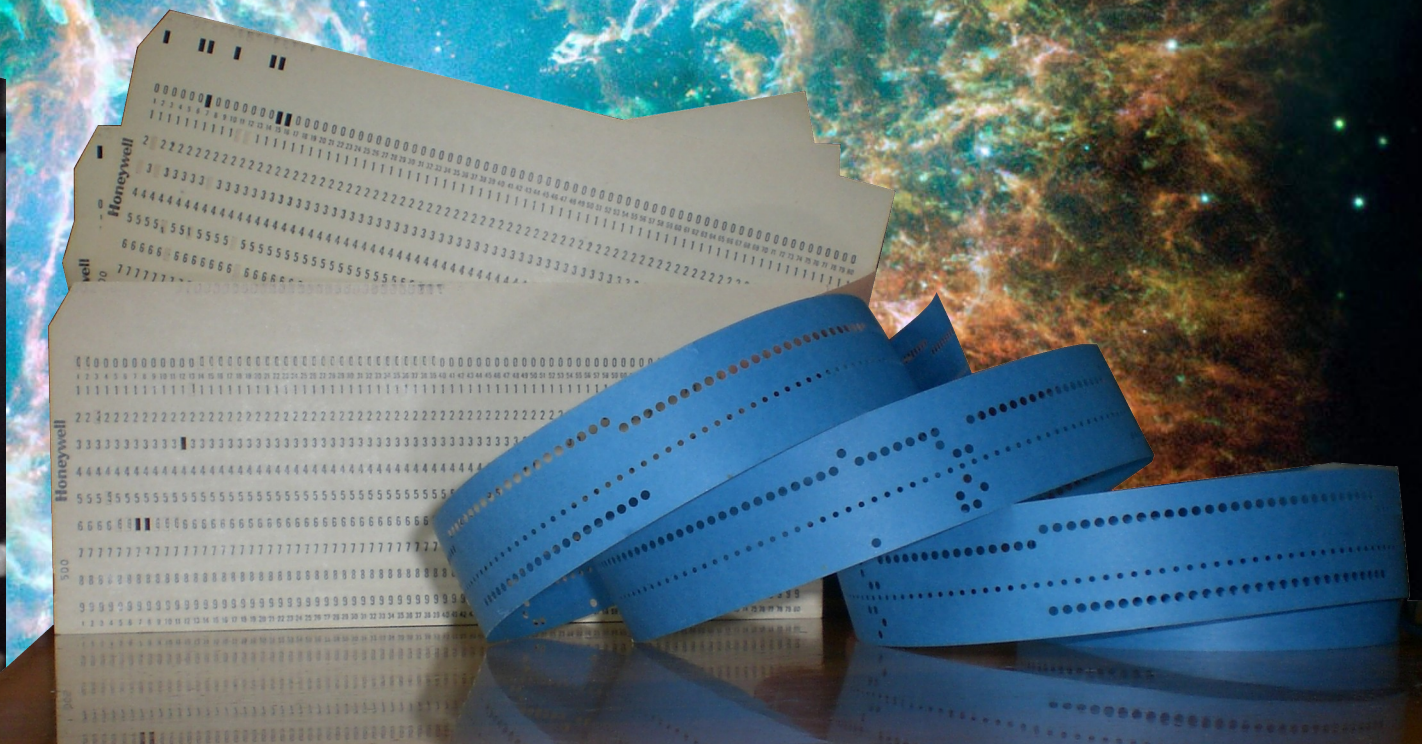


I Fisici e Internet

da ARPANET al GARR dal WEB alla GRID

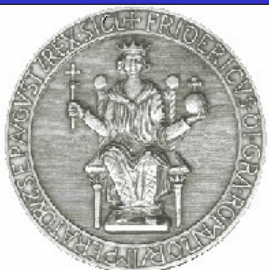
Paolo Mastroserio



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Napoli

Dipartimento di Fisica Ettore Pancini

Università di Napoli Federico II



**Qual è la differenza tra una
calcolatrice e un calcolatore?**

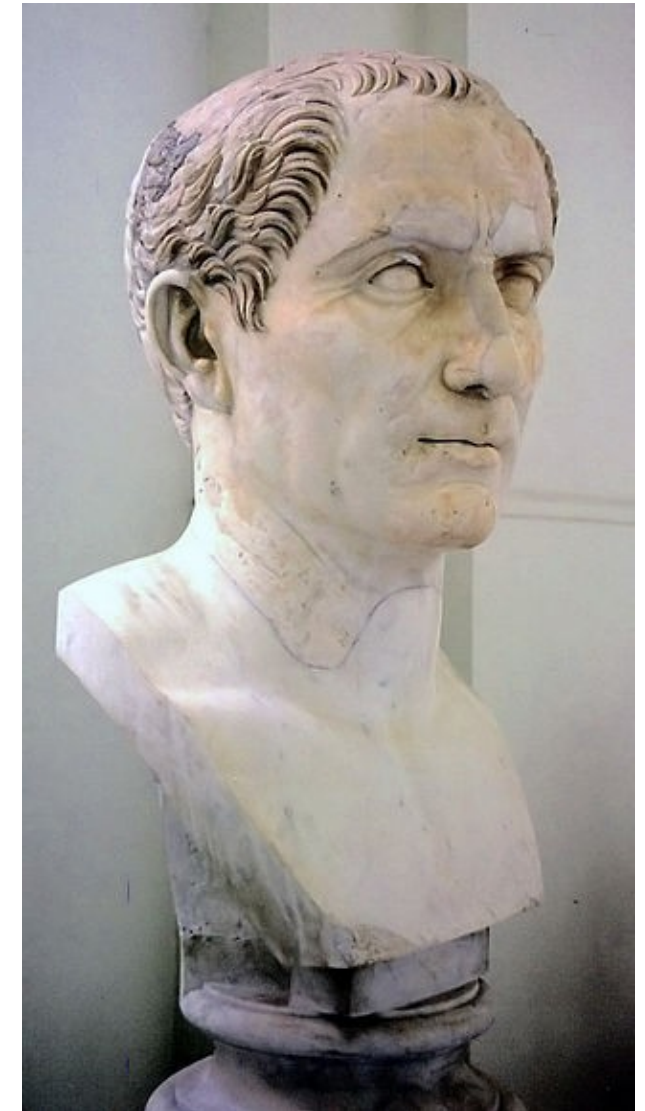
Olivetti Divisumma



I messaggi misteriosi di Giulio Cesare

Roma, 13 luglio 101 a.C. - 15 marzo 44 a.C.

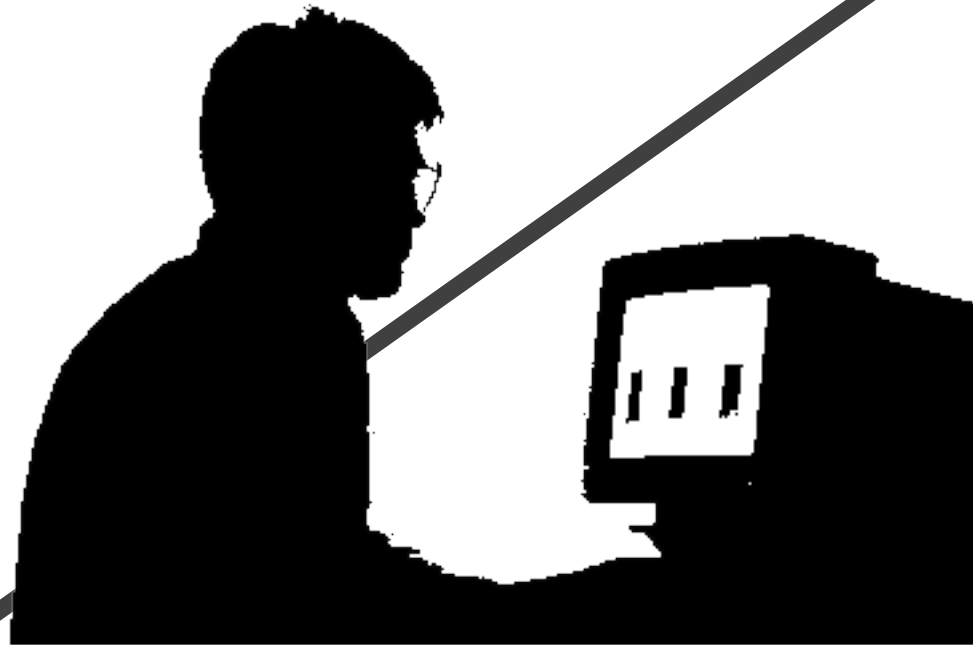
- Con il cifrario di **Giulio Cesare** le lettere del testo in chiaro venivano sostituite dalle lettere che si trovavano più avanti di tre posti (**chiave 3**) secondo l'ordine alfabetico
- Esempio
 - testo in chiaro: **SEDIA**
 - testo cifrato: **VHGND**



a b c d e f g h i l m n o p q r s t u v z
d e f g h i l m n o p q r s t u v z a b c

Le intercettazioni

Ci vediamo domani alle dieci



Cifratura delle comunicazioni



**Ci vediamo
domani alle dieci**

**Ci vediamo
domani alle dieci**



092owfb...qyfo87awtfo82\5t



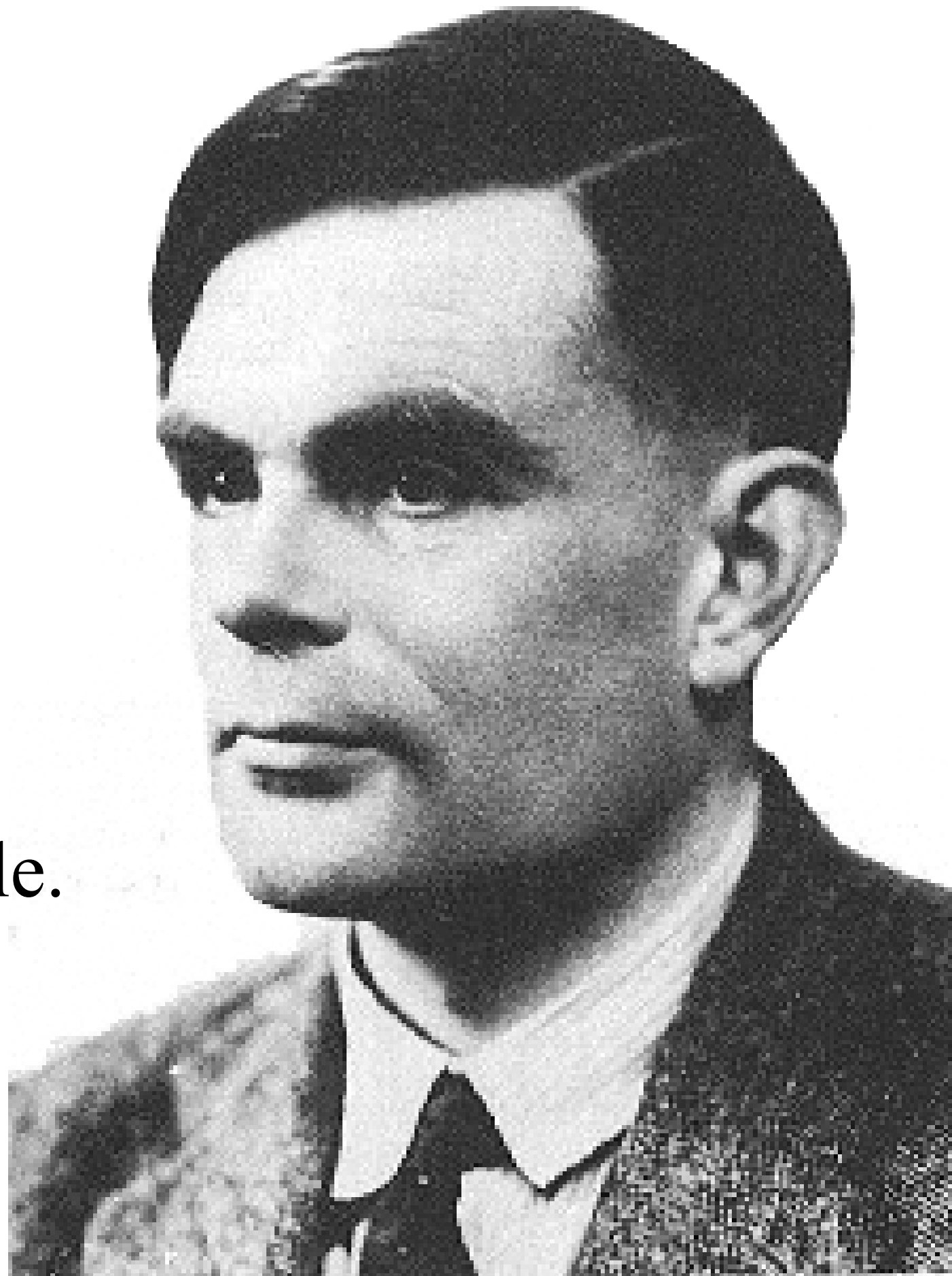
Hitler e la macchina Lorenz SZ 40/42 (Enigma)

