

# ALLE COLONNE D'ERCOLE

NAVIGANDO AI CONFINI DELL'IMPRESA SCIENTIFICA

La mostra è realizzata in occasione della XXIV edizione del Meeting per l'amicizia fra i popoli, articolata manifestazione culturale, in cui si svolgono convegni, dibattiti, testimonianze, mostre, spettacoli e avvenimenti sportivi. Si tiene a Rimini dal 1980, nell'ultima settimana del mese di agosto. È un grande momento pubblico, occasione di confronto, di incontro e dialogo fra uomini di culture e fedi diverse, a conferma dell'apertura e dell'interesse a tutti gli aspetti della realtà che caratterizza l'esperienza cristiana.

È un momento di grande vivacità reso possibile ogni anno da oltre duemila volontari, di varie età e provenienza, che contribuiscono all'unicità di questo avvenimento nel panorama internazionale.

EURESIS 2003

GLI ESTREMI DEL MONDO IN TUTTE LE  
DIREZIONI

PICCOLO

GRANDE

AL FIANCO

AL SO



# NAVIGANDO AI CONFINI DELLE IMPRESE SCIENTIFICHE



## ALLE COLONNE D'ERCOLE

**Coordinamento:**  
Marco Bersanelli, Tommaso Bellini,  
Paolo Cappelletti, Davide Proserpi,  
Elio Sindoni, Carlo Sozzi,  
Marco Di Biase

**Vuoto:**  
Diego Mansi, Marco Cristoforetti,  
Valeria Frisullo, Valentina Perelli,  
Giuliano Zanchetta, Marta Savorani,  
Michele Benetti, Michele Moresco,  
Cristina Lenardi, Elisabetta Chierici

**Denso:**  
Nicola Sabatini, Saul Garavaglia,  
Mariachiara Rossetti, Simona Pezzati,  
Paolo Bolzoni, Francesco Del Torto

**Piccolo:**  
Paolo Cappelletti, Maria Elena  
Monzani, Chiara Meroni, Giulio  
Albini, Michele Magistretti, Roberto  
Somaschini, Marco Ragazzi, Carmela  
Cupeto, Emanuele Uccelli, Lucio Rossi

**Grande:**  
Davide Maino, Marco Bersanelli,  
Paola Platania, Benedetta Cappellini,  
Simona Donzelli.

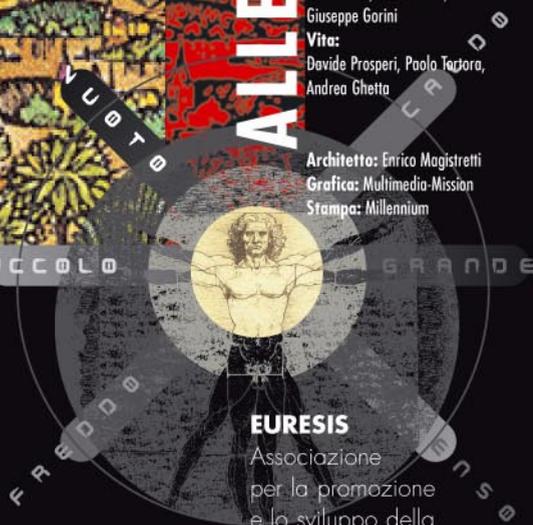
**Freddo:**  
Tommaso Bellini, Marco Caggioni,  
Paola Ferrario, Stefano Lazzari,  
Anna Marzeggalli, Tommaso Mazza,  
Massimo Sorbi

**Caldo:**  
Carlo Sozzi, Elio Sindoni,  
Giuseppe Gorini

**Vita:**  
Davide Proserpi, Paolo Tajara,  
Andrea Ghetta

**Architetto:** Enrico Magistretti  
**Grafica:** Multimedia-Mission  
**Stampa:** Millennium

La scienza moderna estende la nostra capacità di conoscere la realtà fisica fino a situazioni estremamente lontane da quelle della nostra normale esperienza. In queste condizioni, dove le capacità razionali e tecnologiche sono spinte all'estremo, la natura della conoscenza scientifica appare con particolare chiarezza. Conoscenza e limite, conoscenza e mistero: la tensione tra questi due poli, sempre presenti insieme e simultaneamente, è al cuore del fascino della ricerca. Scrutando la realtà ai suoi confini, appare più evidente il carattere affascinante e irriducibile del reale. Ma questo carattere riguarda la realtà tutta: il mistero non è solo ciò che sta oltre il limite, ma è nella profondità di quello che è sotto i nostri occhi.



