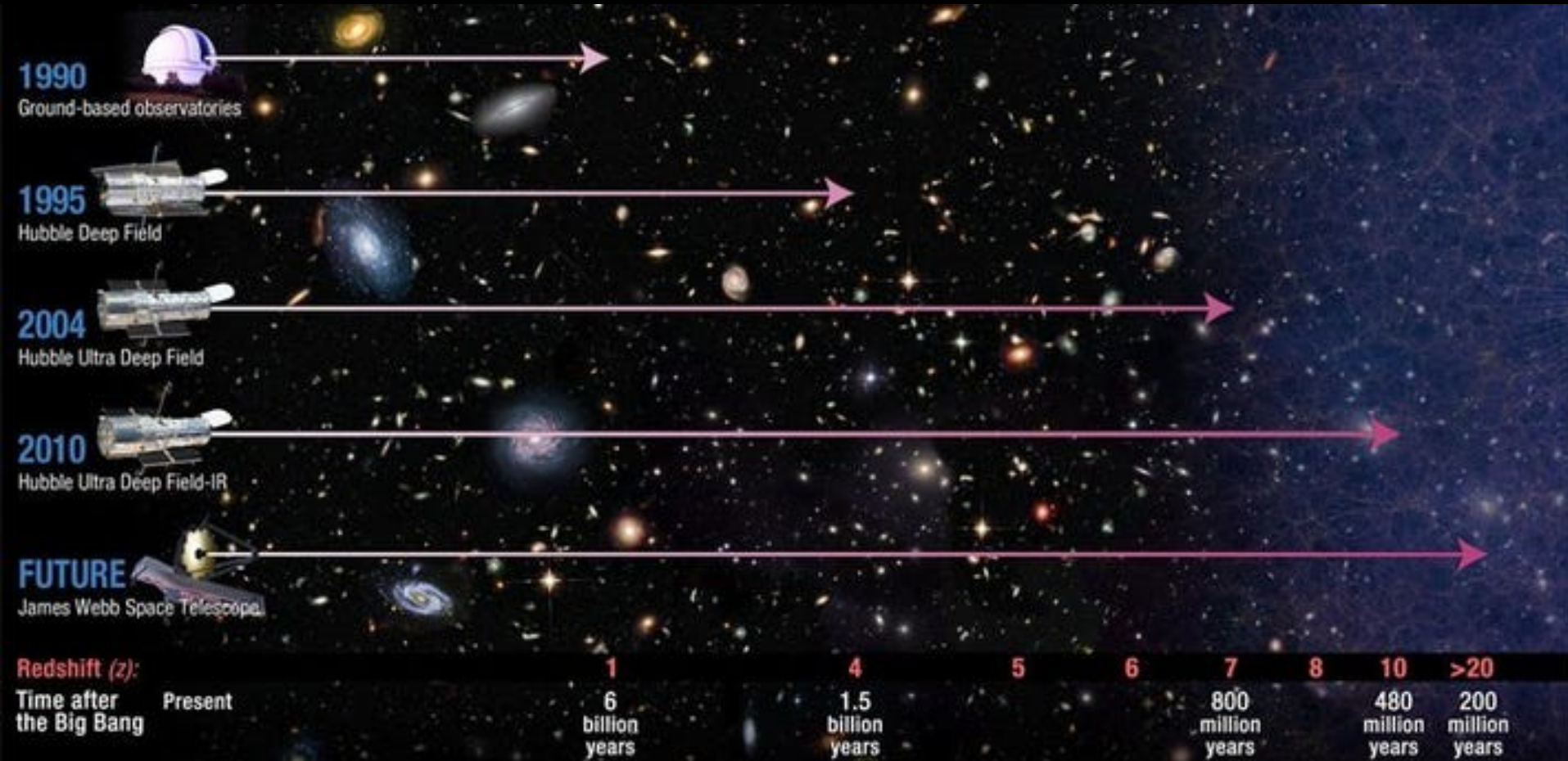


HST (Hubble Space Telescope)
1991 - oggi

JWST (James Webb Space Telescope)
Partito il 25/12/2021



Presente e futuro...



I primi ammassi - Protoammassi

- Compaiono qualche centinaio di milioni di anni dopo il Big Bang
- Struttura meno definita rispetto ad ammassi maturi
- Alto red-shift (spostamento dello spettro verso il rosso)
- Le galassie centrali mostrano grande attività di formazione stellare

Ricostruzione artistica di un ammasso in formazione

I primi ammassi - Protoammassi

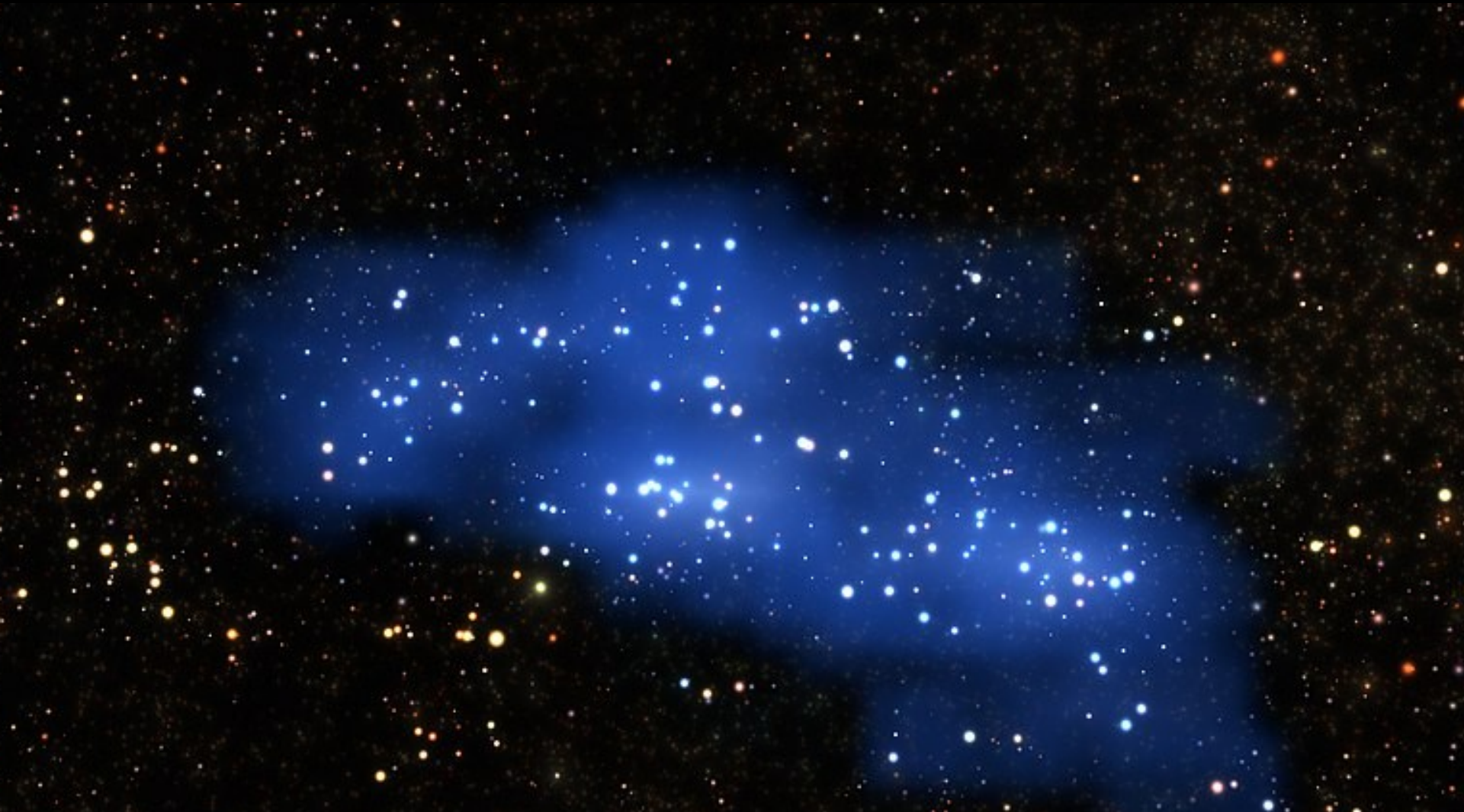


Galassia Ragnatela,
MRC 1138-262, 10 600 mln di a.l.



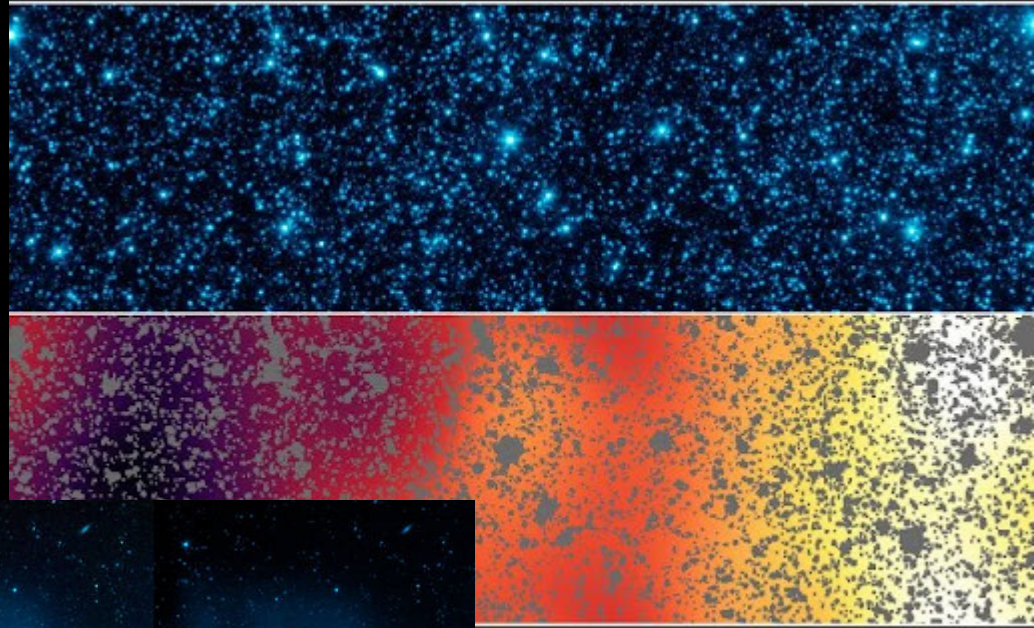
CL J1001+0220, 11 100 mln di a.l.