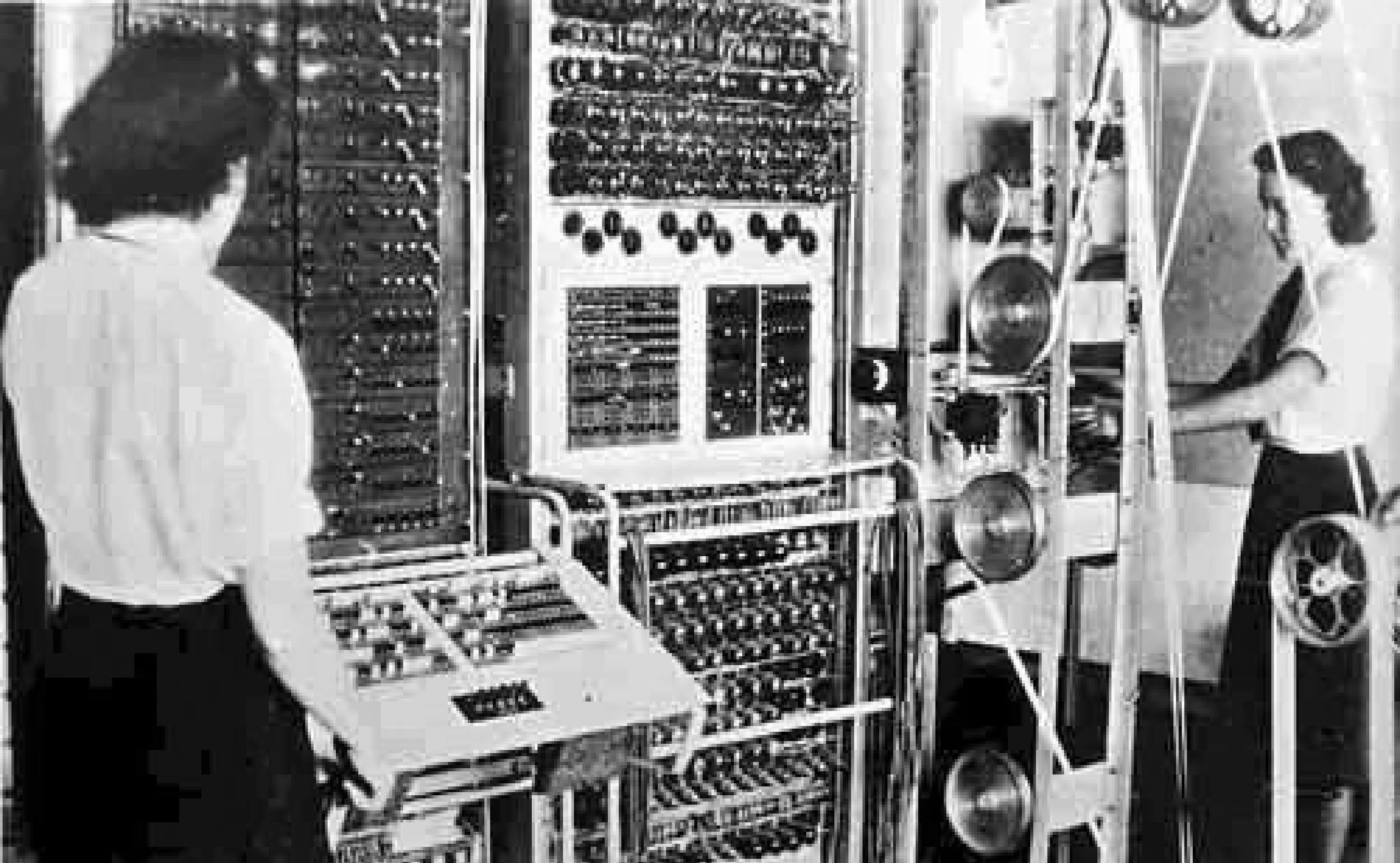
Durante la seconda guerra mondiale **Adolf Hitler** parlava con i suoi capi di stato maggiore utilizzando i codici segreti prodotti dalla macchina **Lorenz SZ 40/42 (Enigma)**



Alan Turing

1912-1954 - Il padre
dell'informatica e
dell'intelligenza artificiale.





Colossus, il primo computer **programmabile** della storia dell'informatica, decifrò i codici tedeschi prodotti da **Enigma**

L'esito delle guerre dipende dalle strategie ma anche dalla tecnologia a disposizione

Lancio su satellite artificiale esperimento Pamela

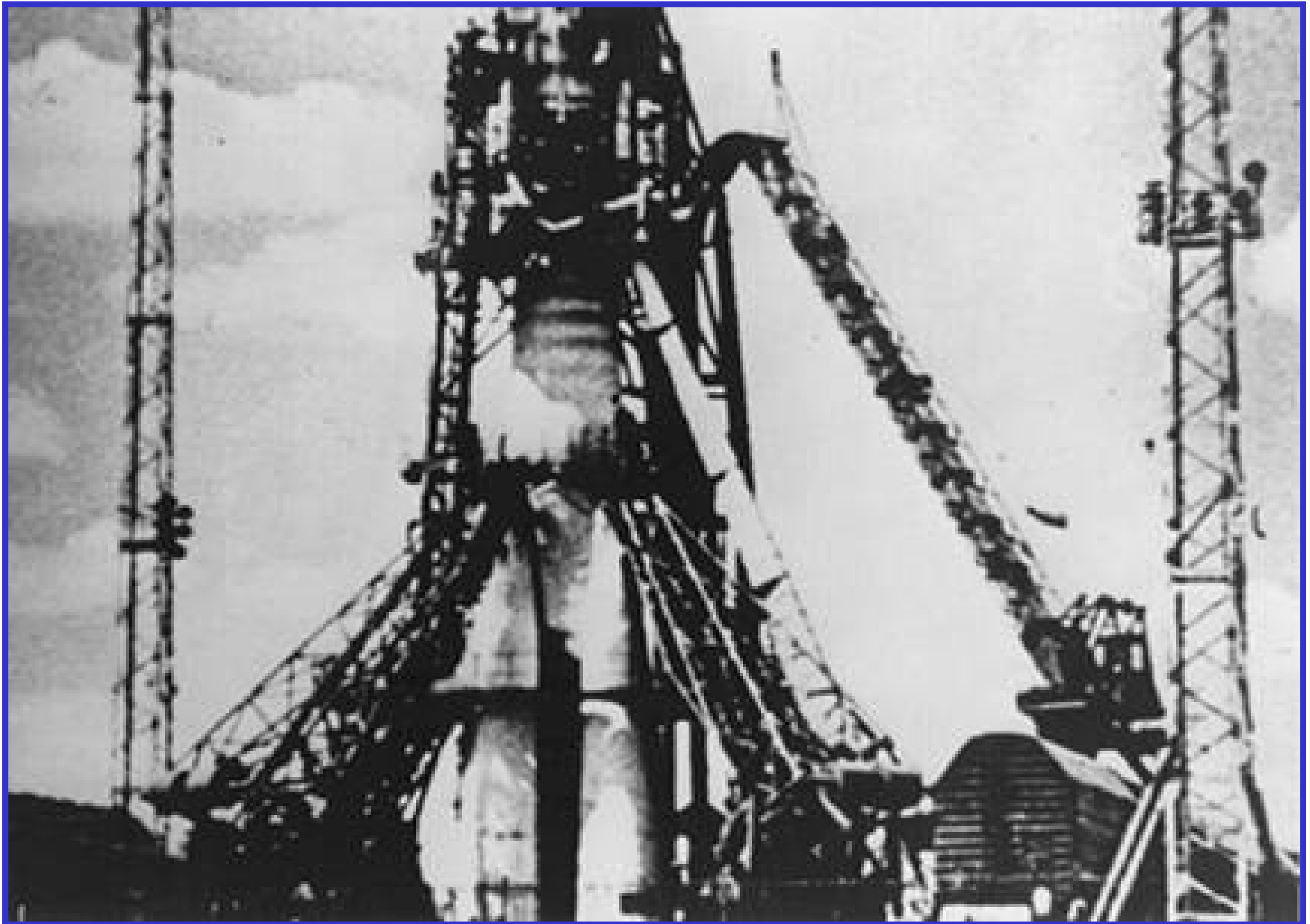


Quando è stato mandato in orbita il primo satellite artificiale ?

Il 4 ottobre 1957, in piena guerra fredda, l'Unione Sovietica effettua il lancio dello **SPUTNIK**, il primo satellite al mondo messo in orbita attorno alla terra; viaggiò a una quota media di **577 Km** a una velocità di **8 Km/s**.



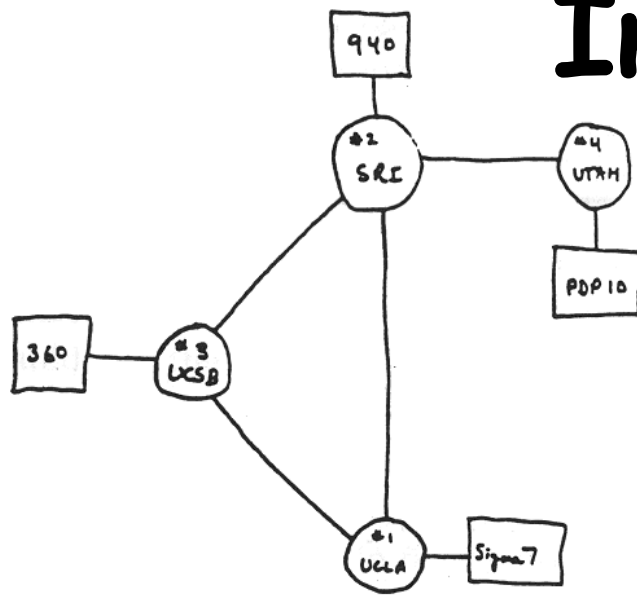
La rampa di lancio dello SPUTNIK



Le prime missioni spaziali



Internet



THE ARPA NETWORK

DEC 1969

4 NODES

FIGURE 6.2 Drawing of 4 Node Network
(Courtesy of Alex McKenzie)

e i sistemi di posizionamento

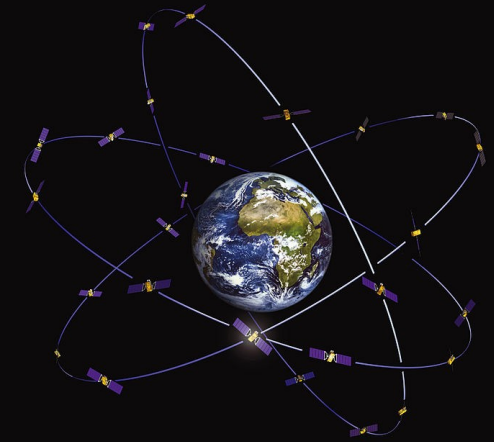


Foto: ESA

hanno una comune origine:

le missioni spaziali



Transit

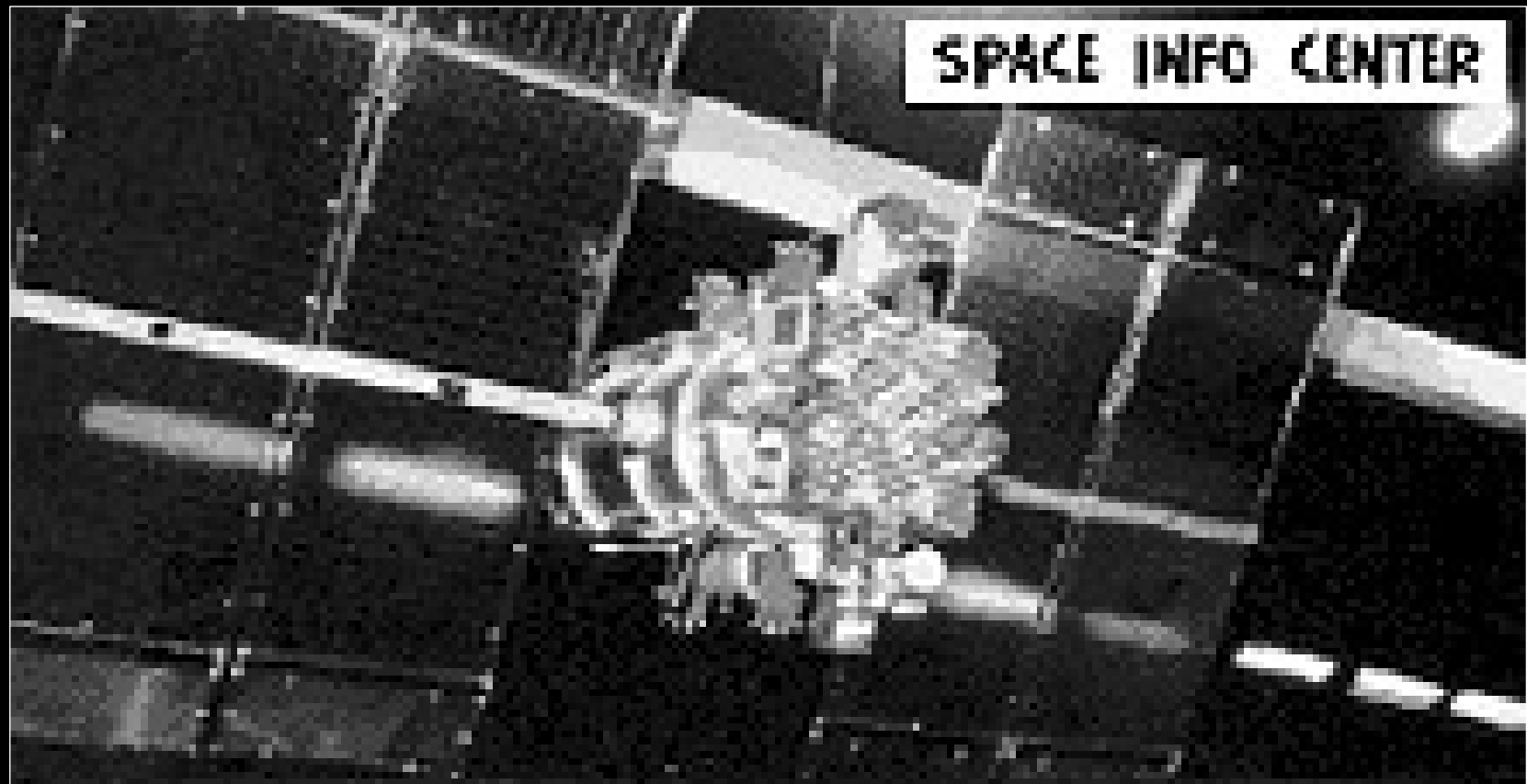
Flotta di satelliti statunitensi

Primo sistema nato per consentire a navi e a sommergibili di determinare la propria posizione in mare e in qualsiasi condizione meteorologica

- 1959, primo satellite, lancio fallito
- 1960, secondo satellite, lancio riuscito
- 1967, erano 6 satelliti e fu reso disponibile all'uso civile
- 1996, si chiuse il servizio



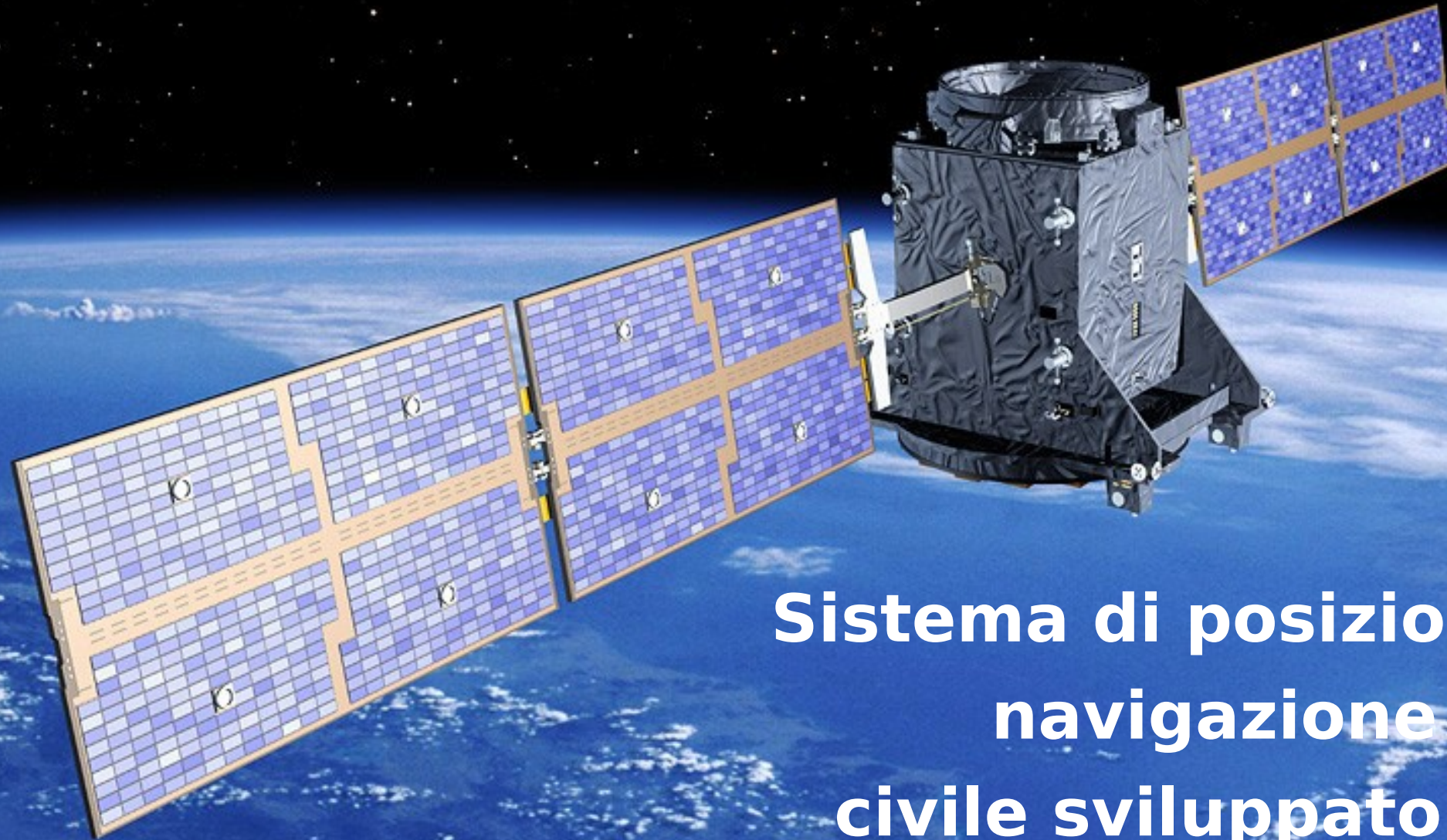
GLONASS



**Global'naja Navigacionnaja
Sputnikovaja Sistema**

**Sistema satellitare globale di
navigazione gestito dalle Forze
Spaziali Russe**

Galileo



**Sistema di posizionamento e
navigazione satellitare
civile sviluppato in Europa**

Foto: ESA

Il GPS

Global Positioning System



Sistema di posizionamento e navigazione satellitare sviluppato dagli USA a partire dal 1973 in sostituzione del Transit.

Negli anni '90 fu aperto per gli usi civili

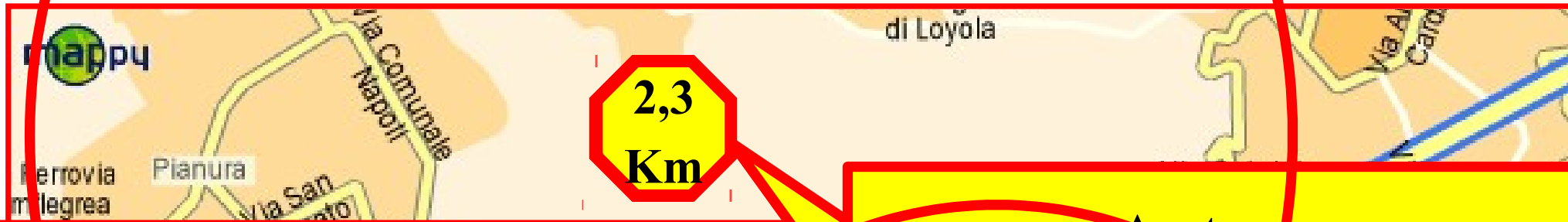
Vogliamo costruire un GPS?

Gli esperimenti si fanno sempre prima a terra e poi si portano nello spazio!

Occorrente:

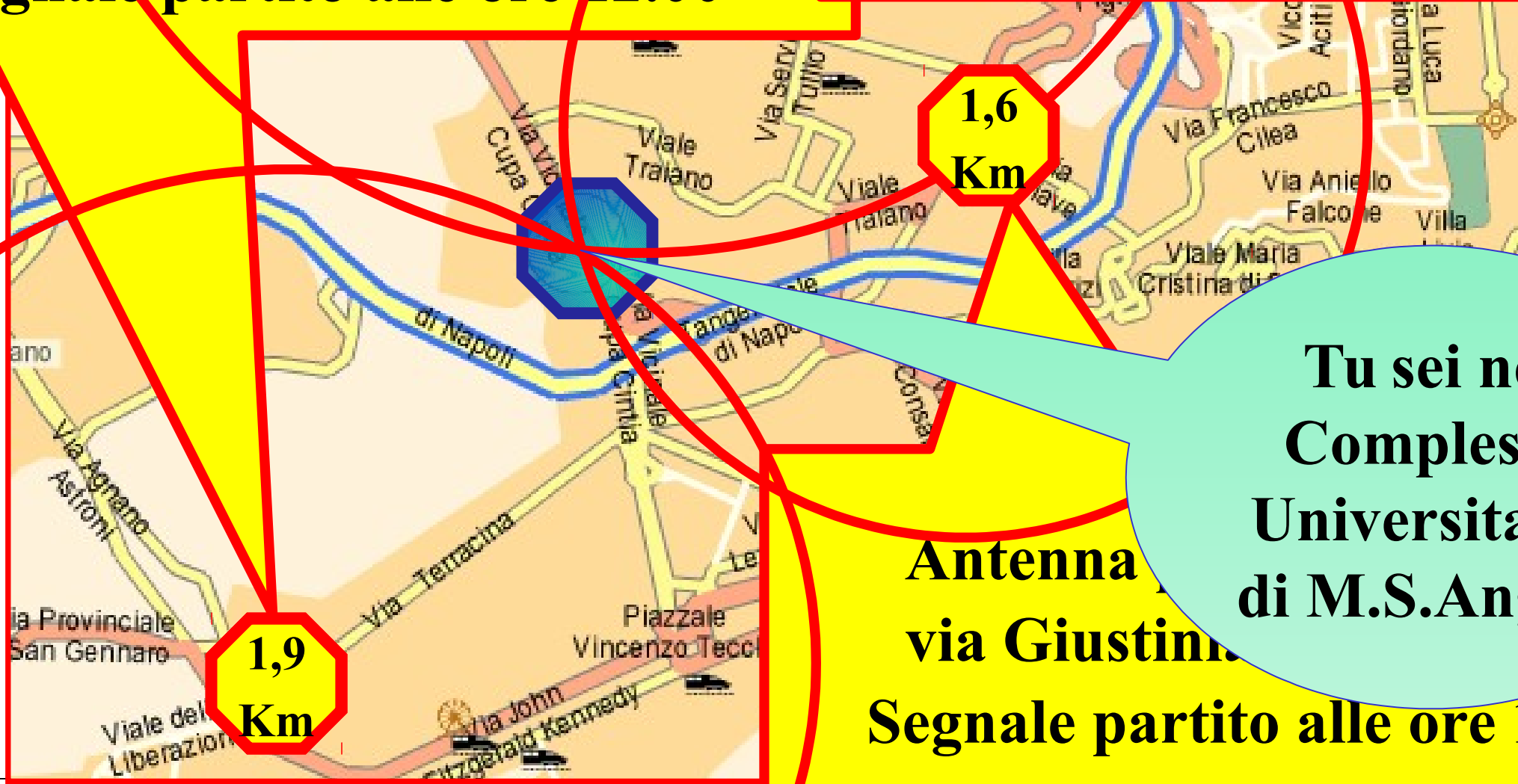
- **tre antenne della Telecom sparse per Fuorigrotta**
- **un telefonino con a bordo il software del GPS**