### EURESIS

Associazione  
per la promozione  
e lo sviluppo della  
cultura e del lavoro  
scientifico

PRESENTA :

### Alle colonne d'Ercole

Navigando ai  
confini dell'impresa  
scientifica

# LA COSA PIÙ INCOMPRESIBILE DELL'UNIVERSO

È IL FATTO  
CHE ESSO SIA  
COMPRESIBILE

ALBERT EINSTEIN

LA MOSTRA CONDUCE ALLE ESTREMITÀ DEL MONDO FISICO CONOSCIUTO SECONDO LE TRE COORDINATE:

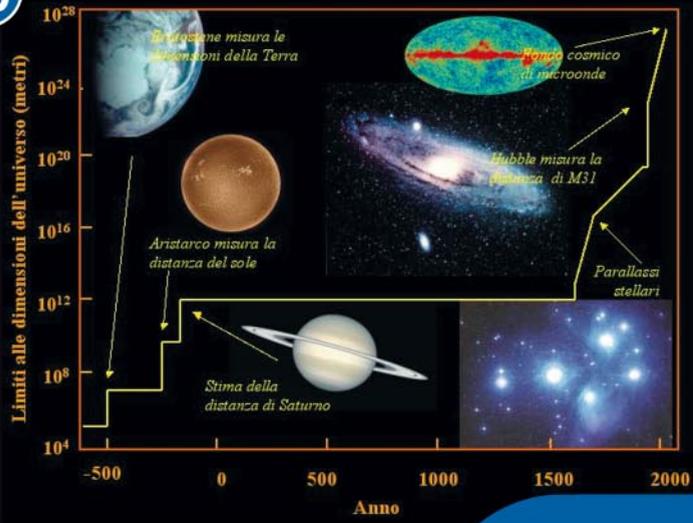
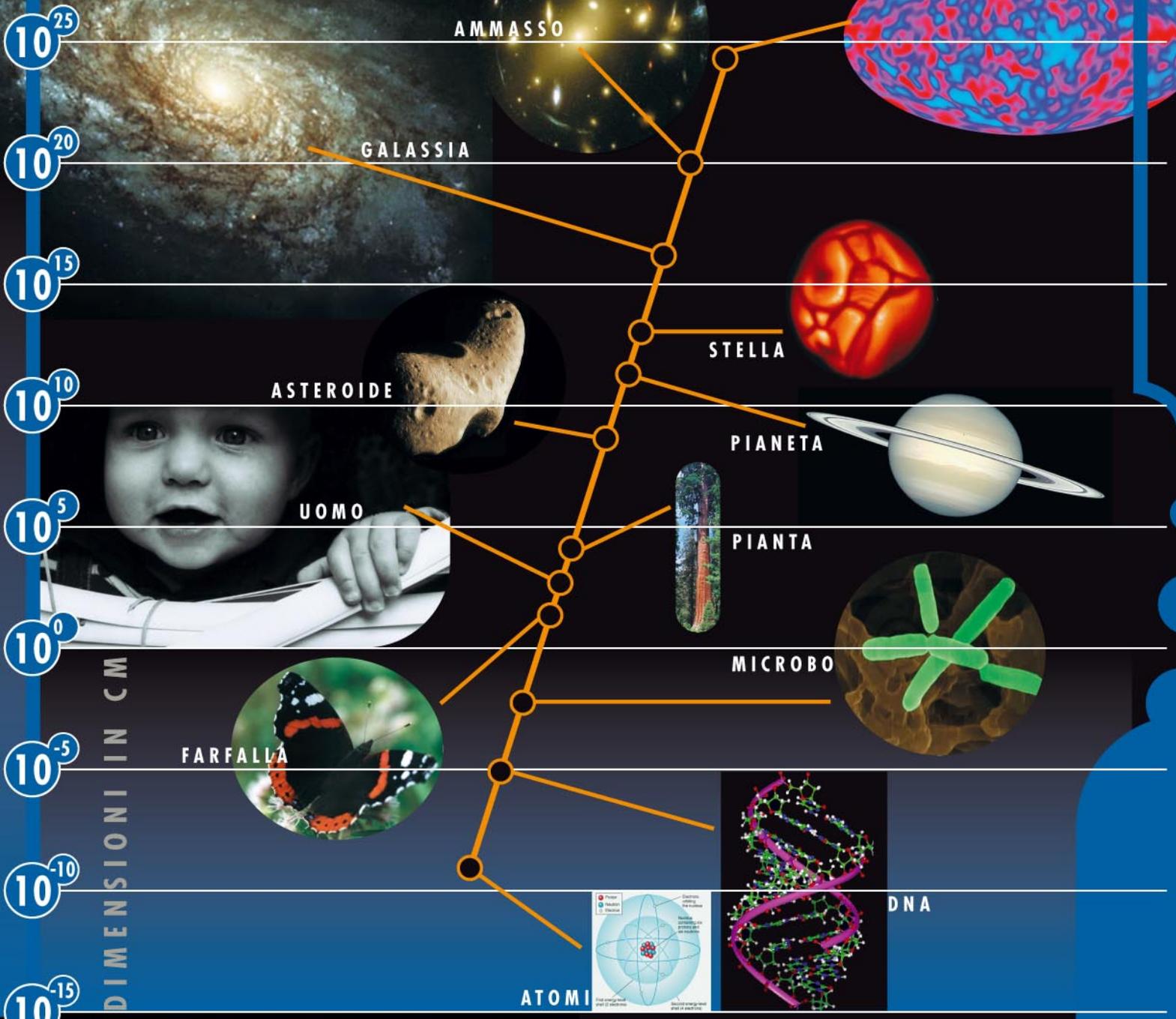
PICCOLO GRANDE