I primi ammassi - Protoammassi

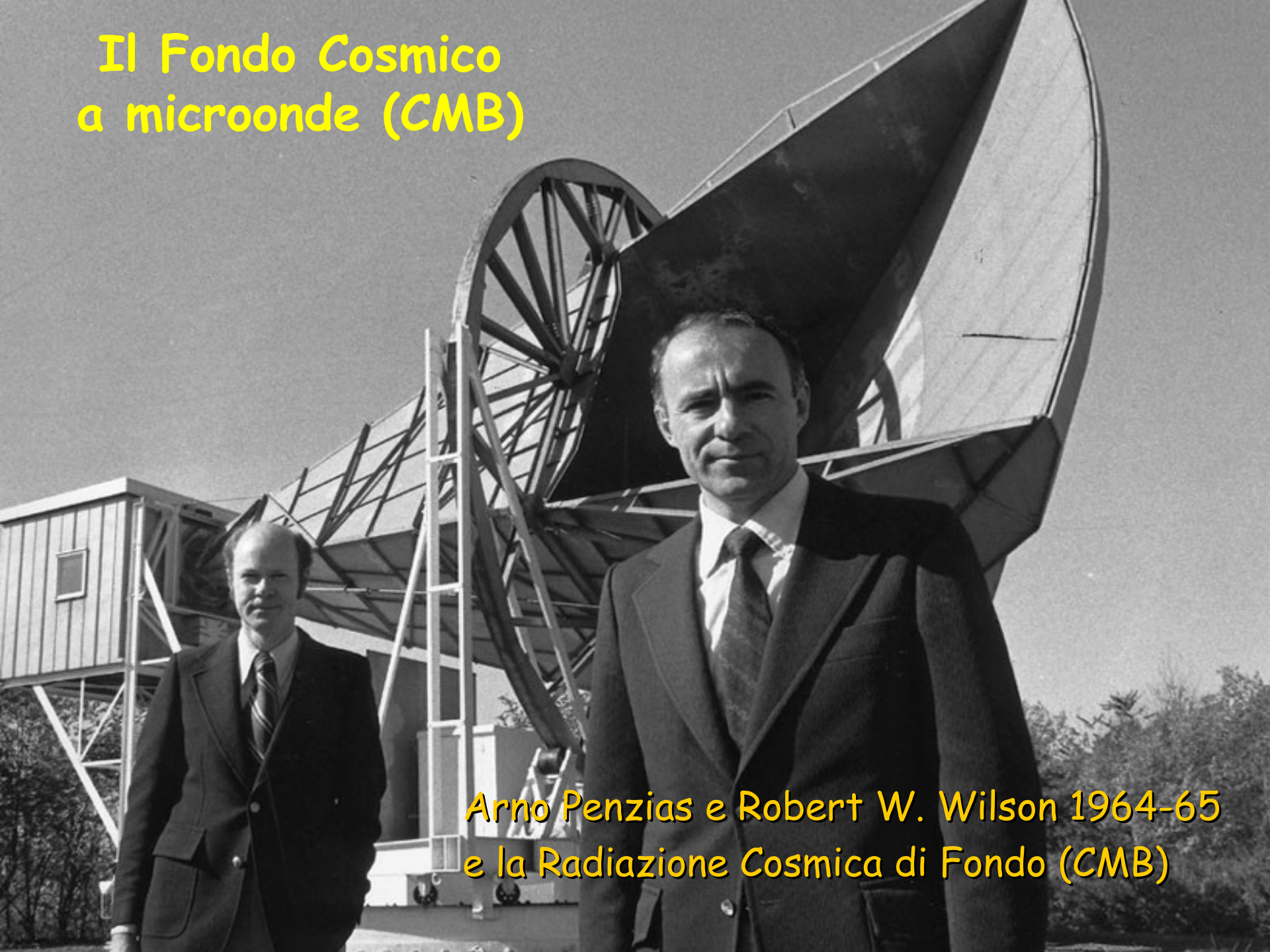


Protosuperammasso Hyperion, 2 300 milioni di anni dopo il BB

Il Telescopio Spaziale Spitzer e l'infrarosso

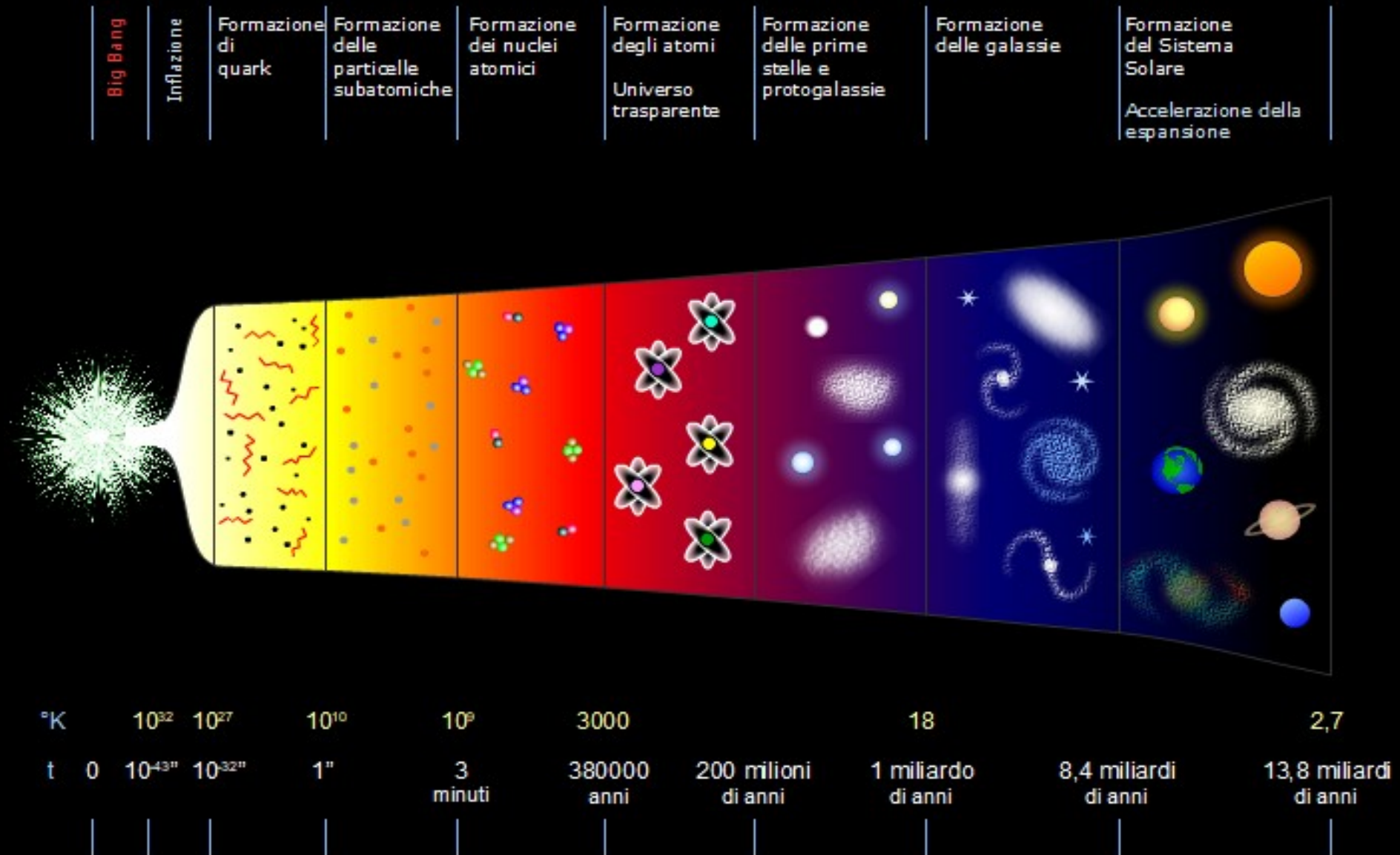


Il Fondo Cosmico a microonde (CMB)



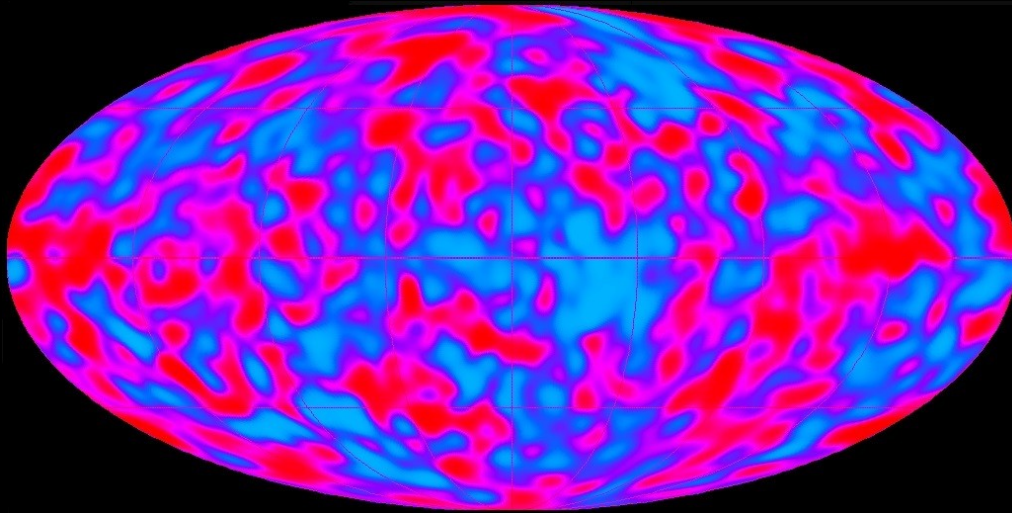
Arno Penzias e Robert W. Wilson 1964-65
e la Radiazione Cosmica di Fondo (CMB)

Dal Big Bang... a oggi !

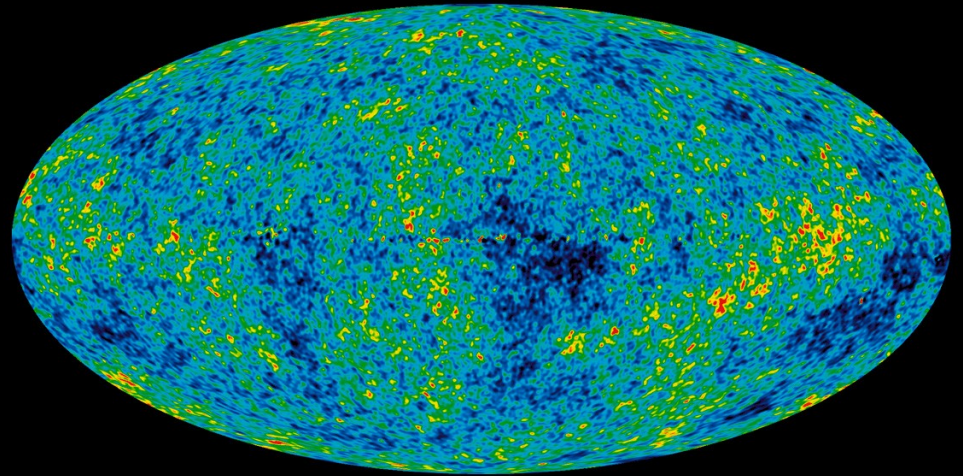


Il Fondo Cosmico a microonde (CMB)

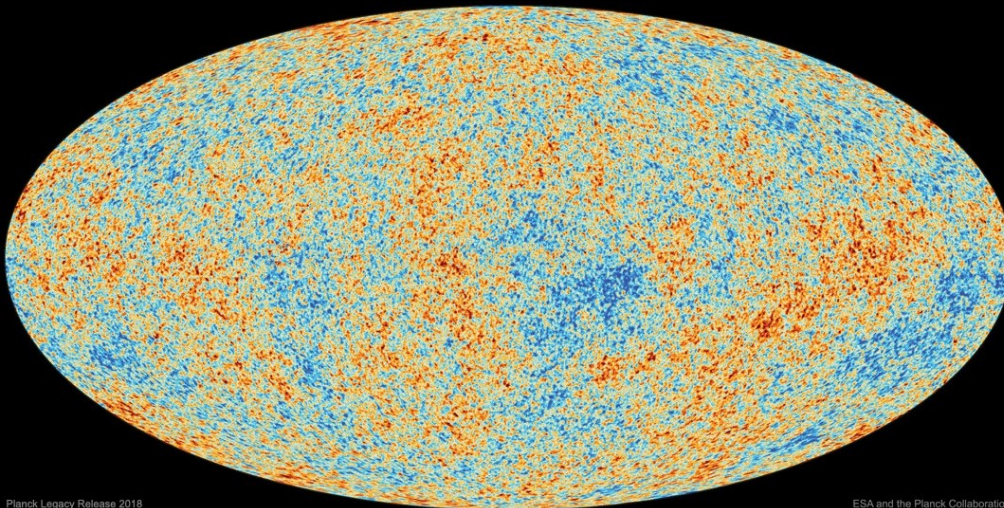
COBE (Cosmic Background Explorer)
1992



WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy
Probe) 2003



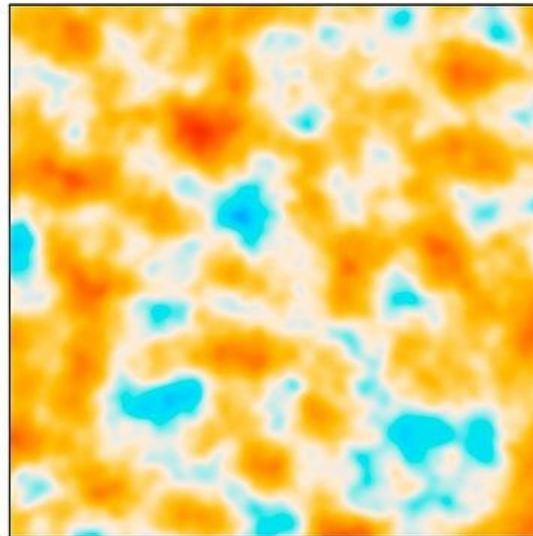
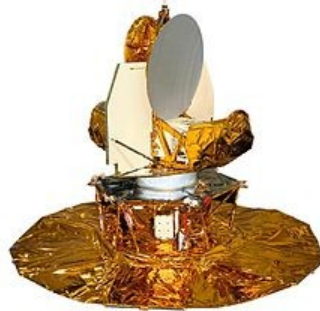
PLANK Surveyor (ESA) 2013