Mappa di Fuorigrotta



**Antenna presso l'incrocio
via Terracina, via Agnano-Astroni.
Segnale partito alle ore 12.00**

**Antenna presso
l'Eremo dei Camaldoli.
Segnale partito alle ore 12.00**



**Antenna
via Giustina
Segnale partito alle ore 12.00**

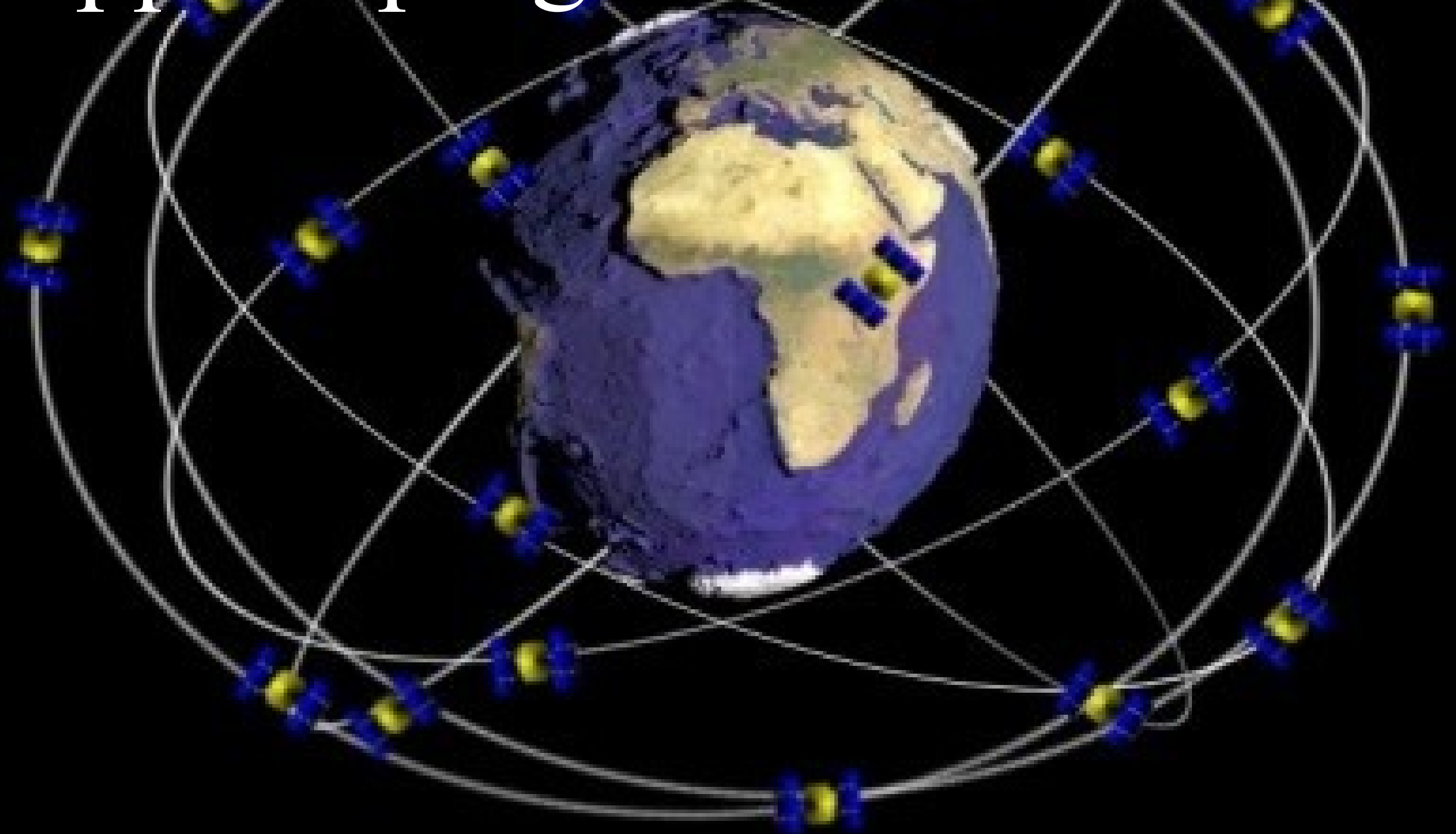
**Tu sei nel
Complesso
Universitario
di M.S.Angelo**

**1,9
Km**

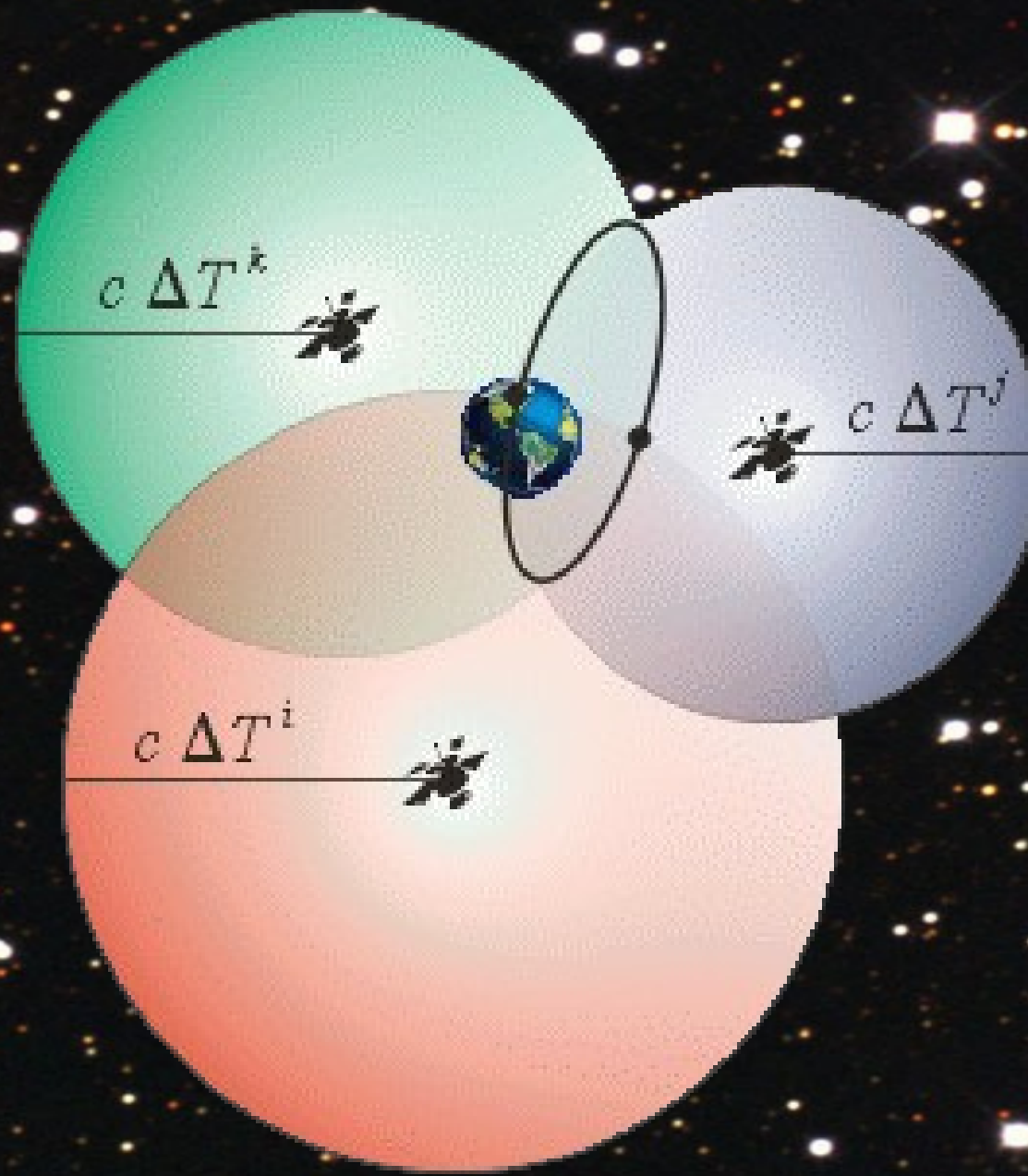
**1,6
Km**

**2,3
Km**

Allora, mettiamo gli apparati appena progettati sui satelliti?



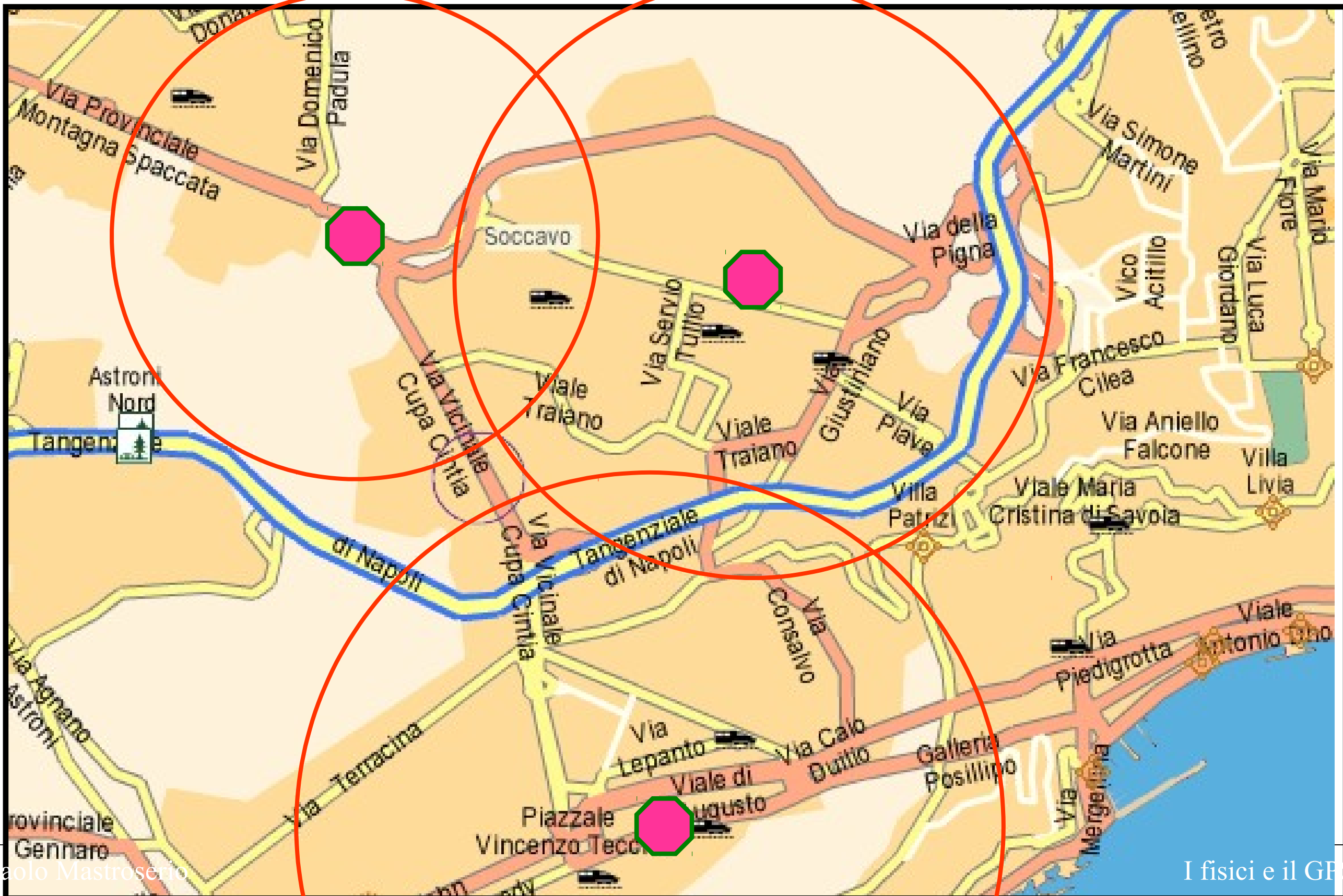
Sul satellite la tecnica è analoga,
si deve solo passare da 2D a 3D.





SORPRESA!!!

Il sistema GPS appena progettato, se montato sul satellite non funziona!



Con quale precisione abbiamo misurato il tempo?