FREDDO CALDO

NUOTO DENS

Dal percorso emerge la stupefacente capacità della ragione umana di conoscere la realtà fisica fino a livelli tanto profondi. Al tempo stesso, in questi punti di frontiera affiora l'irriducibilità della realtà alla nostra capacità di definizione, e si manifestano alcuni limiti alla nostra conoscenza insiti nella natura stessa. Scopriremo anche che il fenomeno della vita si colloca in un piccolo intervallo di valori nelle regioni intermedie di questi assi portanti.

# QUANTO È GRANDE IL MONDO



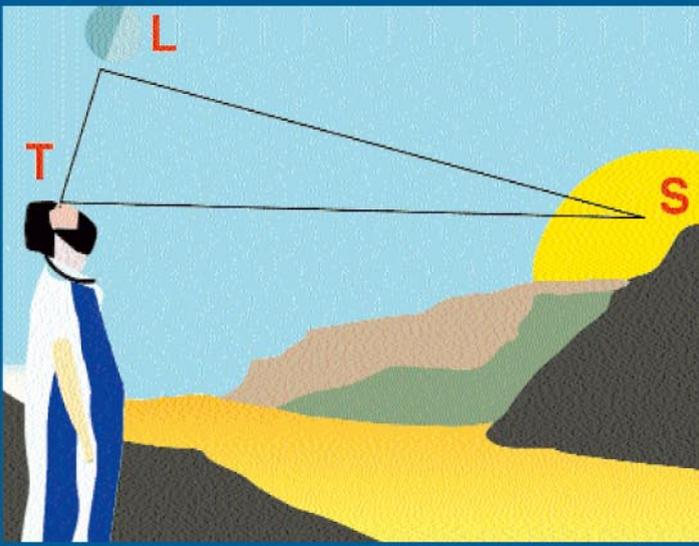
## I LIMITI SULLE DIMENSIONI DEL COSMO CONOSCIUTO NEL CORSO DELLA STORIA

Le prime stime quantitative risalgono alle misure dei greci. Poi, per circa 1800 anni, la più grande distanza stimata è stata quella di Saturno, il più lontano pianeta visibile a occhio nudo. A partire dal 1600, con l'introduzione del cannocchiale, fino a oggi le stime delle dimensioni dell'Universo sono cresciute rapidamente di ben 15 ordini di grandezza (un milione di miliardi di volte!).