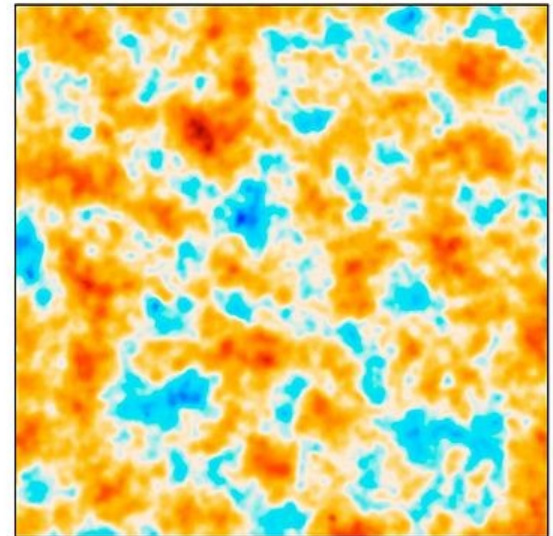
Il Fondo Cosmico a microonde (CMB)



COBE

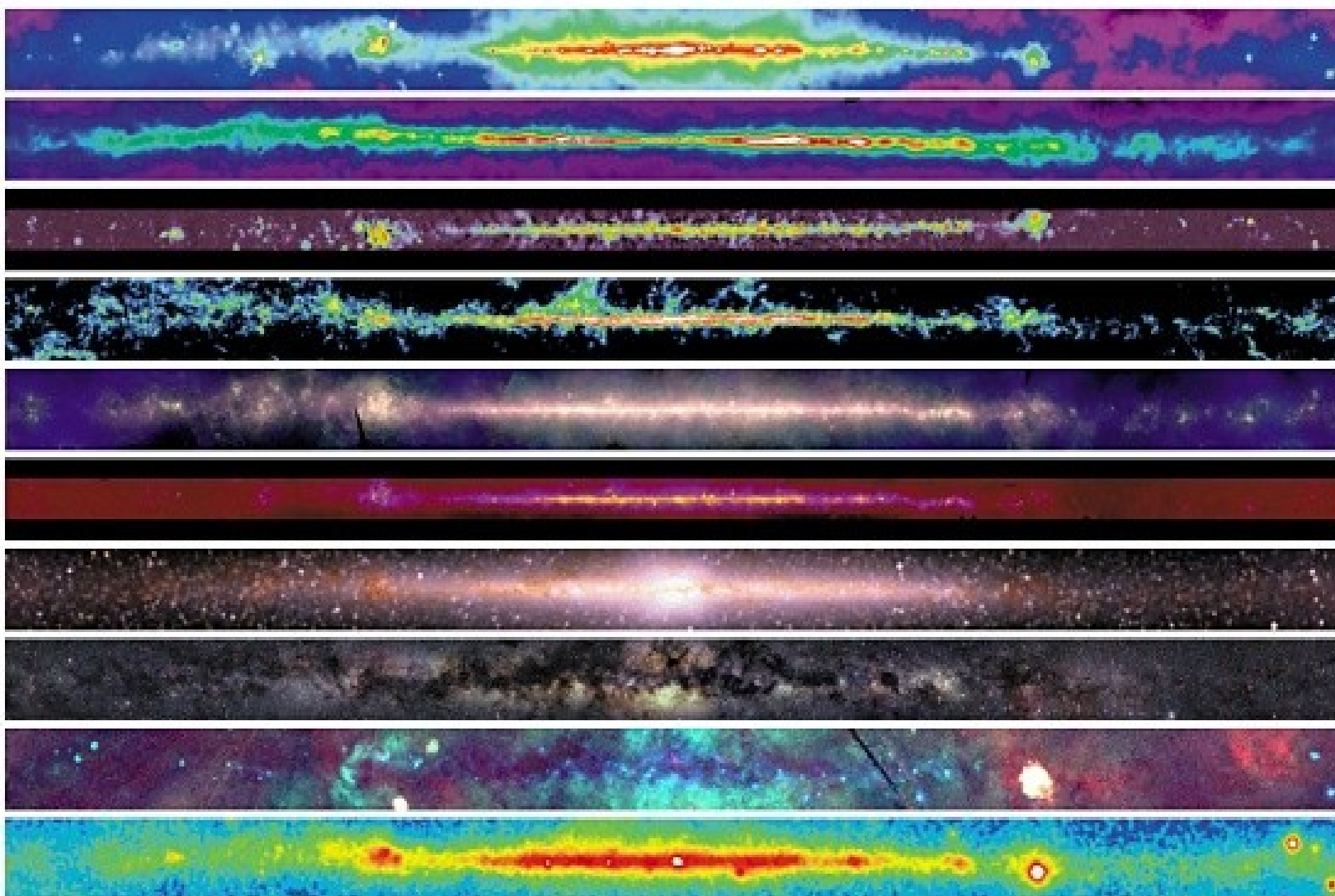


WMAP



Planck

L'astronomia multibanda



Onde radio
(0.4 GHz)

Idrogeno atomico

Onde radio
(2.7 GHz)

Idrogeno
molecolare

Infrarosso

Infrarosso medio

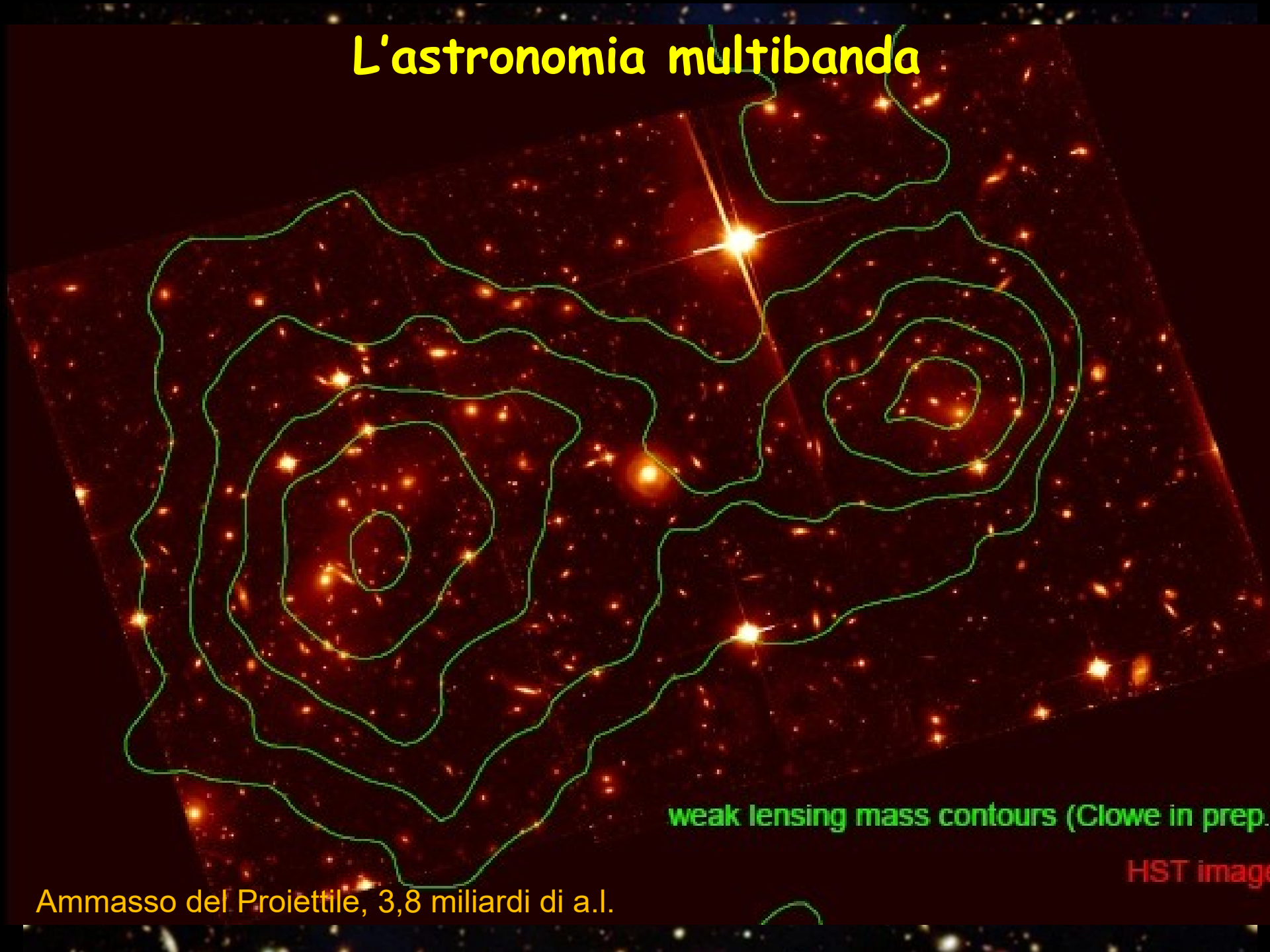
Infrarosso vicino

Luce visibile

Raggi X

Raggi gamma

L'astronomia multibanda



weak lensing mass contours (Clowe in prep.)

HST image

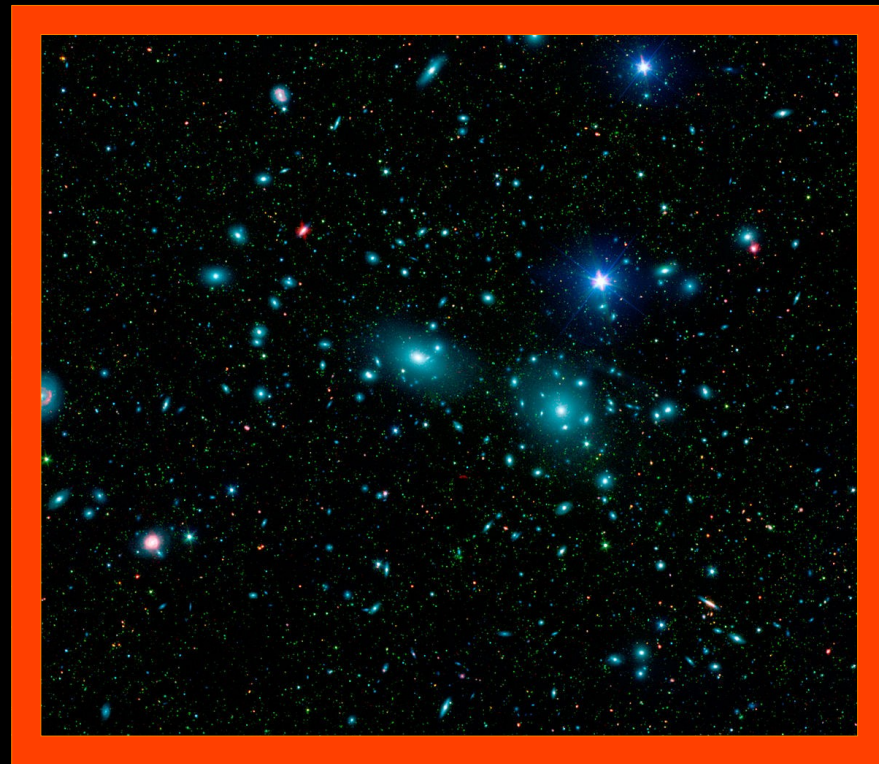
Ammasso del Proiettile, 3,8 miliardi di a.l.