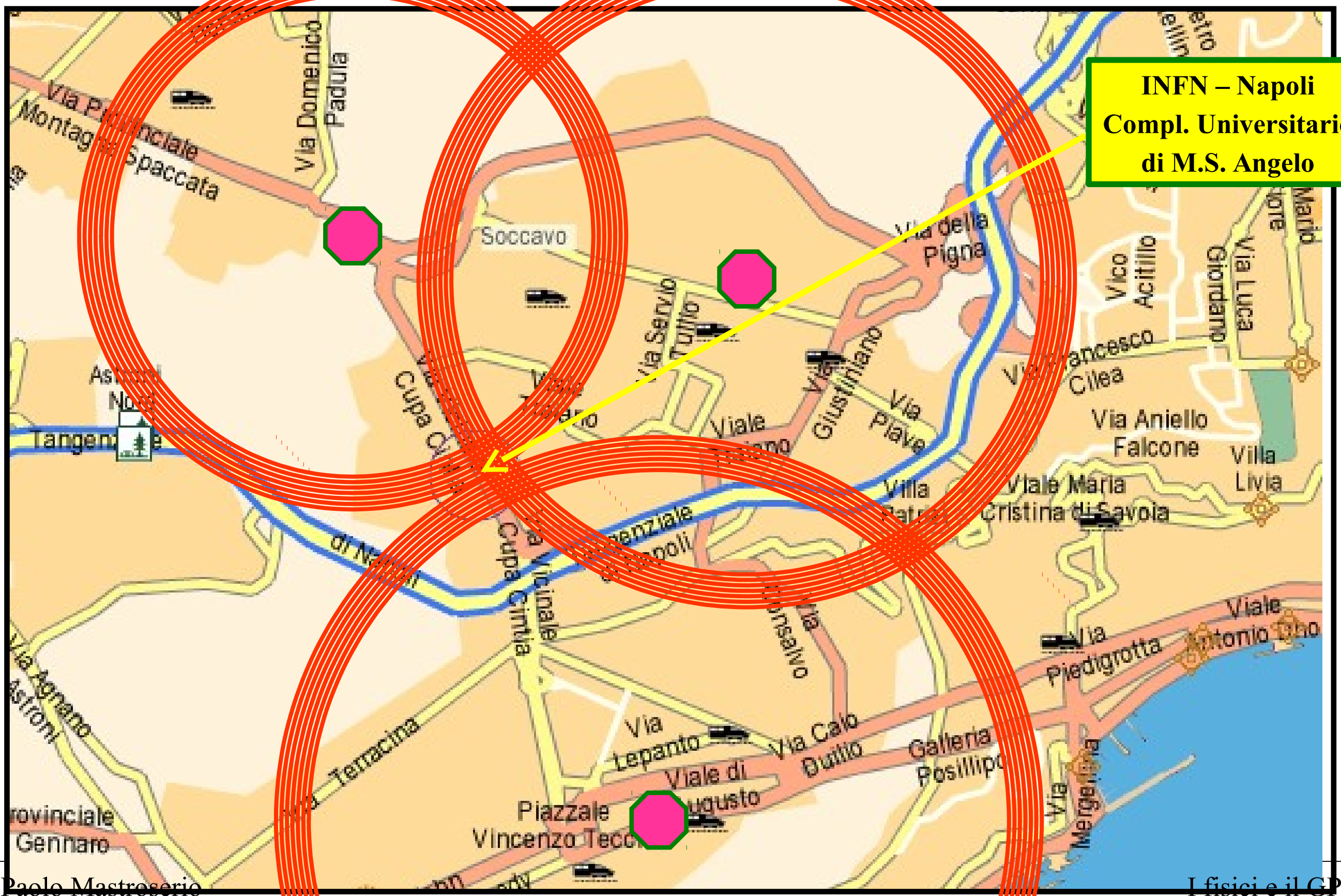
- I satelliti hanno a bordo sofisticati orologi **atomici al cesio** che sono:
 - molto costosi e
 - molto precisi!
- I telefonini hanno a bordo normali orologi al **quarzo** che sono
 - poco costosi ma
 - poco precisi!

Se tra gli orologi sul satellite
e quello a terra c'è una differenza pari a...
un centesimo di milionesimo di secondo ...

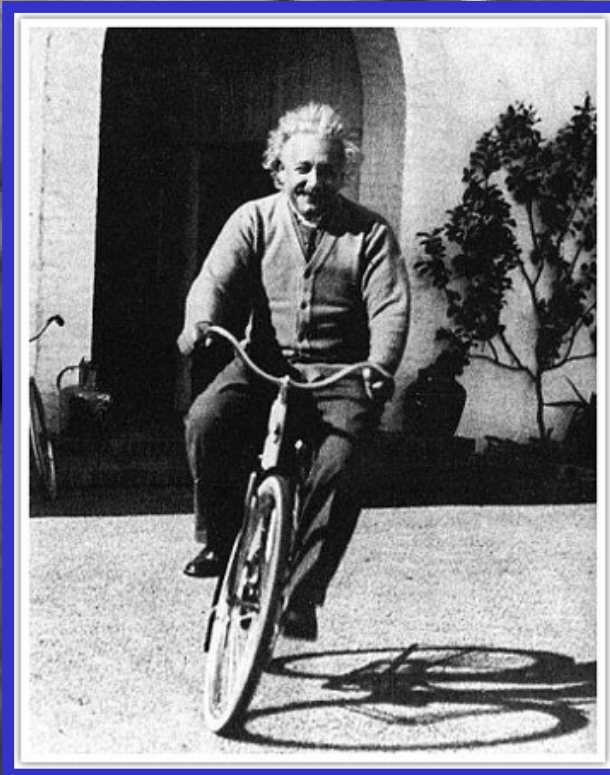
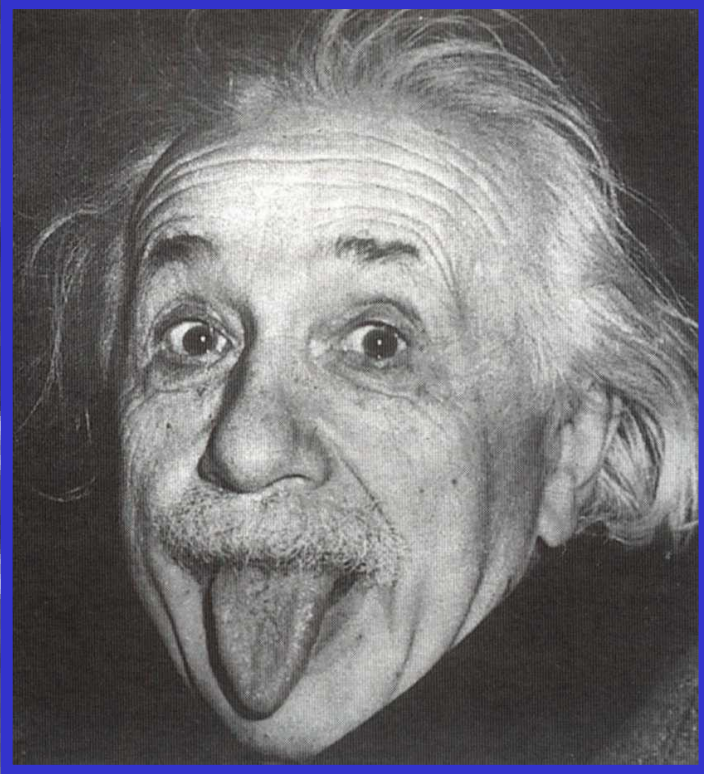
per ogni triangolazione
si commetterà un errore pari a ...

3 Km!!!

Correggendo l'orario degli orologi a terra, le lunghezze dei raggi precedentemente calcolati diventano...



Gli errori però non sono finiti, alcuni li abbiamo potuti risolvere anche noi, per altri c'è voluto l'intervento di ...



Albert Einstein

Andiamo in una splendida città universitaria: Tubingen



E ora guardiamo e ascoltiamo questa animazione



La relatività speciale di Albert Einstein

Chi si mette a correre a velocità vicine a quelle della luce vedrà ...

lo spazio deformarsi e ...



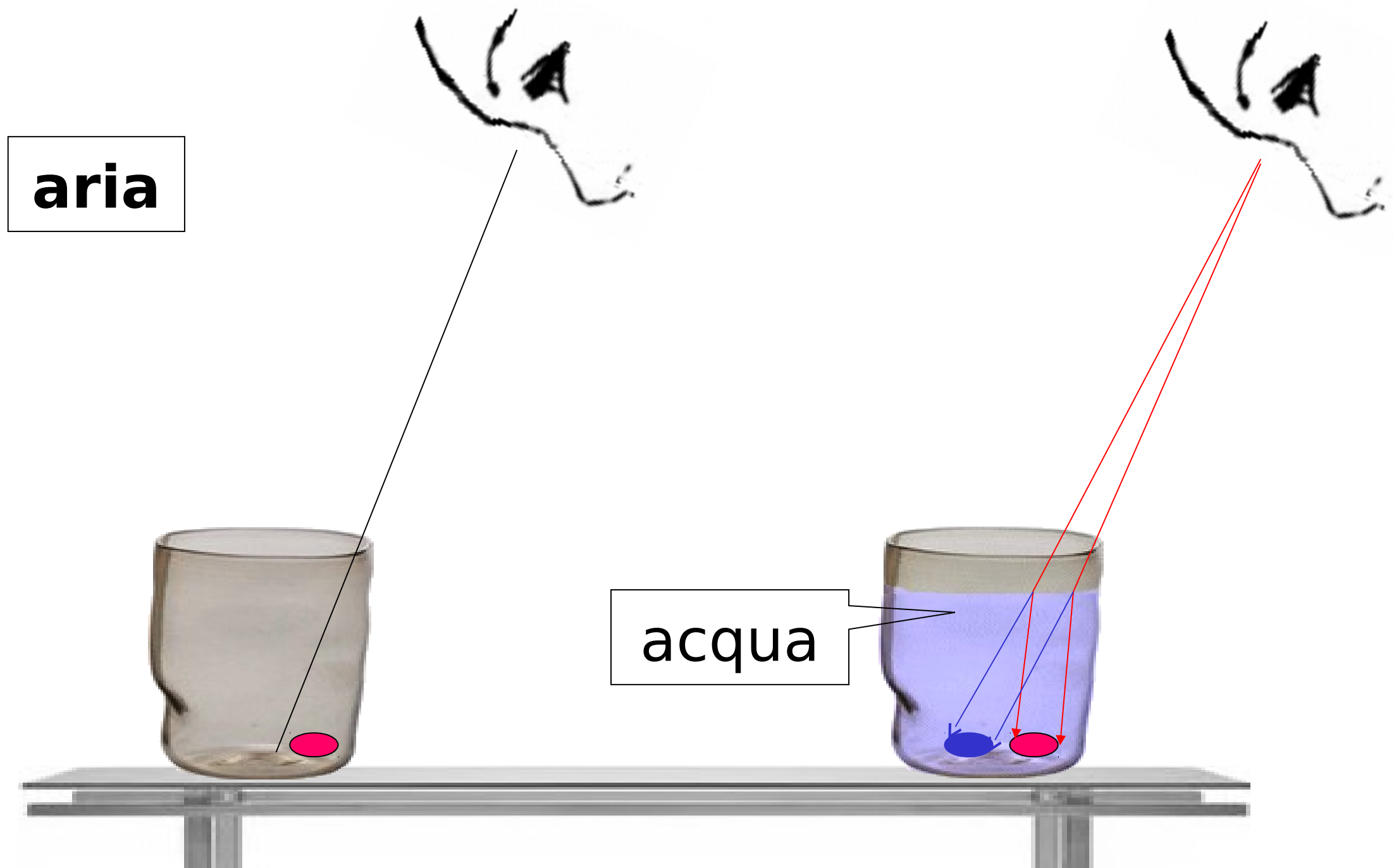
... il tempo scorre più lentamente rispetto a chi sta fermo!

C'è ancora qualche
errore da
correggere!

Brocca



Il fenomeno della rifrazione



- La luce, nel passare da un mezzo ottico ad un altro (aria, acqua, vetro, ecc.) subisce una **deviazione**
- per la trattazione matematica si utilizzano strumenti matematici tradizionali quali la **geometria euclidea e la trigonometria**