# NEI DINTORNI DELLA TERRA

## DIMENSIONE E DISTANZA DI SOLE E LUNA



ECLISSI TOTALE DI LUNA:  
FASI DI OMBRA E PENOMBRA.  
SENZA STRUMENTI NON È SEMPLICE  
STIMARE I TEMPI DI TRANSITO DELLA  
LUNA NELL'OMBRA DELLA TERRA.

Aristarco notò che Luna e Sole hanno lo stesso diametro apparente nel cielo per cui stimò il diametro del Sole 19 volte più grande di quello della Luna. Inoltre dall'osservazione del tempo di transito della Luna nell'ombra della Terra durante le eclissi di Luna, Aristarco ottenne un diametro della Luna pari a circa  $1/3$  di quello della Terra. Questo rendeva il Sole molto più grande di quanto ritenuto all'epoca e condusse Aristarco alla formulazione del primo sistema eliocentrico.

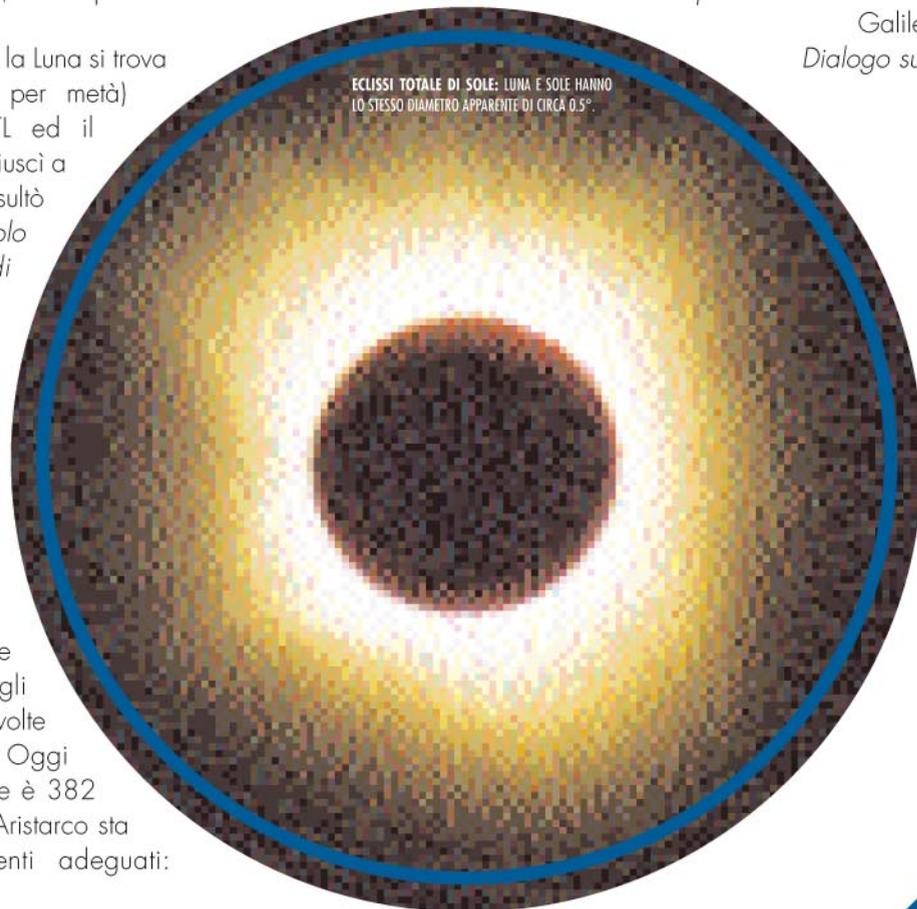
*"Non posso trovar termine d'ammirazione mia come abbia possuto in Aristarco e nel Copernico far la ragion tanta violenza al senso, che contro a questo ella si sia fatta padrona della loro credulità."*

Galileo Galilei  
Dialogo sui massimi sistemi

Il primo tentativo di misura delle dimensioni (relative) e distanze del Sole e della Luna, fu compiuto da Aristarco di Samo (320 – 230 ac).