La classificazione degli ammassi

- TIPO I: simmetria sferica, alta concentrazione al centro e galassie meno massicce nell'alone, galassia ellittica centrale supermassiccia (es. Abell 2199)
- Tipo I-II
- TIPO II: galassie ellittiche di luminosità relativa inferiore ai precedenti gruppi, simmetria intermedia e poveri di galassie a spirale (es. Ammasso della Chioma)
- Tipo II-III
- TIPO III: Privi di galassia centrale molto più luminosa delle altre, ricchi di spirali e privi di simmetria (es. Abell 2744, Ammasso di Pandora)



ABELL 2199 – TIPO I



Ammasso della Chioma – TIPO II

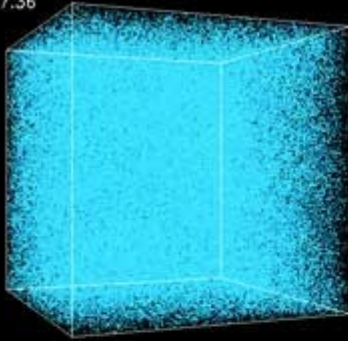


ABELL 2744 – TIPO III

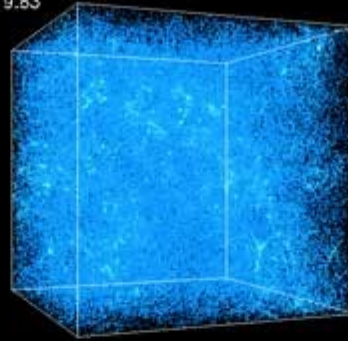
La formazione degli ammassi

https://www.lescienze.it/news/2014/05/07/video/simulazione_evoluzione_universo_illustris-2128792/1/

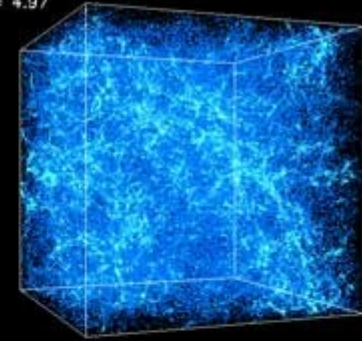
$z=27.36$



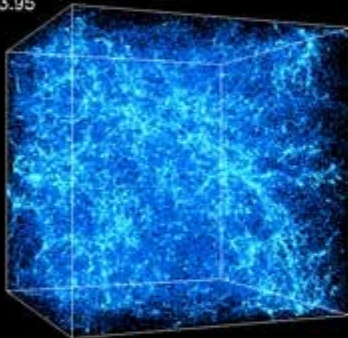
$z=9.83$



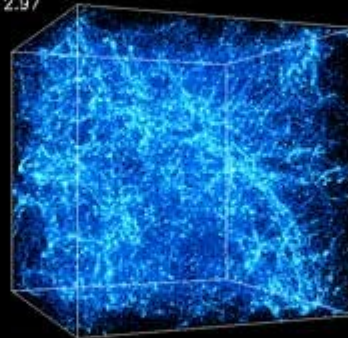
$z=4.97$



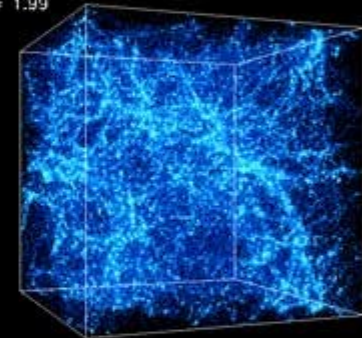
$z=3.95$



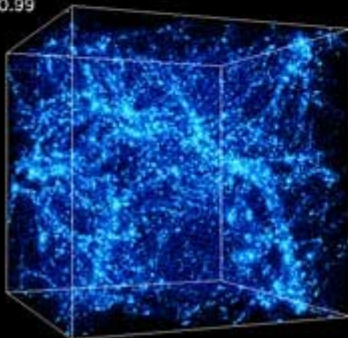
$z=2.97$



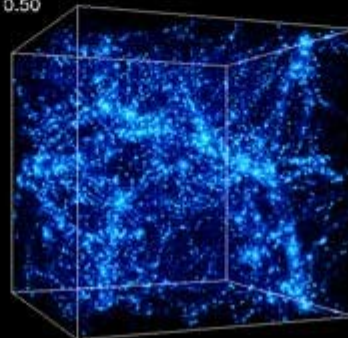
$z=1.99$



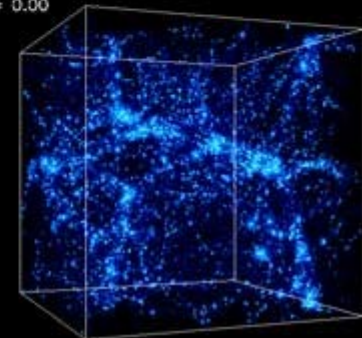
$z=0.99$



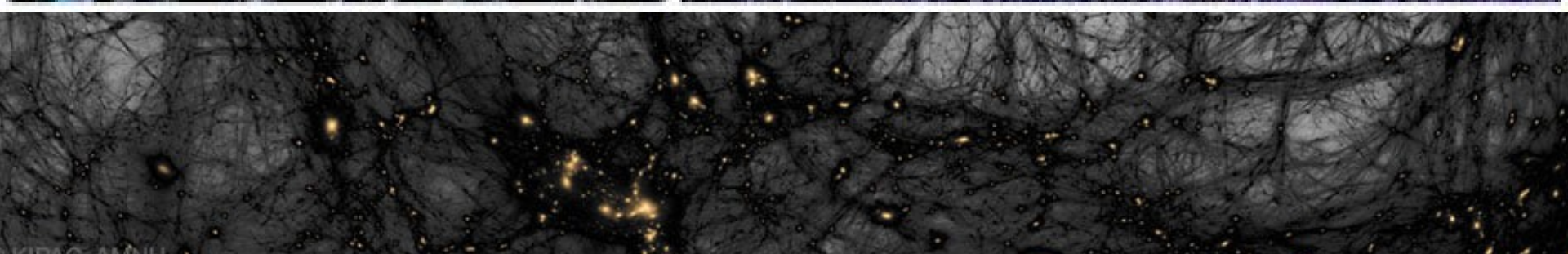
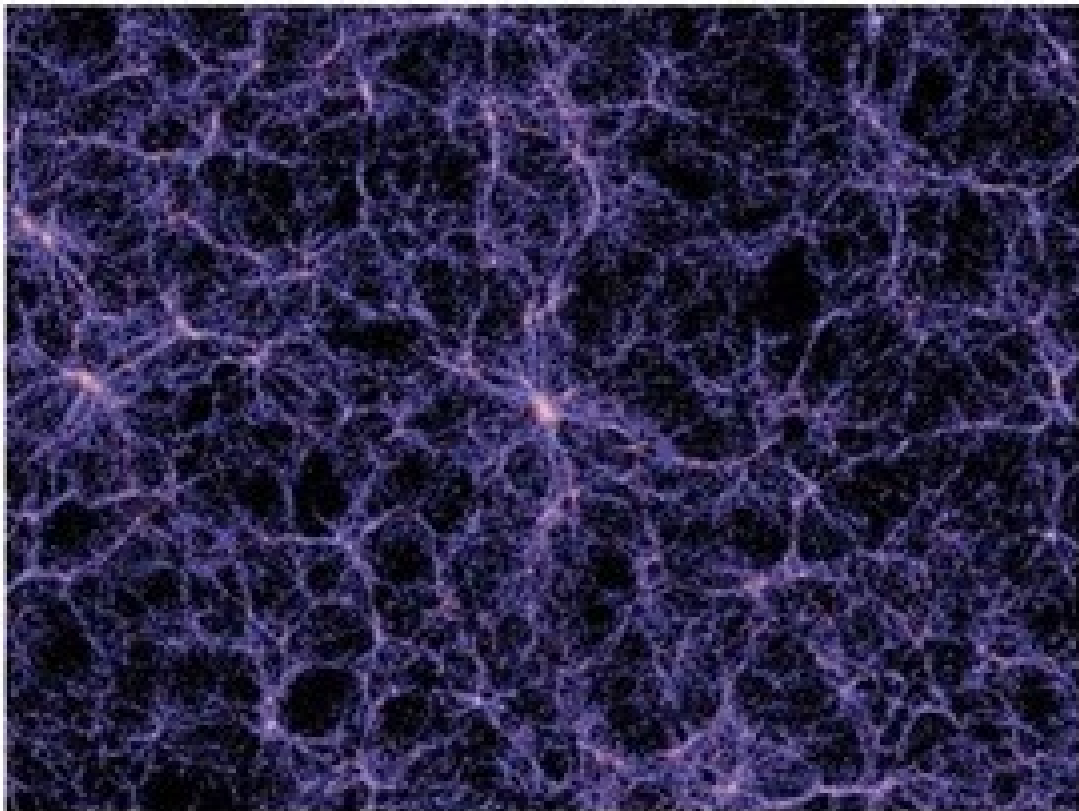
$z=0.50$



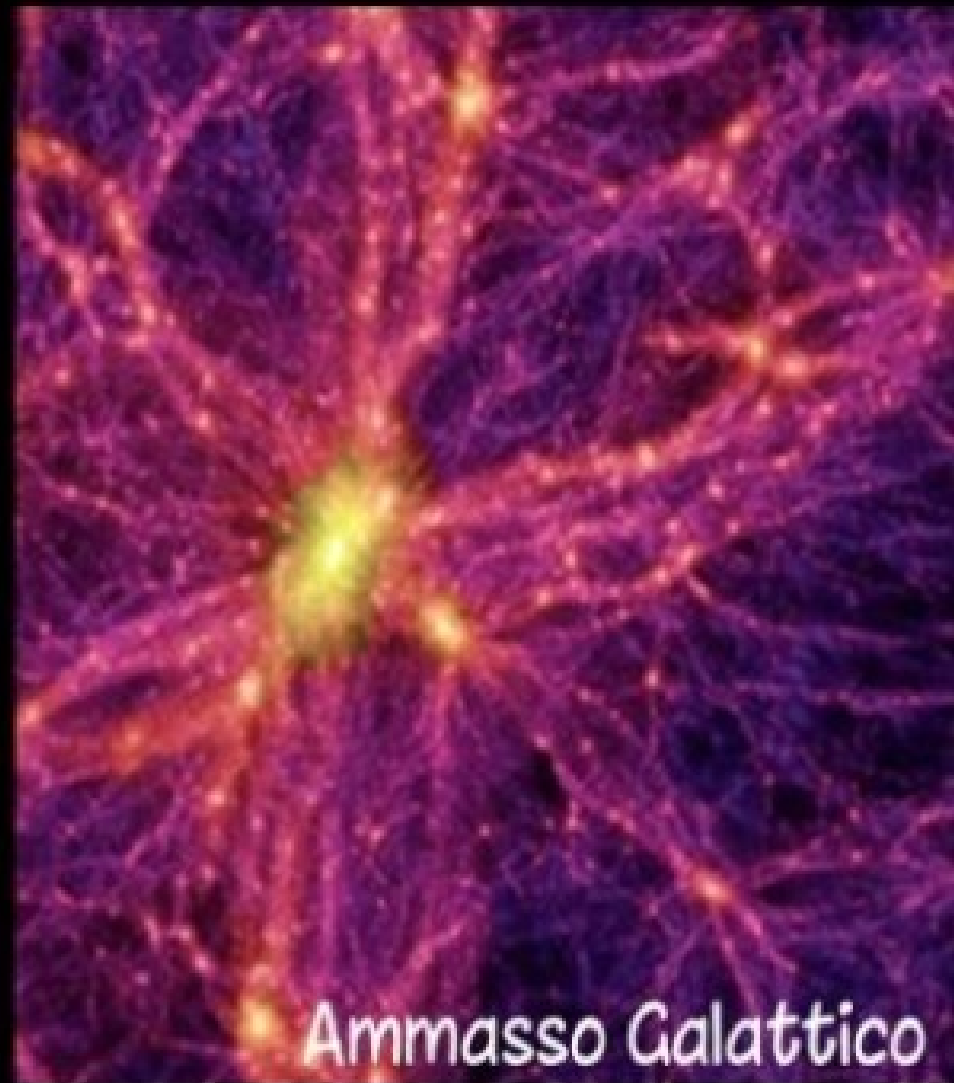
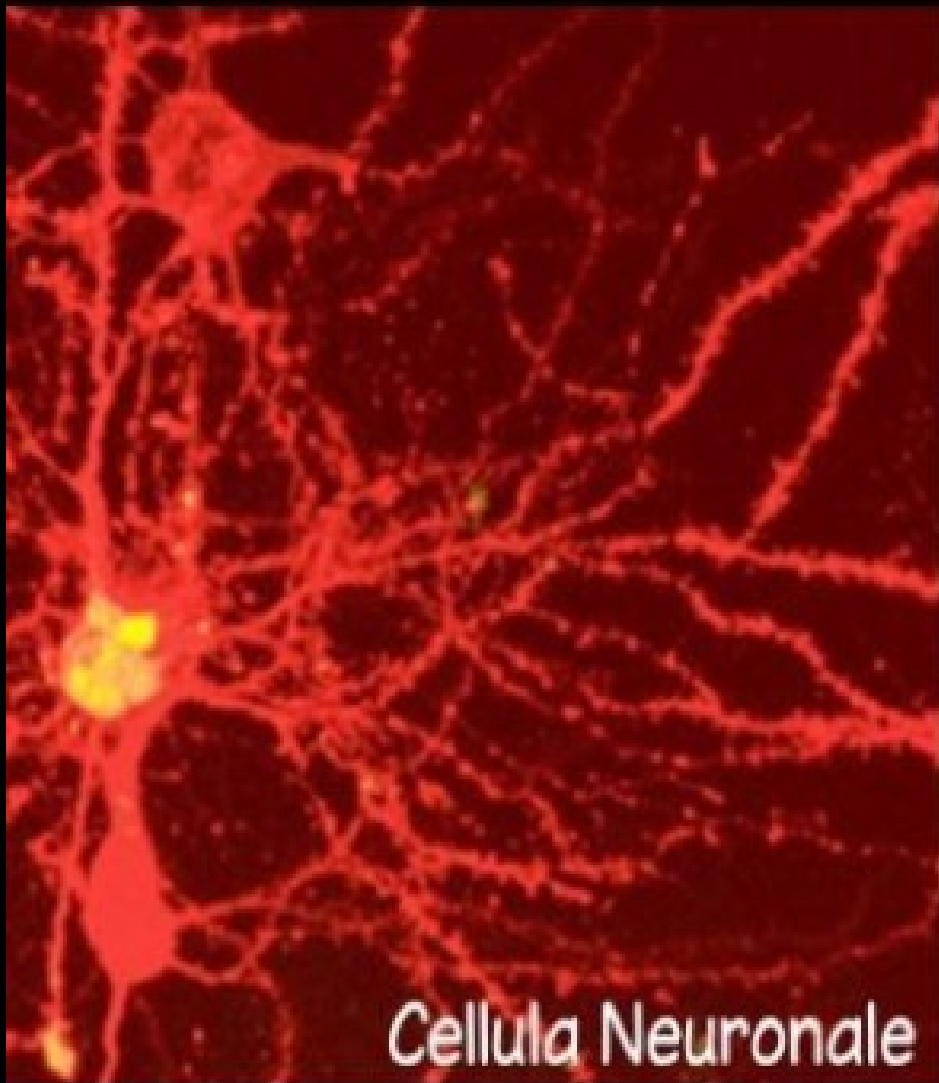
$z=0.00$