**Supponiamo di voler
osservare dalla terra
una stella che si trova
al di là del sole ...**



Ecclissi di sole

stella



Sole

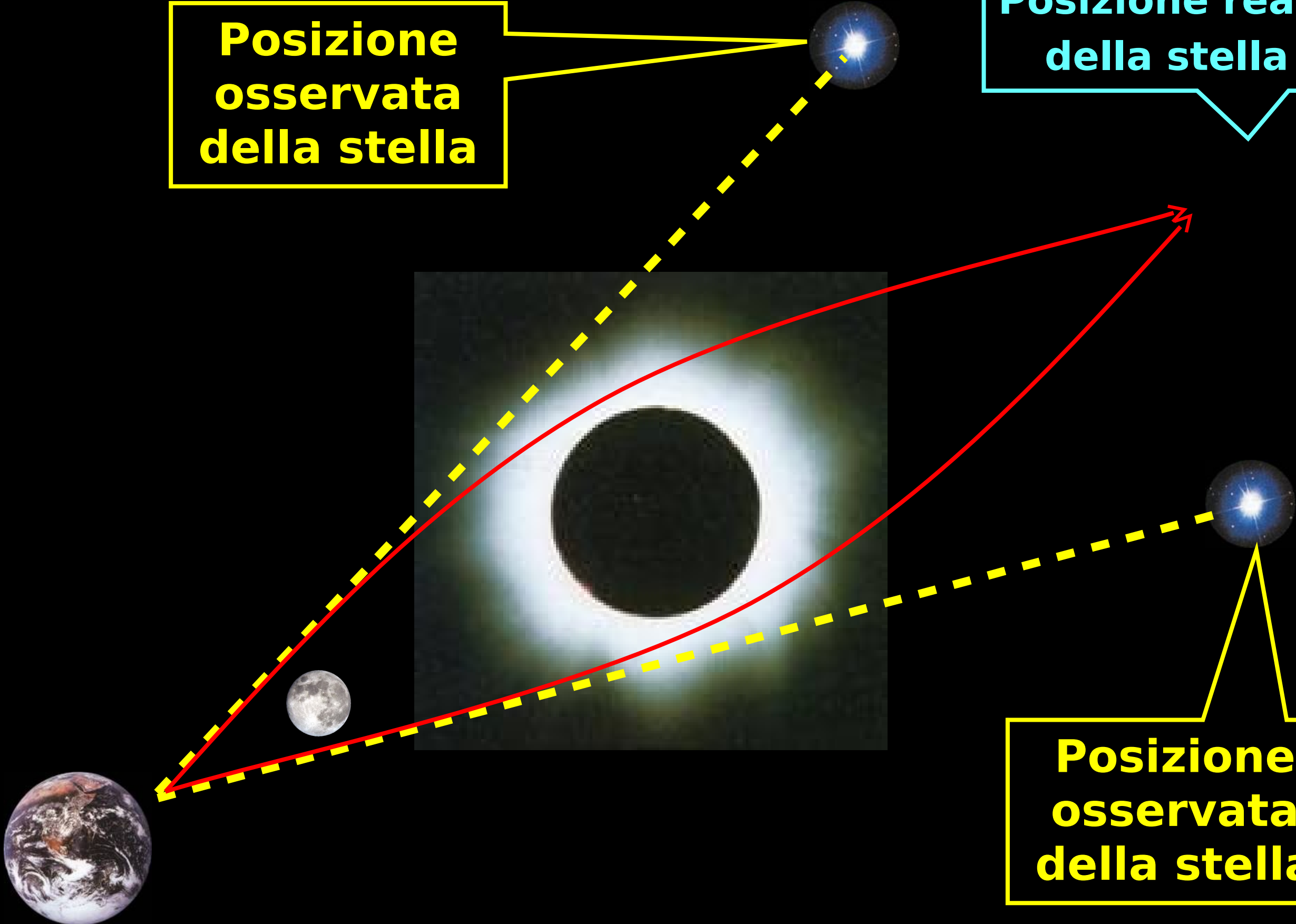


Terra



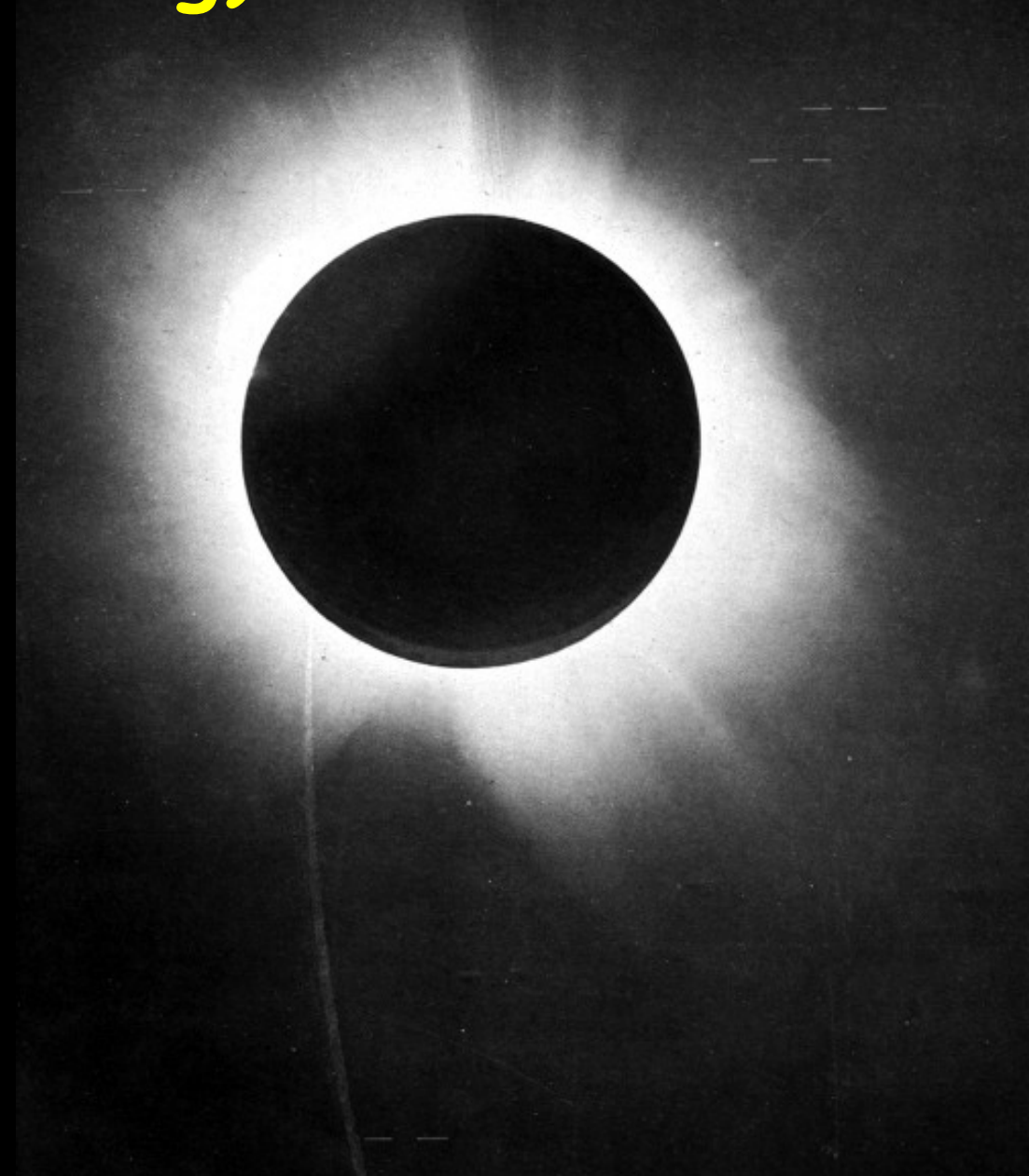
Posizione osservata della stella

Posizione reale della stella



Posizione osservata della stella

Questo effetto si chiama LENTE GRAVITAZIONALE (Gravitational Lensing)



Una delle foto scattate nel **1919** da
Sir Arthur Stanley Eddington
durante l'esperimento effettuato a São Tomé in Africa

Altri ... scherzi delle lenti gravitazionali

Guardiamo alcune immagini

ottenute con potenti telescopi

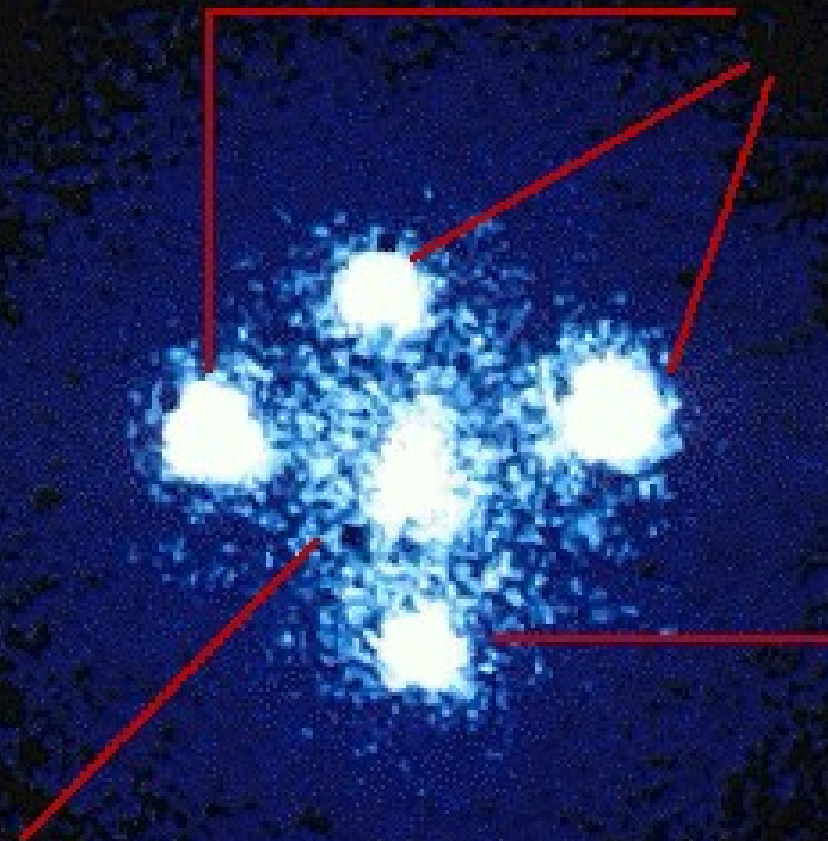
quattro immagini virtuali

La croce di Einstein



Galassia distante
400 ml di anni luce
dalla terra rende
visibile in 4 immagini
un quasar (galassia
molto luminosa)
distante
8 miliardi di anni luce

Quattro immagini apparenti
di un unico quasar



Lente gravitazionale
(una galassia)