Aristarco constatò che quando la Luna si trova al primo quarto (illuminata per metà) l'angolo tra il segmento TL ed il segmento LS è di  $90^\circ$ . Inoltre riuscì a misurare l'angolo in T che risultò "essere inferiore ad un angolo retto per un trentesimo di quadrante" cioè circa  $87^\circ$ .

Aristarco non possedeva alcun tipo di strumento ottico che potesse aiutarlo nelle sue misure così come non aveva a disposizione tavole trigonometriche. Con semplici considerazioni geometriche assumendo la Terra sferica e il Sole sufficientemente distante, egli stimò che il Sole era circa 19 volte più distante della Luna. Oggi sappiamo che in realtà il Sole è 382 volte più distante. L'errore di Aristarco sta nella mancanza di strumenti adeguati: l'angolo in T risulta di  $89^\circ 51'$  e non  $87^\circ$  come stimato da Aristarco, ma il metodo è corretto.



# OLTRE LA VIA LATTEA

## LA SCOPERTA DELLE GALASSIE ESTERNE ALLA NOSTRA

Uno dei più accesi dibattiti in astronomia negli ultimi 2 secoli ha riguardato le nebulose a spirale: fanno parte della Via Lattea (come sostenuto da Shapley) o sono esterne a essa (come nell'ipotesi di Curtis), e quindi sono oggetti celesti molto grandi, di dimensioni pari, o addirittura superiori, a quelle della nostra galassia?



**PICCOLO E VICINO**  
**H. Shapley**



**GRANDE E LONTANO**  
**H. Curtis**

All'inizio del 1900 l'Universo osservabile era stato identificato con la Via Lattea. L'Universo era solitamente raffigurato come composto da due parti, una visibile e confinata alla Via Lattea, e un'altra infinita, oltre i limiti osservabili.

La teoria delle galassie esterne era la più affascinante per la maggior parte degli astronomi perché spalancava i limiti dell'Universo osservabile, ma ancora mancavano prove convincenti in suo favore.

Il grande dibattito si concluse solo intorno alla metà degli anni '20 grazie alle osservazioni di Edwin Powell Hubble.

Il 6 ottobre 1923 Hubble identificò per la prima volta nella nebulosa di Andromeda una *variabile Cefeide*. Questo particolare tipo di stelle variabili è caratterizzato da una relazione ben definita tra la luminosità intrinseca e il periodo con cui essa varia: ciò permette di determinare la sua distanza.

Hubble stimò la distanza della Cefeide osservata (e quindi di Andromeda) in 750 mila anni luce, ben oltre il diametro della nostra galassia (stimato a quel tempo in 300 mila anni luce).

**Hubble fornì così la prova definitiva che Andromeda è esterna alla Via Lattea e ha dimensioni molto più grandi di qualunque oggetto mai osservato prima entro i confini della nostra galassia.**