I teorici e le simulazioni

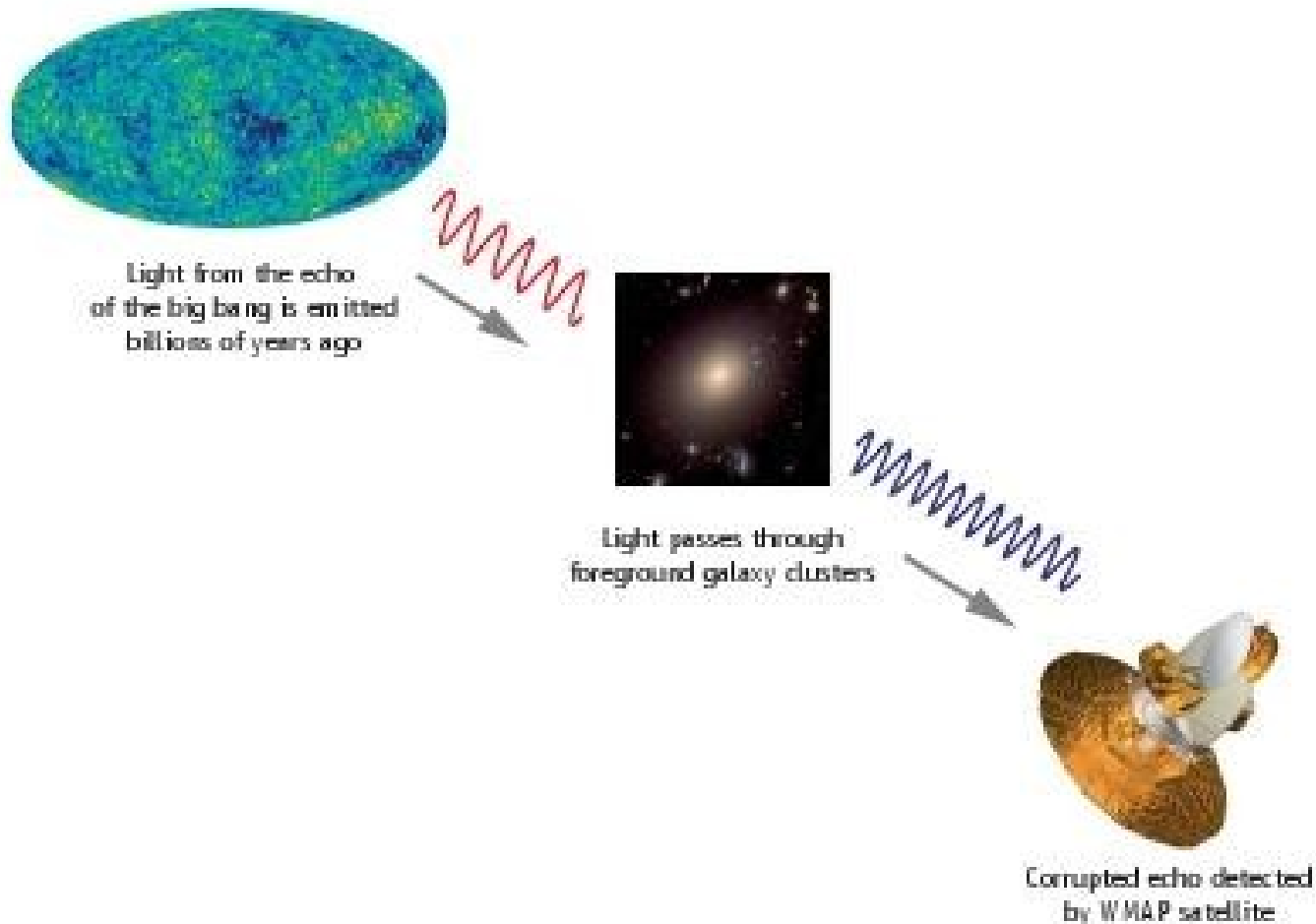


I teorici e le simulazioni



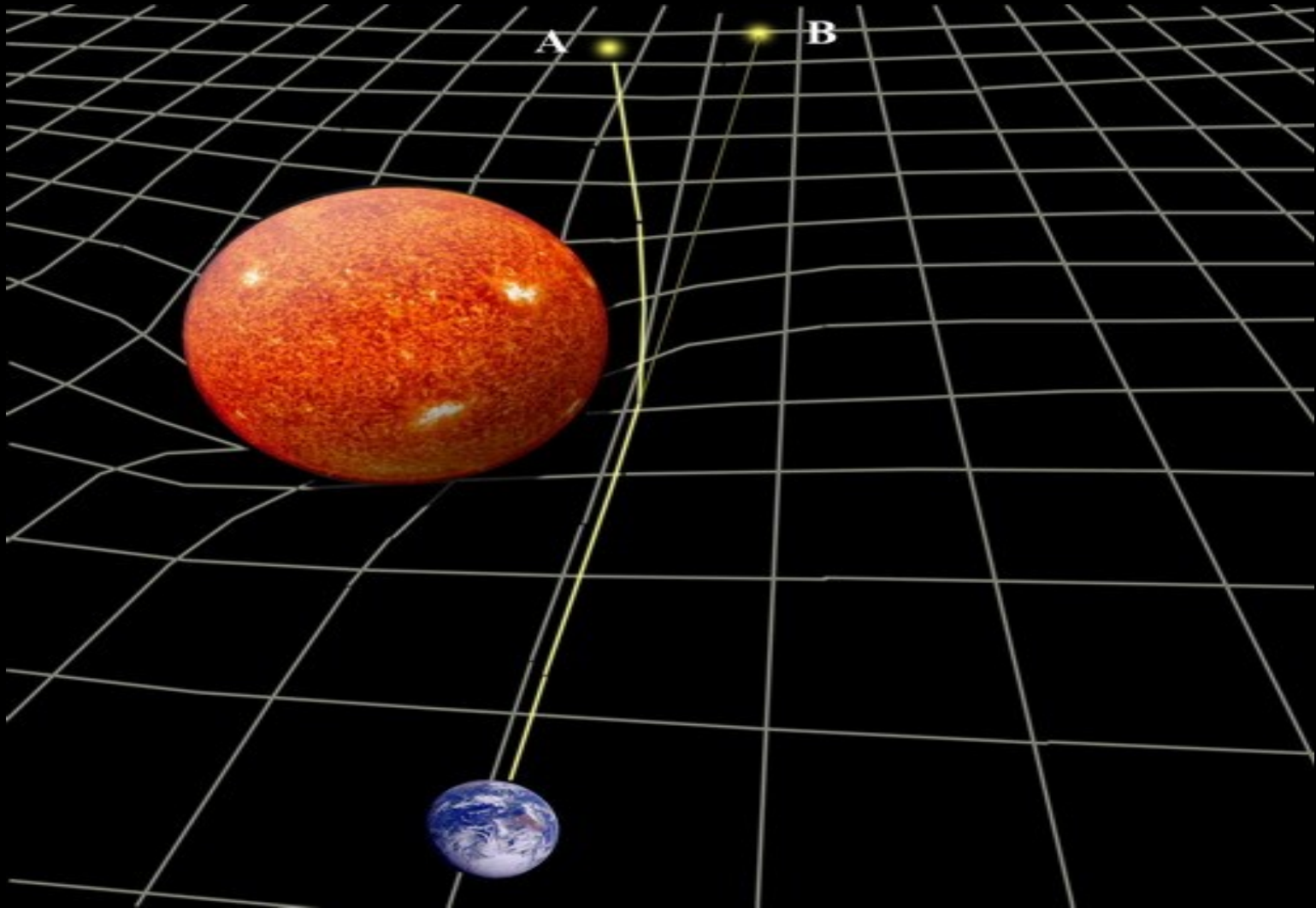
La massa degli ammassi di galassie

Effetto Sunyaev-Zeldovich, distorsione della CMB

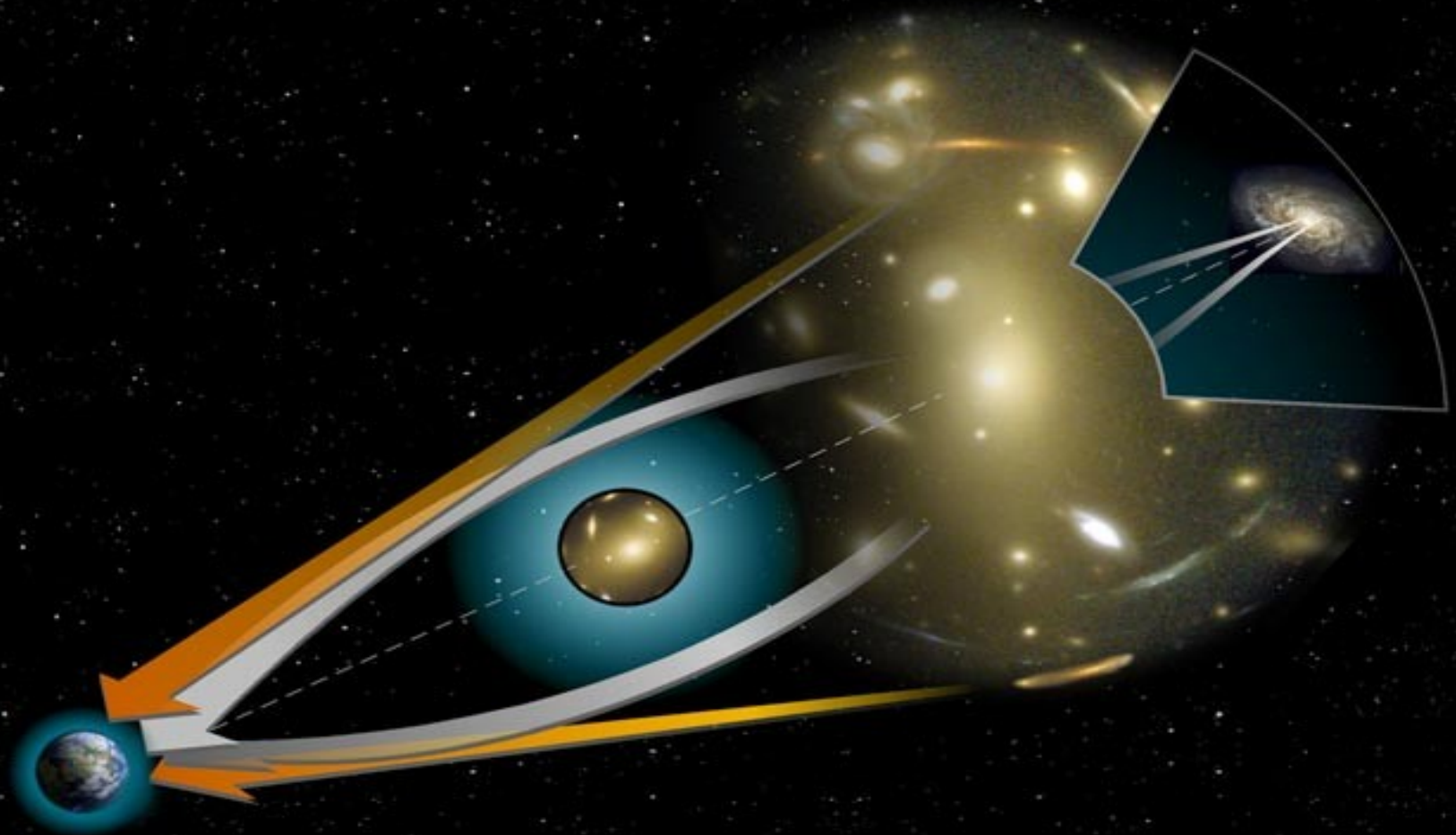


La massa degli ammassi di galassie

Fenomeno di Lente Gravitazionale, dalla Relatività di Einstein

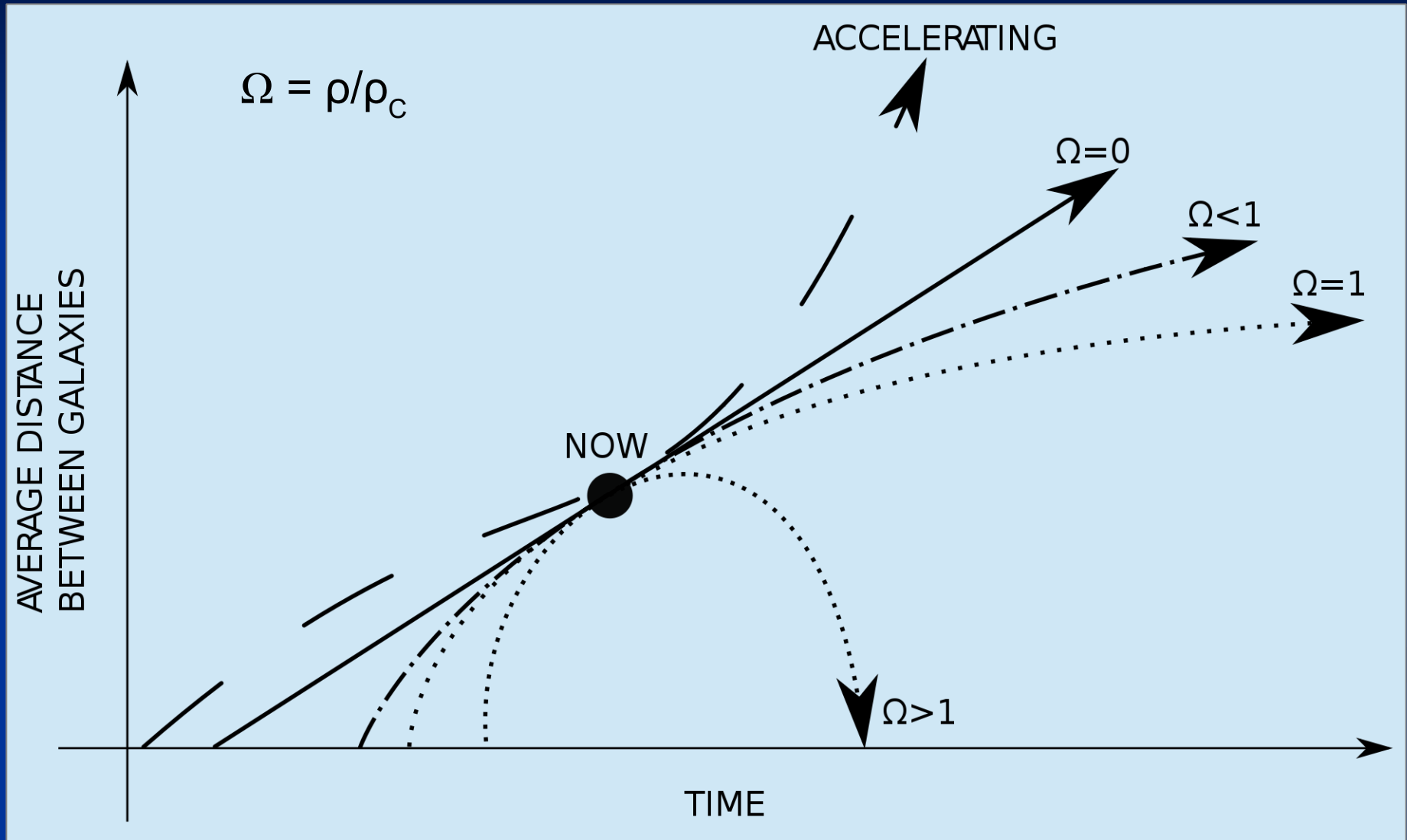


La massa degli ammassi di galassie



Fenomeno di Lente Gravitazionale

La massa delle strutture a larga scala e l'Universo

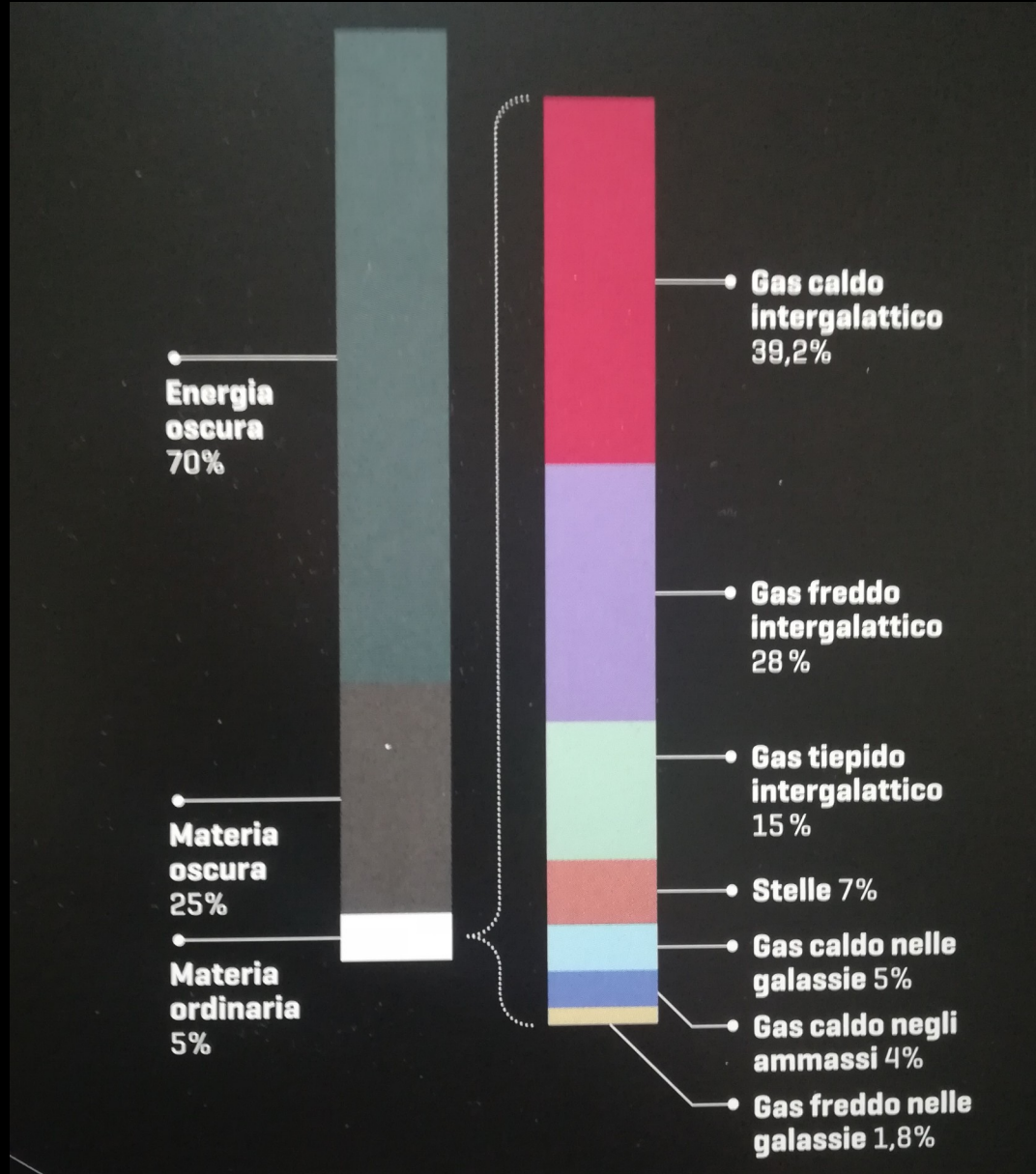


Com'è fatto l'Universo?

- Materia Ordinaria 5 % → visibile
 - Materia Oscura 27 % → distr. disomogenea
 - Energia Oscura 68 % → distr. omogenea
- } invisibili