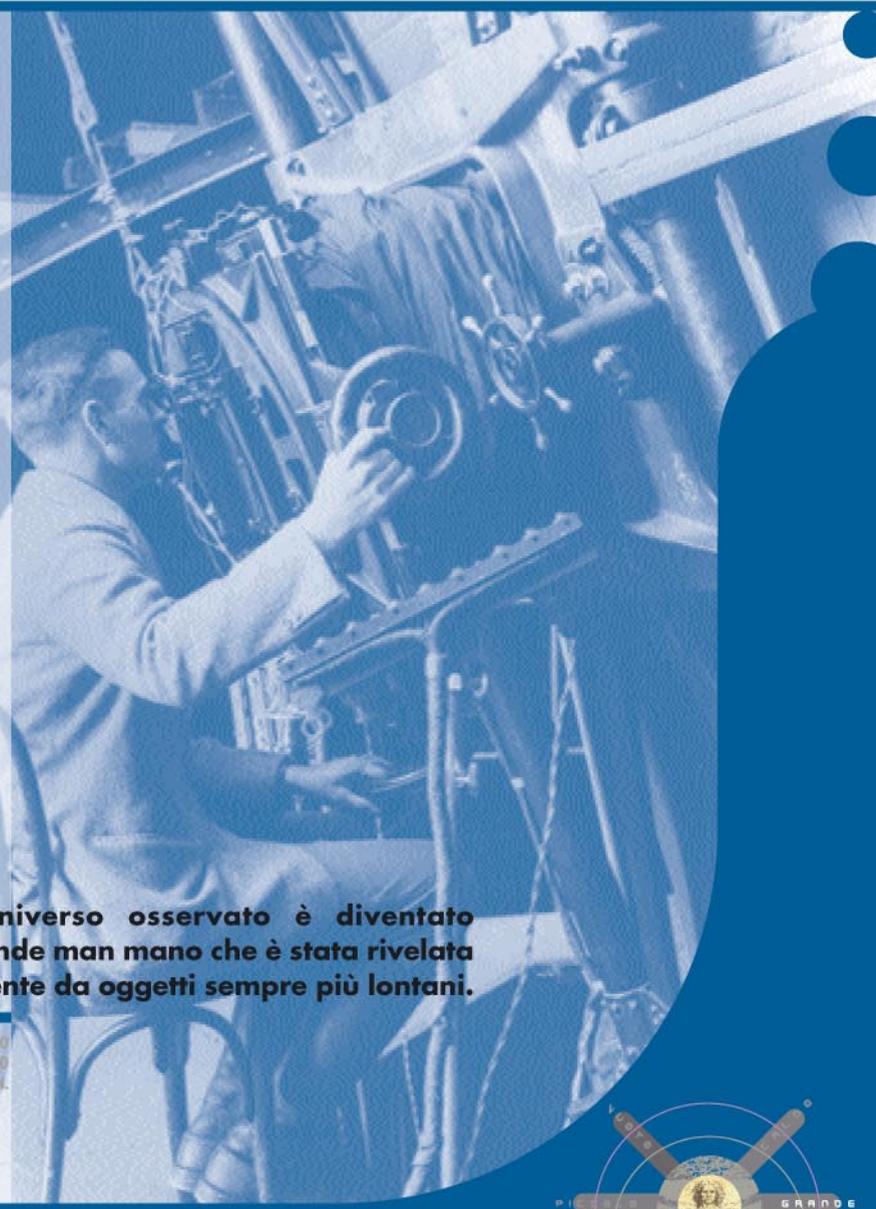
L'IMMAGINE ORIGINALE IN BASE ALLA QUALE HUBBLE FECE LA SUA SCOPERTA. LA GALASSIA DI ANDROMEDA.

IN ALTO A DESTRA (VAR!) LA CEFIDE IDENTIFICATA DA HUBBLE.



**Da allora l'Universo osservato è diventato sempre più grande man mano che è stata rivelata la luce proveniente da oggetti sempre più lontani.**

HUBBLE AL TELESCOPIO DA 100 POLLICI ALL'OSSERVATORIO DI MOUNT WILSON.



# GRANDE CIOÈ DISTANTE CIOÈ VECCHIO

Per scoprire oggetti molto grandi occorre spingere l'osservazione a grandi distanze. Questo comporta una situazione strana: ciò che osserviamo ci dà un'immagine dell'oggetto nel passato. La luce viaggia con velocità elevatissima (300.000 chilometri al secondo) ma non infinita. Per questo guardare oggetti distanti significa guardare indietro nel tempo.

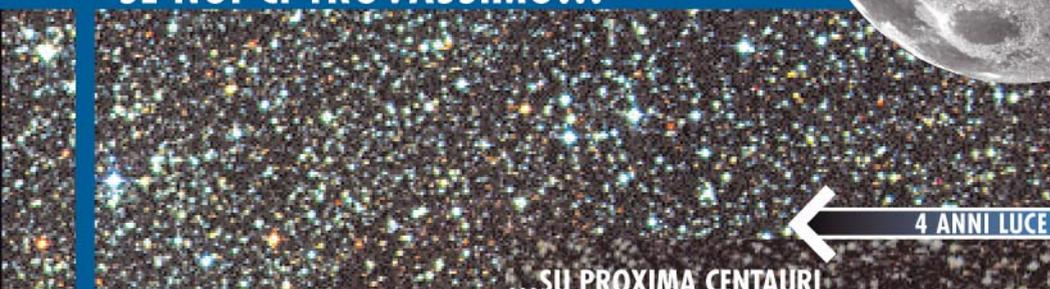
## COME CI APPARIREBBE LA TERRA SE NOI CI TROVASSIMO...