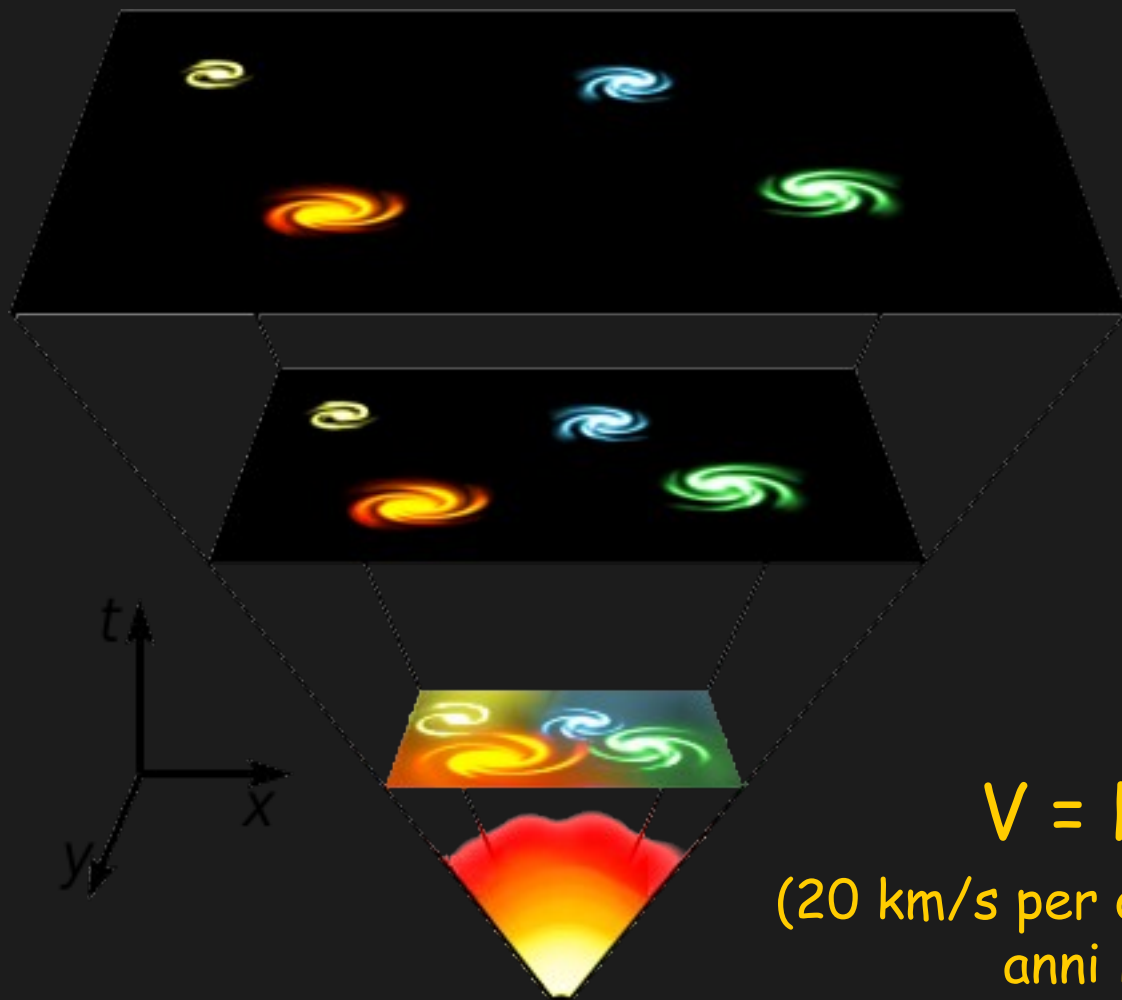


Com'è fatto l'Universo?



Espansione Omogenea e Isotropa dell'Universo

Il ritmo di espansione cambia con il tempo???



$$V = H_0 d$$

(20 km/s per ogni milione di anni luce)

L'Universo rallenta?

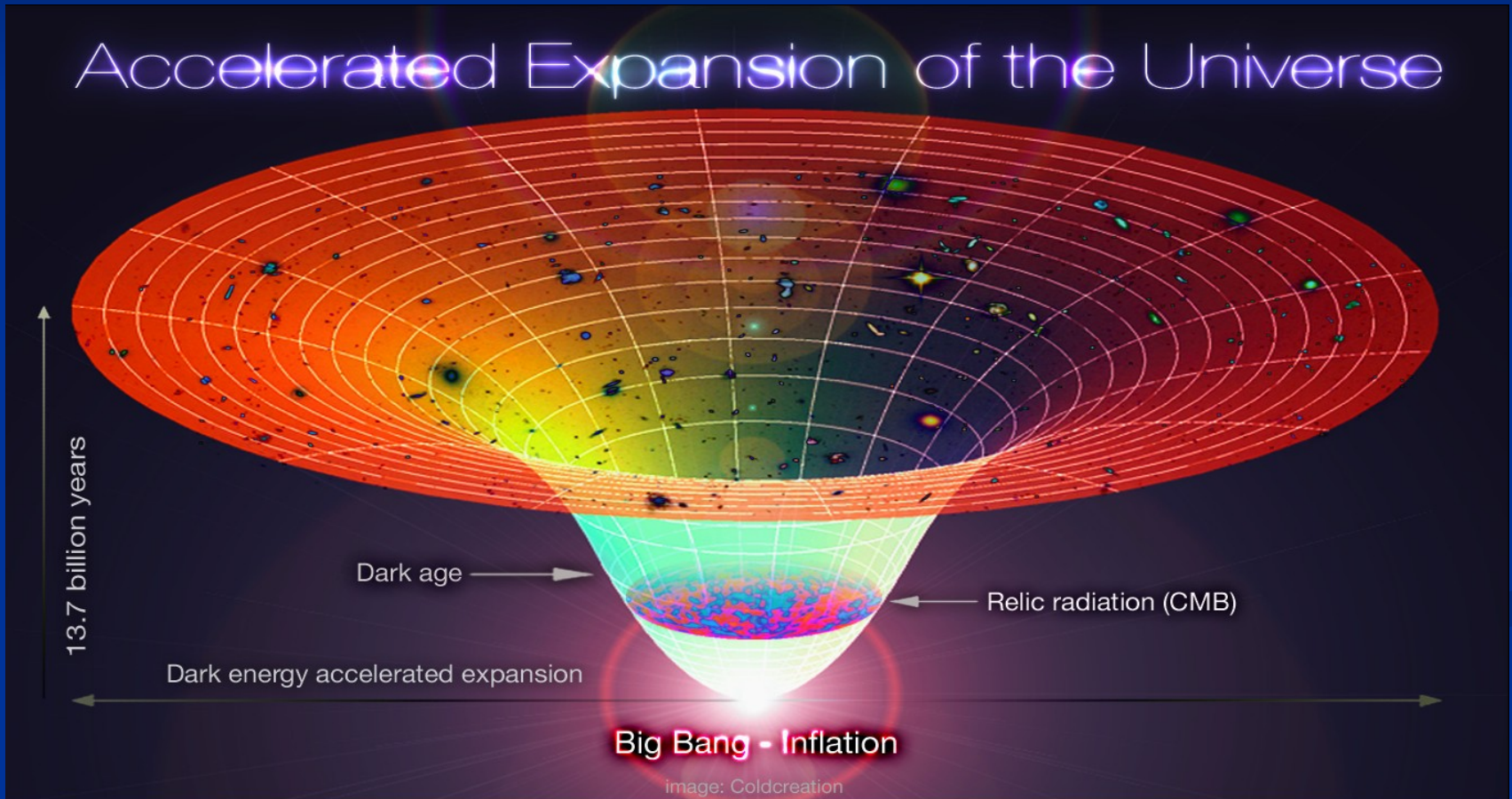
1998 - Brian Schmidt e Adam Riess (Nobel 2011)

- High-z Supernova Search Team
 - Supernova Cosmology Project
- } L'Universo accelera

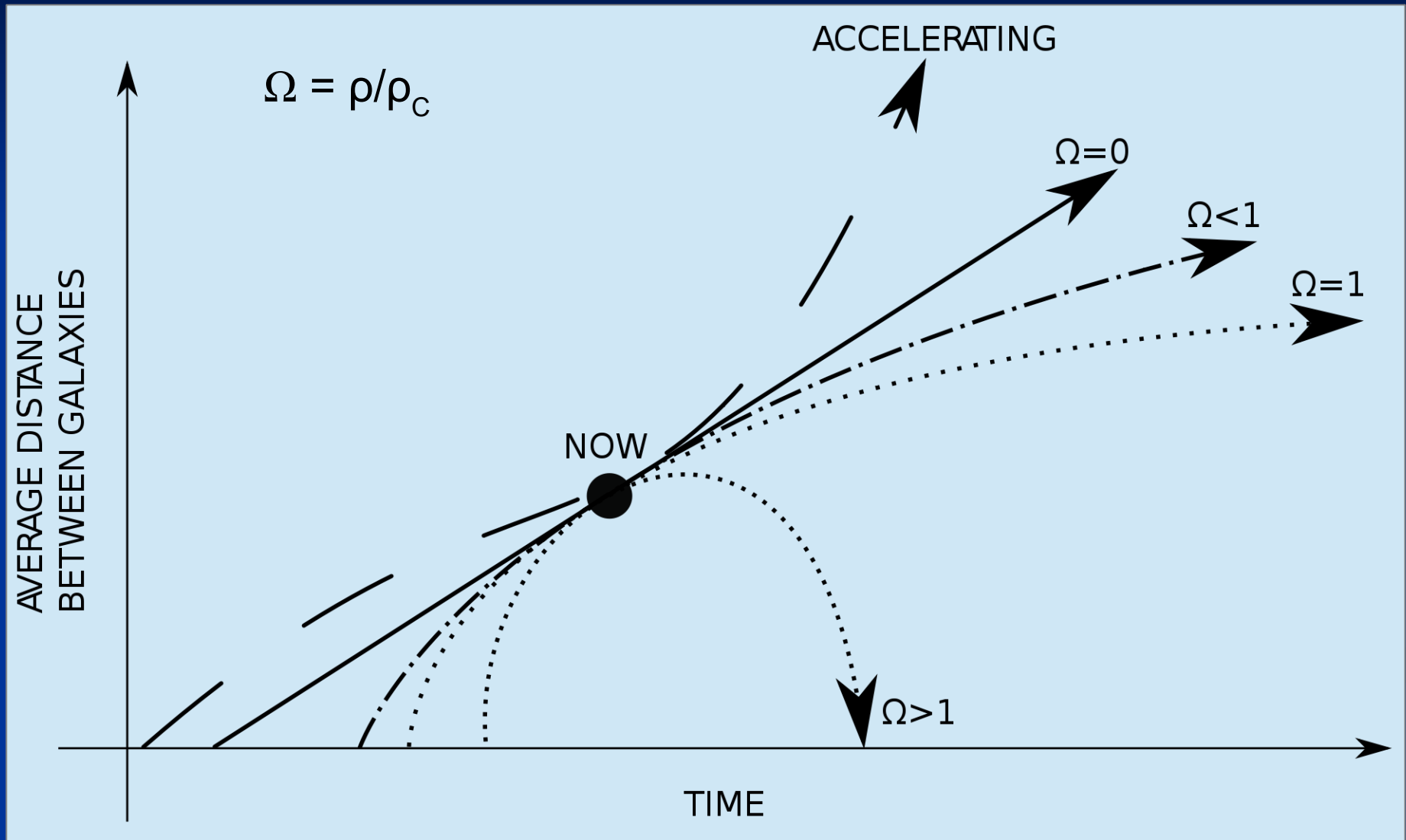


L'Inflazione - Alan Guth 1980

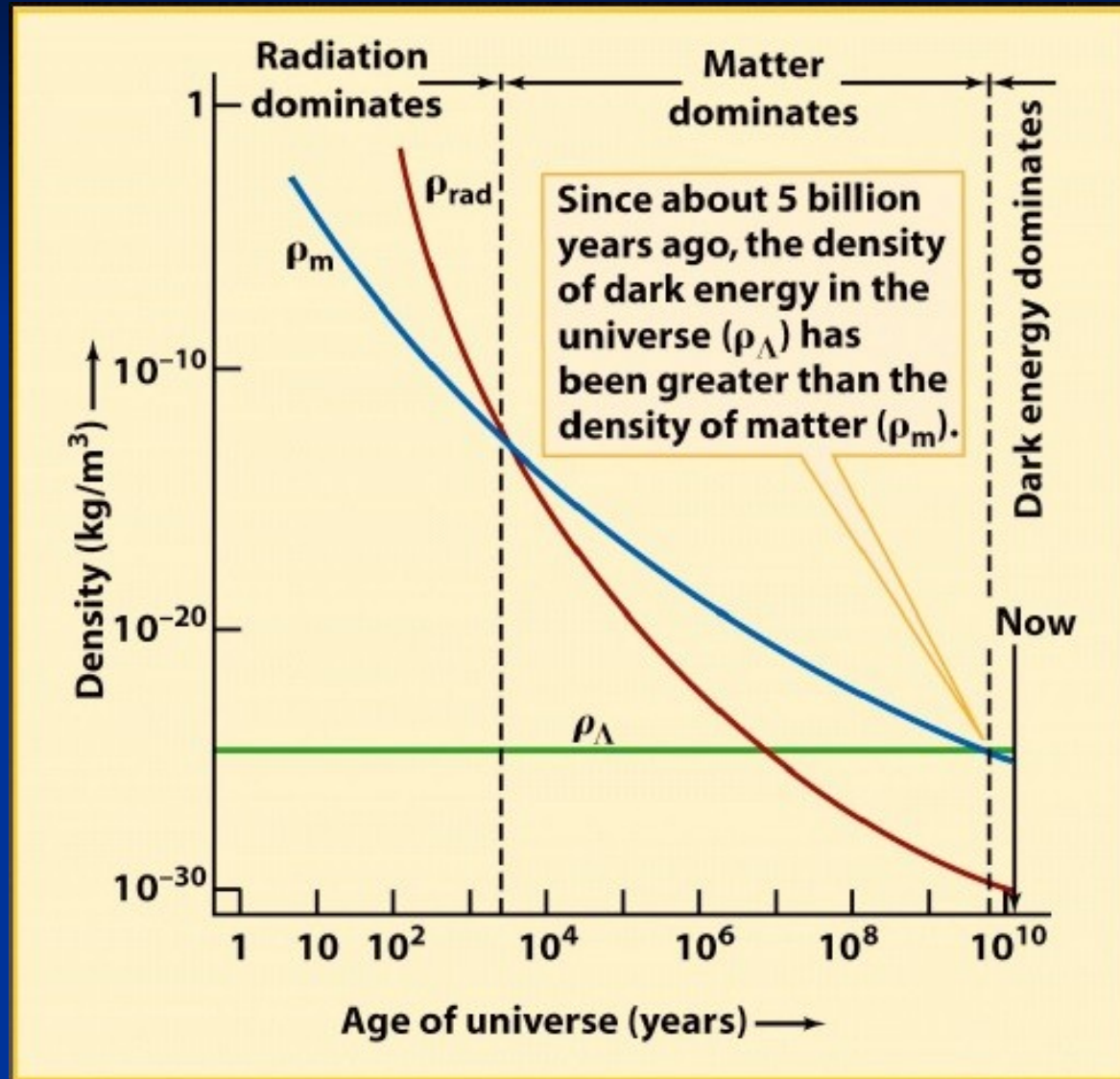
Tutto nell'intero universo osservabile è stato in contatto con tutto!!!



Modelli di Universo secondo la Relatività



Modelli di Universo secondo la Relatività



Il Destino dell'Universo

- L'En. Oscura domina l'Universo cadenzando il ritmo della sua espansione, e continuerà a farlo, dato che la sua densità rimane costante, mentre la densità di materia e della radiazione vanno diluendosi con il crescere dell'Universo.
- In futuro l'espansione continuerà a un ritmo sempre maggiore, fino al superamento della velocità della luce.
- Si sta creando spazio tra le galassie a un ritmo sempre crescente (moti superluminali).
- A quel punto le galassie non saranno più visibili (usciranno dal nostro orizzonte).

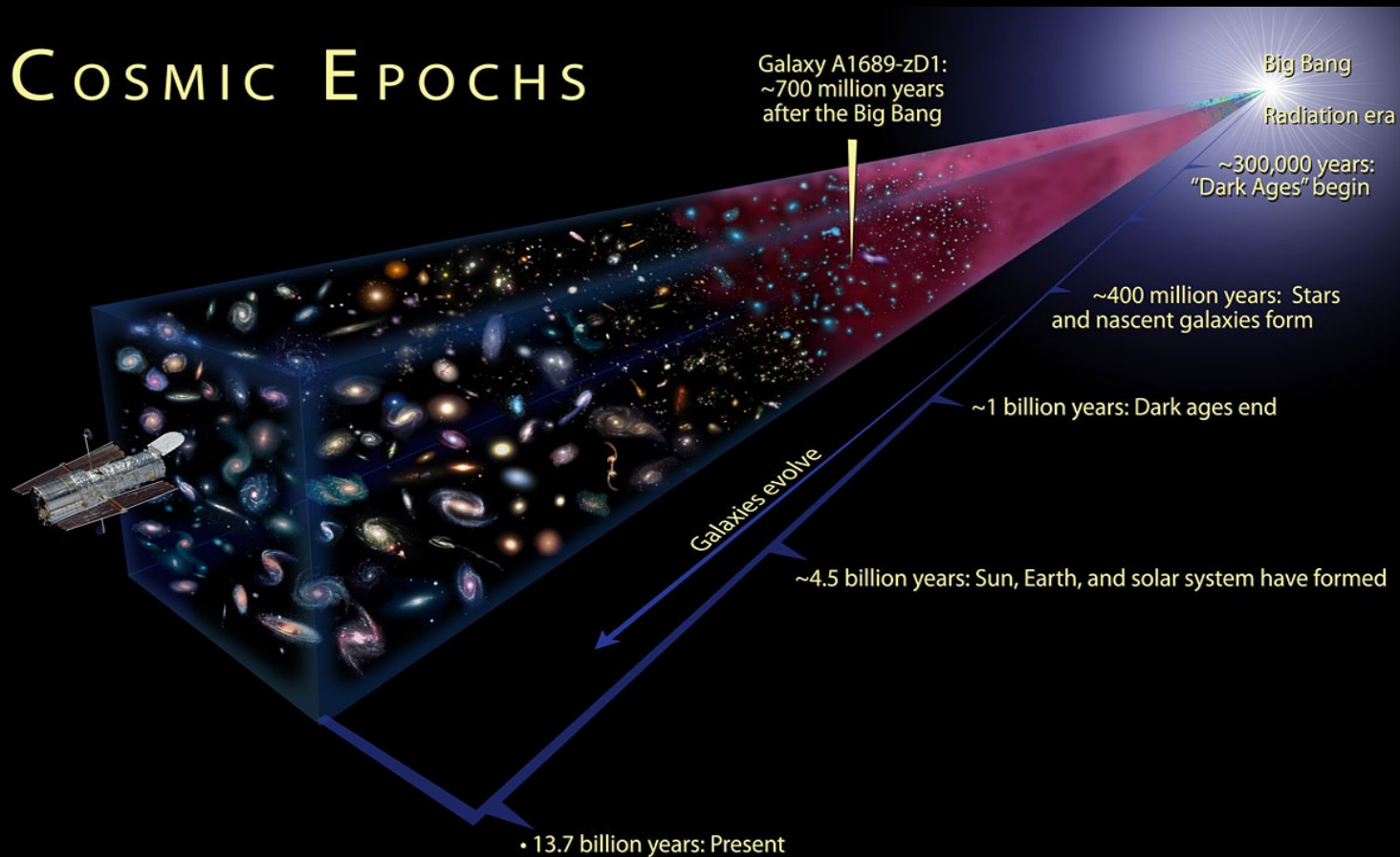


Riassumendo...

"Ciò che conosciamo è soltanto una goccia d'acqua; ciò che ignoriamo è l'oceano"



COSMIC EPOCHS

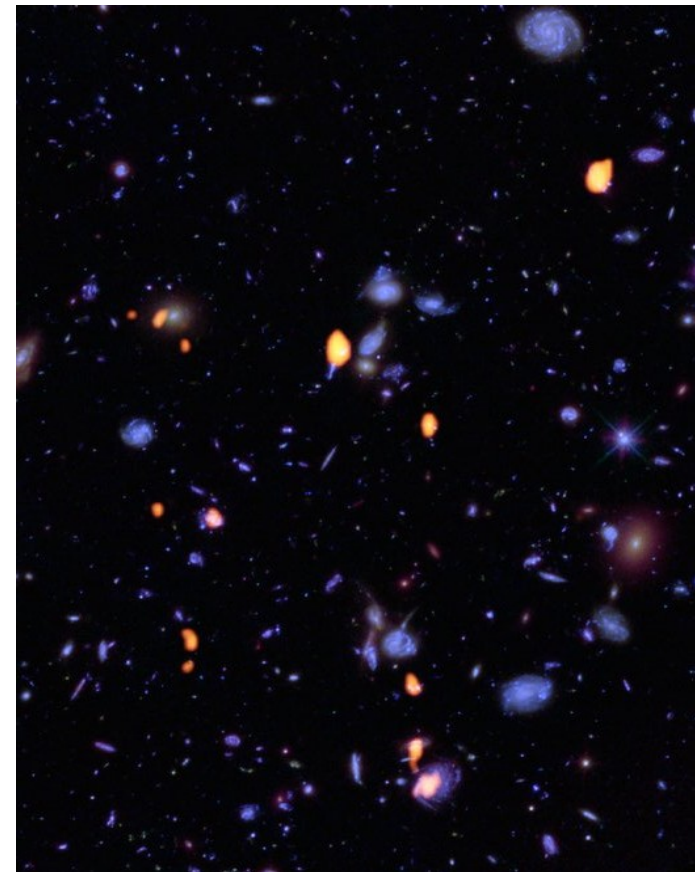


Bibliografia

- Atlante nel Cosmo (National Geographic) - Gli ammassi di Galassie, 2019
- Viaggio nell'Universo FABBRI ed., "Il Big Bang" e "L'Universo in espansione", 2001
- Alberto Casas, "La Materia Oscura", RBA, 2015
- Stephen Hawking, "Dal big bang ai buchi neri. Breve storia del tempo", 1988, traduzione di L. Sosio, BUR, 2000
- B.W. Carrol, D.A. Ostlie, "An Introduction to Modern Astrophysics", ed. Pearson, 2003
- L. Ferretti, I.M. Gioia, G. Giovannini, "Merging processes in Galaxy Clusters", Kluwer Academic Publishers, 2002
- Supernova Cosmology Project: <http://panisse.lbl.gov/>

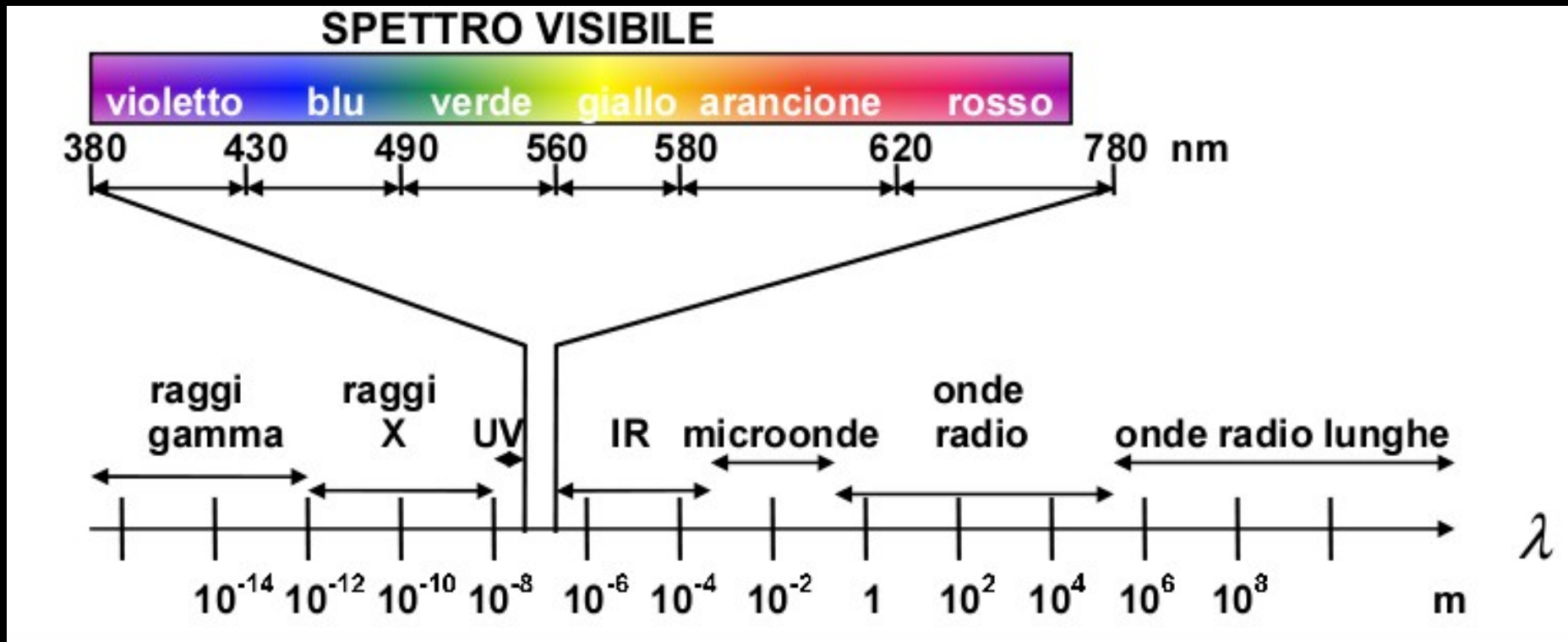


Grazie



Hubble Ultra Deep Field

Spettro elettromagnetico



Estinzione atmosferica