...SULLA LUNA

2 SECONDI LUCE

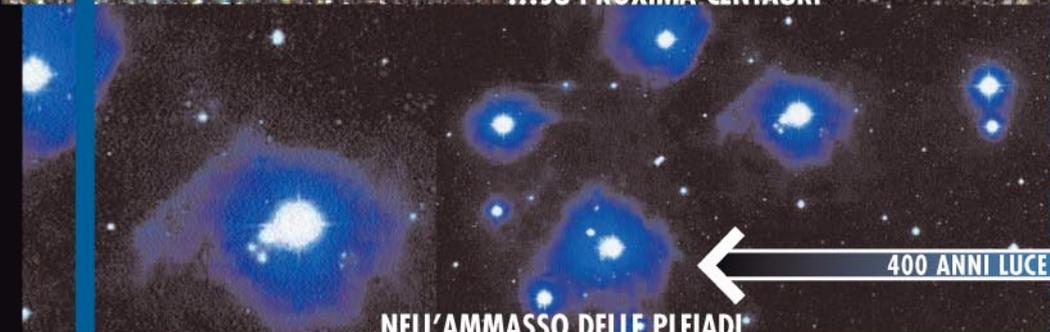
...L'AZIONE SPORTIVA È GIÀ FINITA MA NOI LA VEDIAMO ANCORA IN ATTO



...SU PROXIMA CENTAURI

4 ANNI LUCE

...1999: IL MONDO SI PREPARA AL CAPODANNO DEL NUOVO MILLENNIO



...NELL'AMMASSO DELLE PLEIADI

400 ANNI LUCE



...GALILEO LAVORA ALLA TEORIA DEL PENDOLO

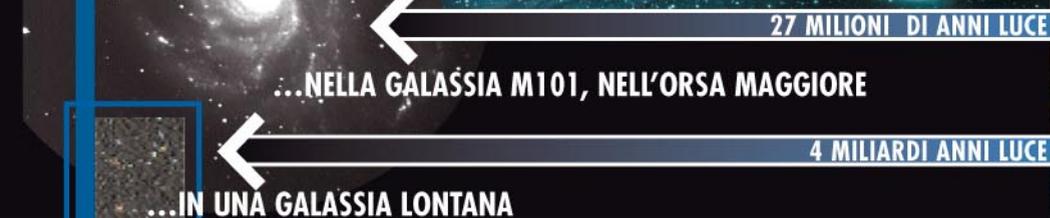


...NELLA GALASSIA DI ANDROMEDA

2 MILIONI E 300.000 ANNI LUCE



...SULLA TERRA VIVE L'HOMO HABILIS



...NELLA GALASSIA M101, NELL'ORSA MAGGIORE

27 MILIONI DI ANNI LUCE



...ERA CENOZOICA: TRA GLI ANIMALI COMPARE IL MAMMUTH

...IN UNA GALASSIA LONTANA

4 MILIARDI ANNI LUCE

...SI FORMA LA CROSTA TERRESTRE

Dal nostro punto di vista, un raggio di luce partito dal Sole arriva sulla Terra 8 minuti dopo mostrandoci la nostra stella come era 8 minuti fa. Aumentando le distanze l'effetto aumenta: la stella più vicina al Sole è Proxima Centauri e l'immagine che di essa vediamo è come una fotografia scattata 4 anni fa. La galassia di Andromeda ci appare come essa era circa 2 milioni di anni fa.

Sfruttando questo fatto gli astronomi hanno scoperto che l'Universo evolve nel tempo e che possiamo osservare direttamente diversi momenti della sua storia.