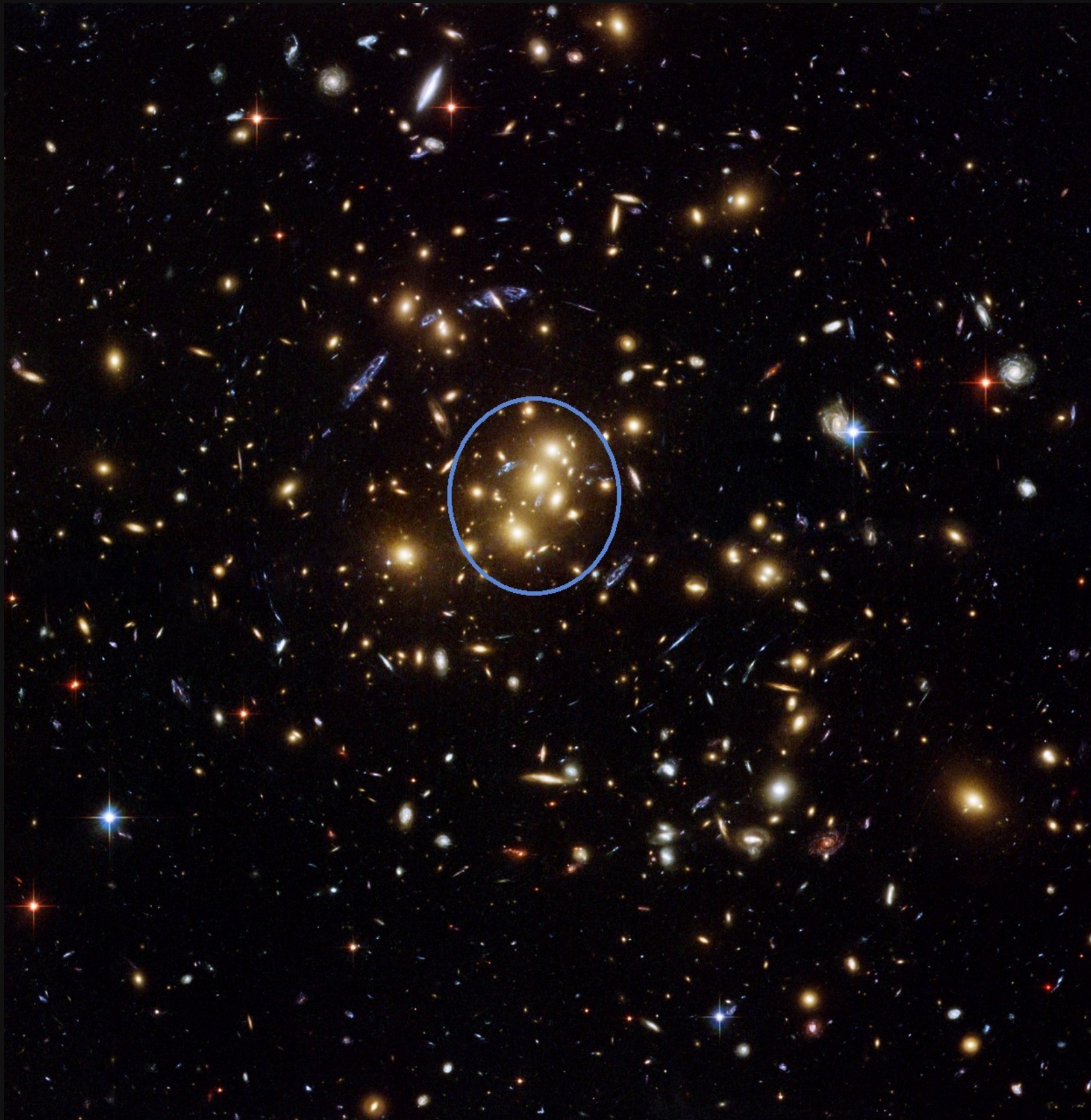
sei immagini virtuali

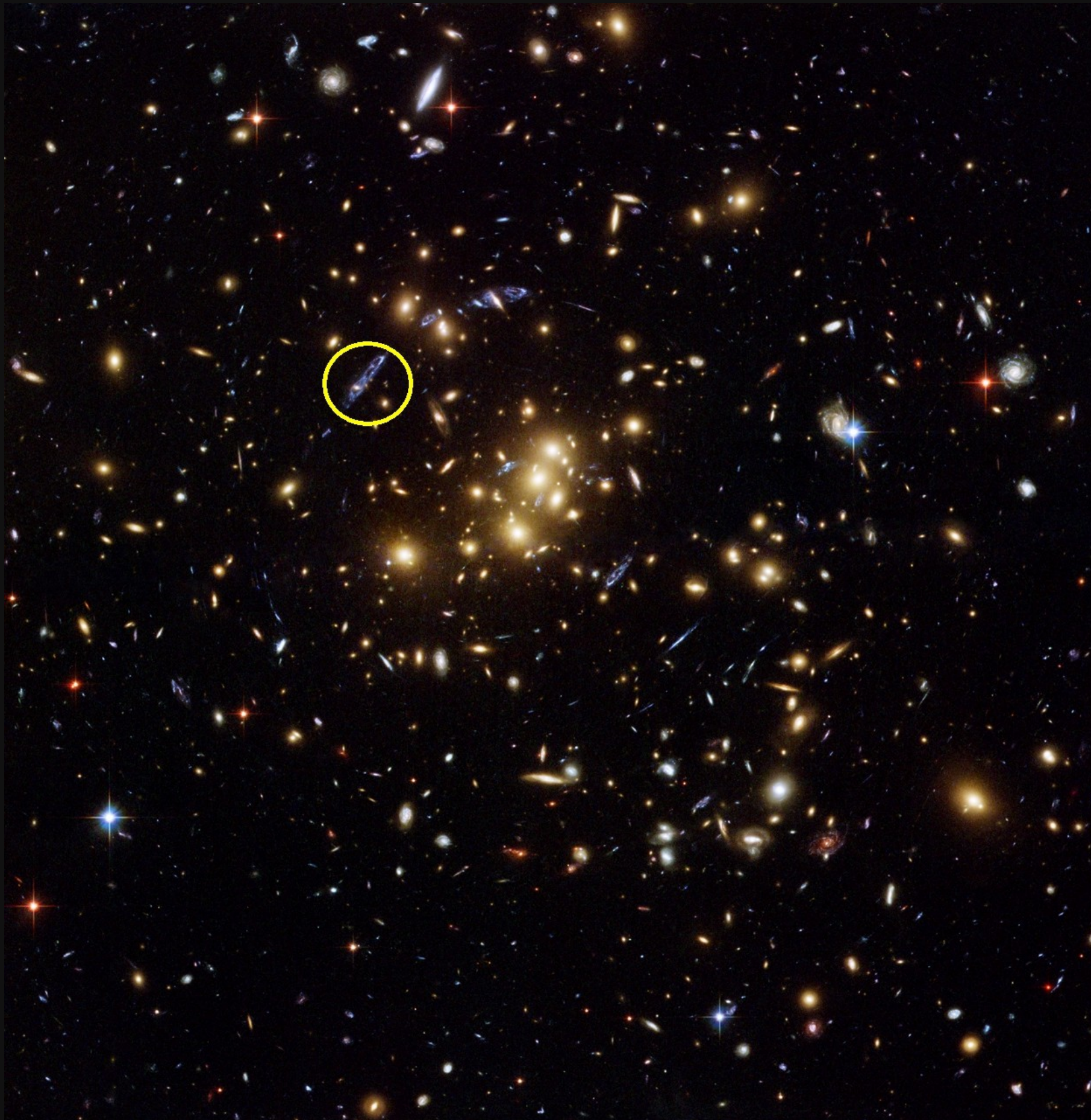
cluster CL0024+1654



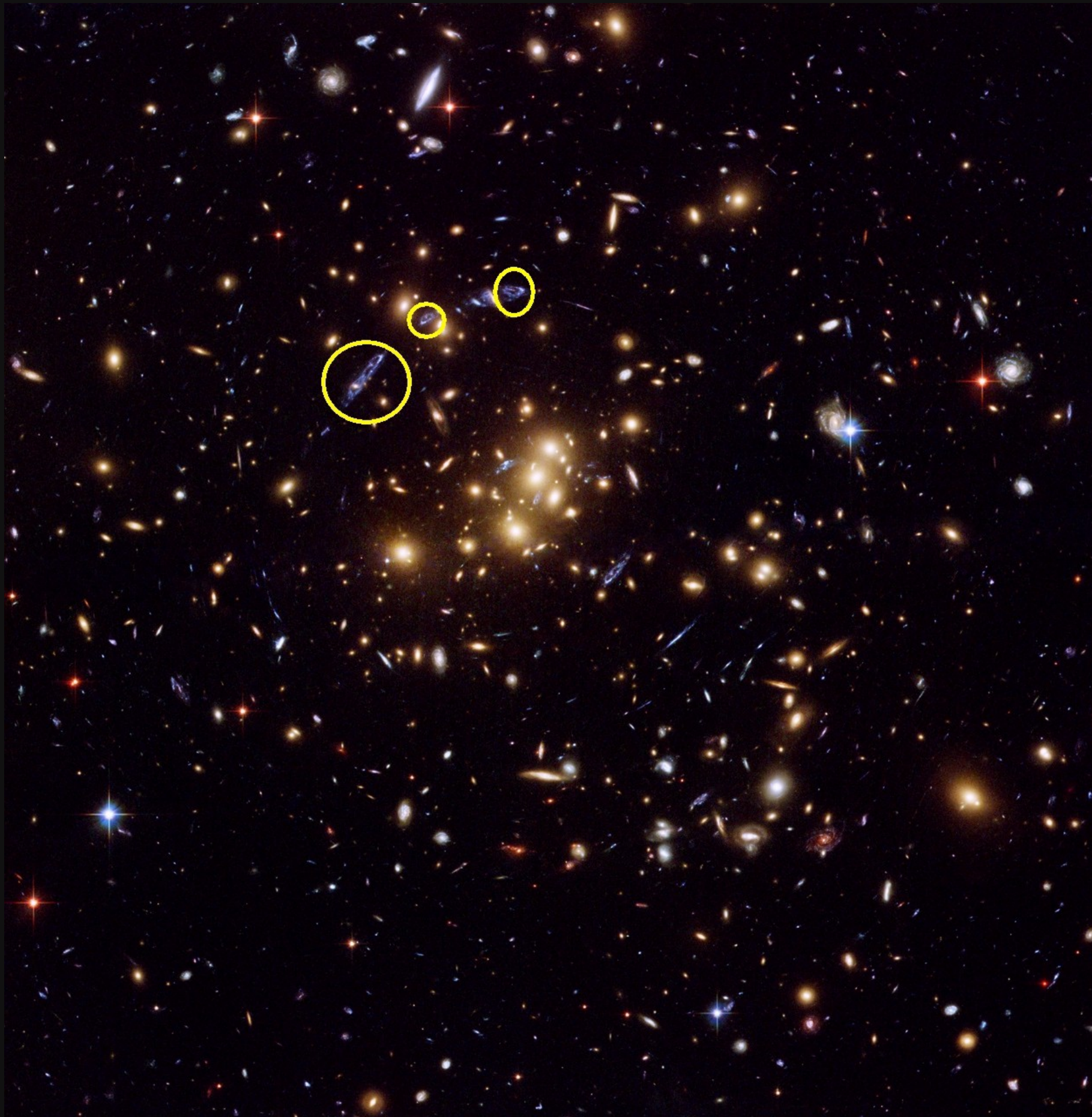
Ingrandiamo questa
zona dello spazio

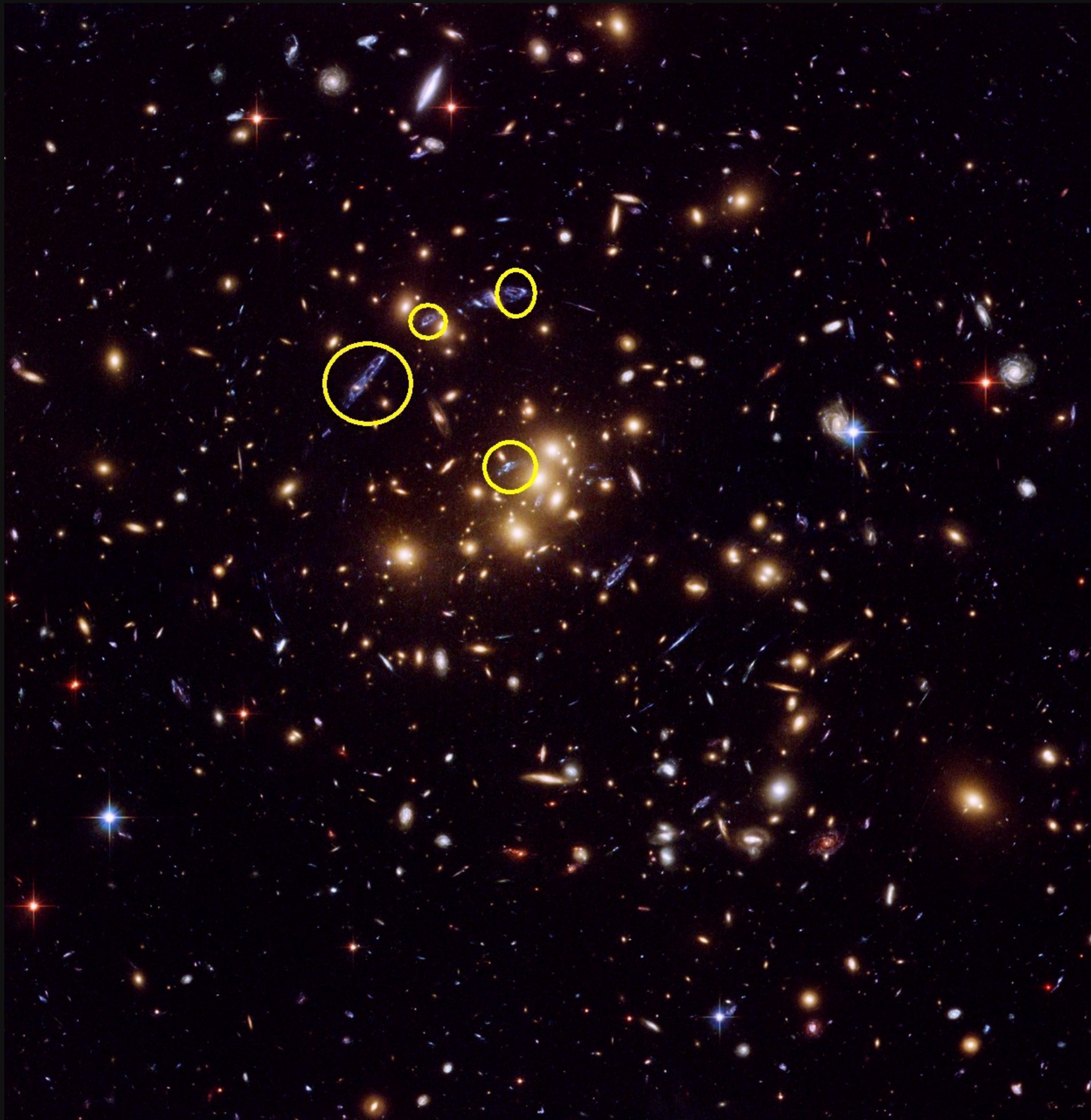


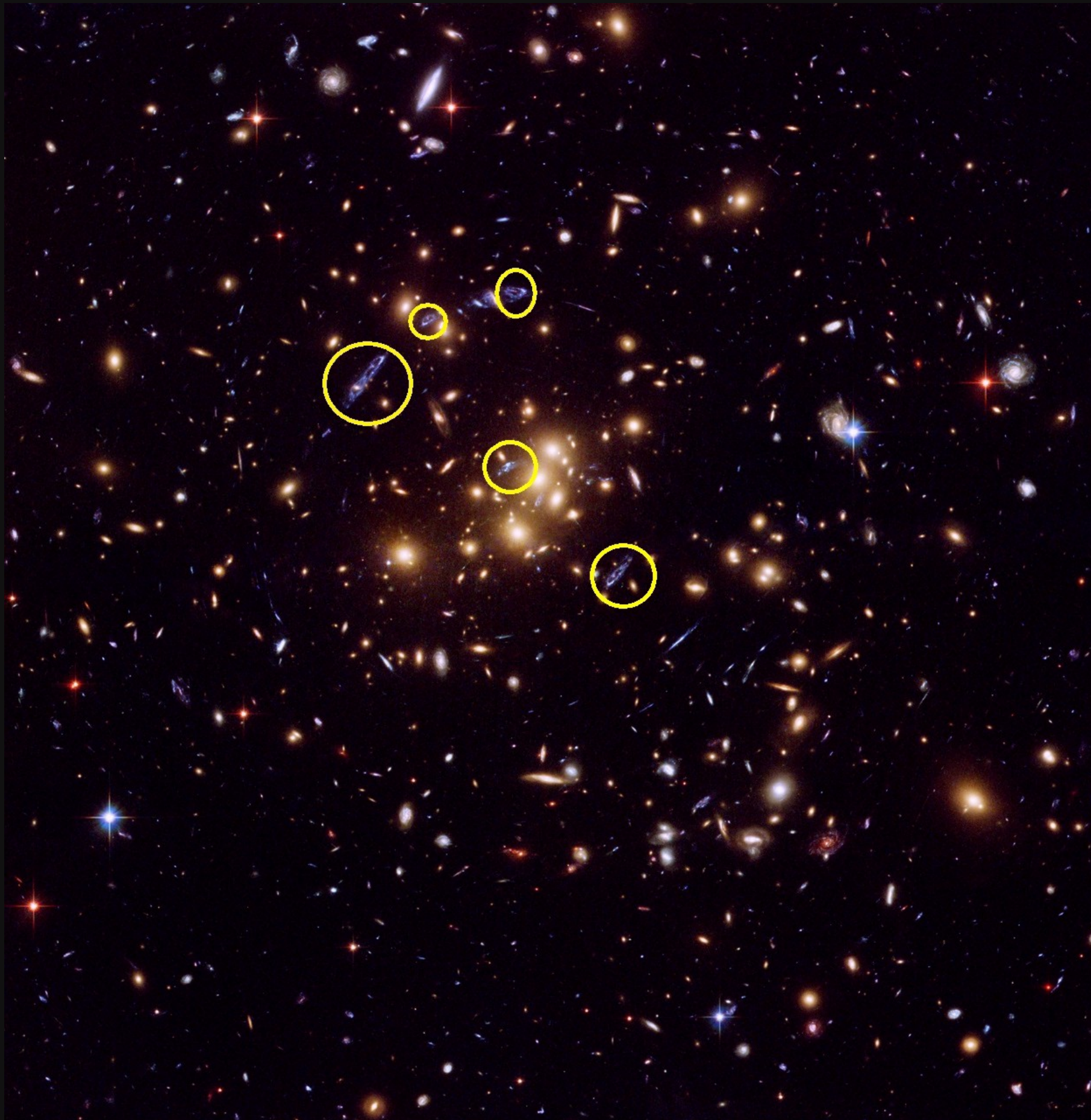















Gli scherzi delle lenti



Altri effetti delle lenti
gravitazionali:

sottili archi luminosi

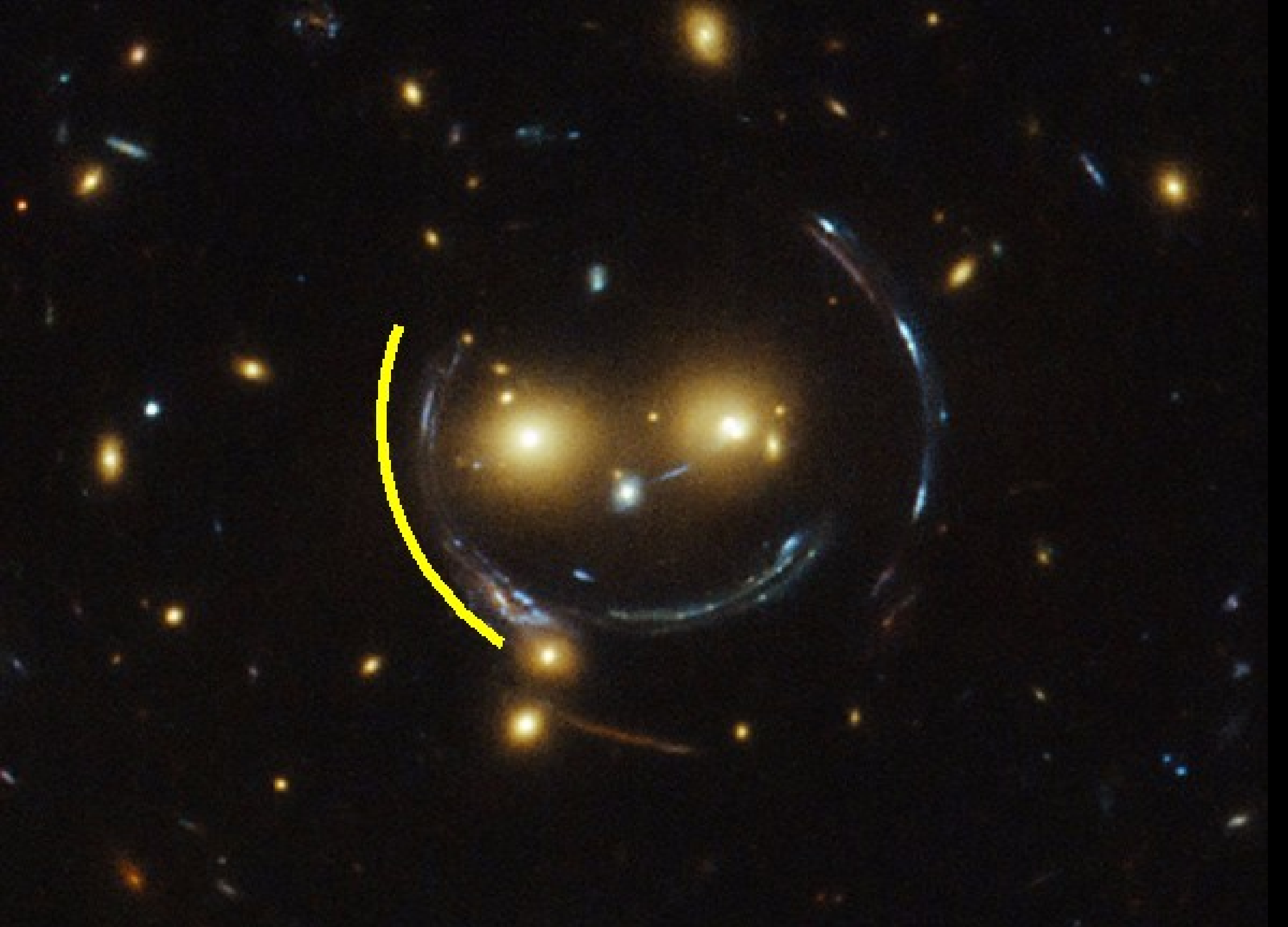
Lenti gravitazionali nell'ammasso di
galassie Abell 1689;
gli effetti della lente sono dei sottili archi luminosi

Gravitational Lens in Galaxy Cluster Abell 1689  HUBBLESITE.org

Lo stregatto ...









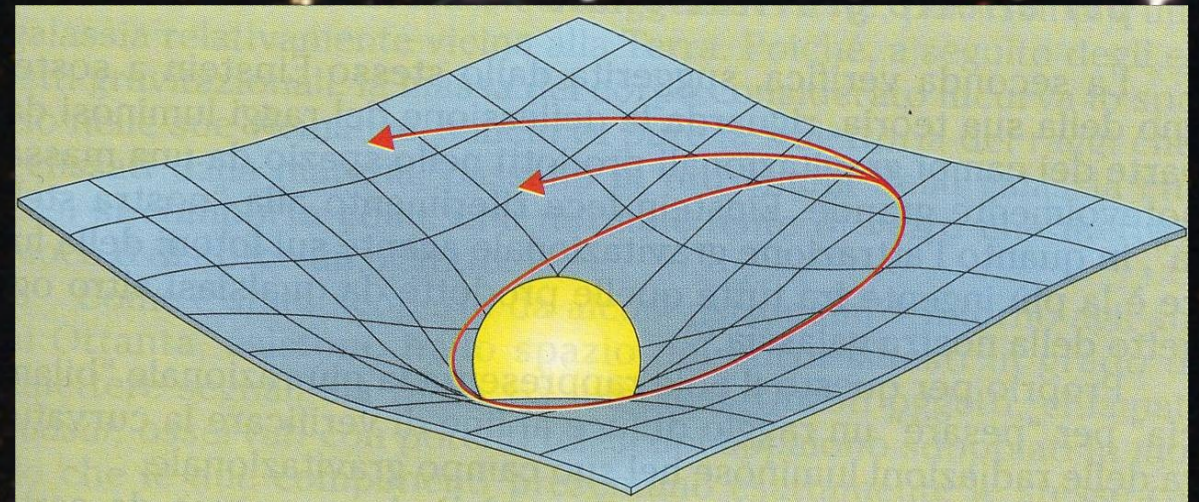




La relatività generale di Albert Einstein

In presenza di una grande massa (Sole, Terra, ecc.):

lo spazio si incurva.



Il tempo scorre a velocità diverse se ci si allontana o se ci si avvicina a una grande massa



Riassumiamo le correzioni da apportare agli orologi

Relatività ristretta – un orologio a bordo di un satellite che corre a 8 Km/s, registrerà una differenza di orario rispetto a uno che sta fermo di:

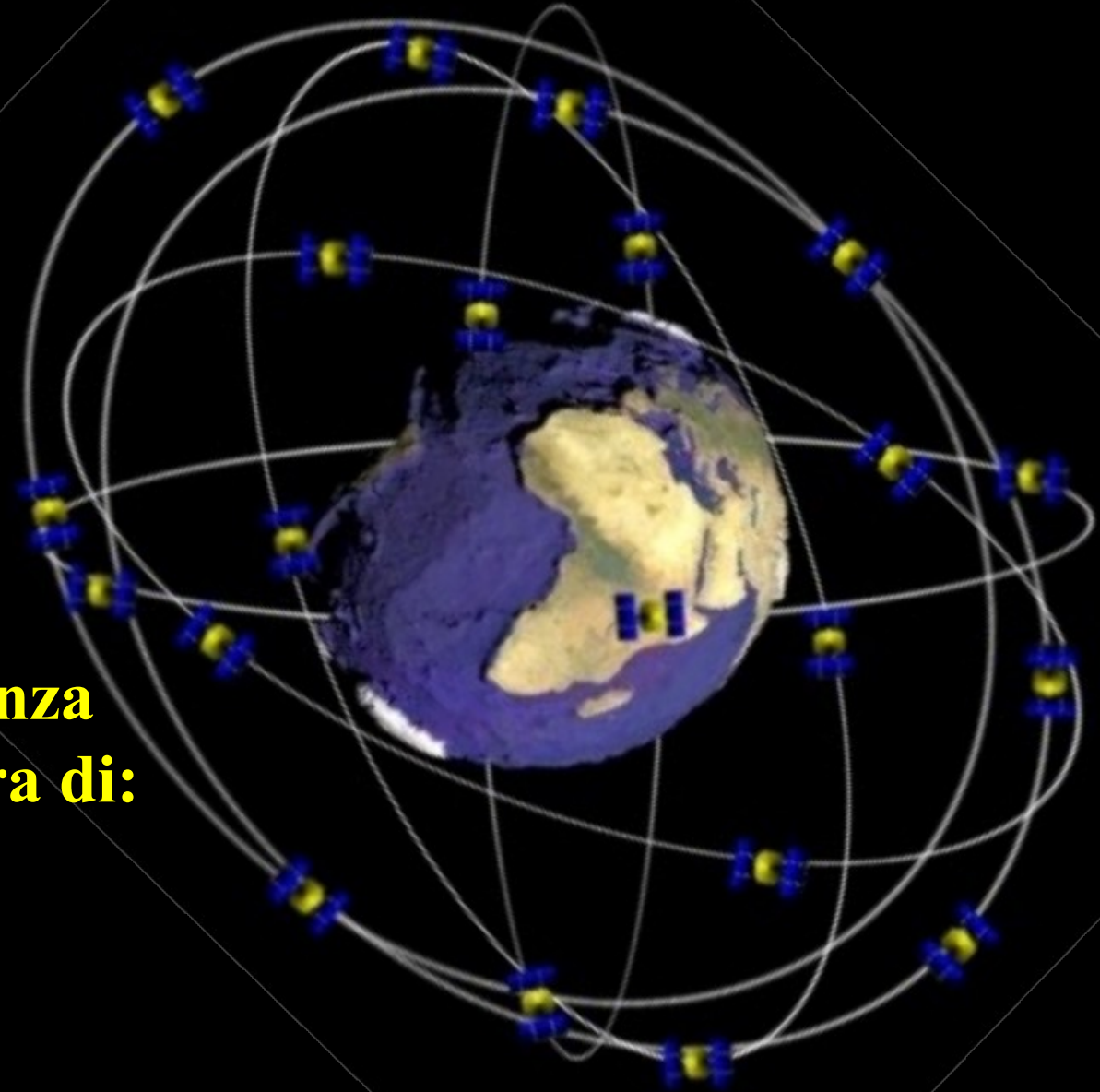
$-7 \mu\text{s}$ al giorno

Relatività generale – un orologio a bordo di un satellite che si trova a 22000 Km dalla Terra registrerà una differenza di orario rispetto a un orologio che sta a terra di:

$45 \mu\text{s}$ al giorno

Differenza netta: il tempo sul satellite accelera di circa

$38 \mu\text{s}$ al giorno



**In realtà ci sarebbero altre
correzioni da fare, ma ...**

... fermiamoci qui.

La reazione militare USA allo Sputnik: nel 1958 nasce

ARPA (Advanced Research Project Agency)

ARPA aveva il compito di migliorare le comunicazioni tra i computer militari che usavano la telefonia urbana ed erano facilmente intercettabili

Nel 1969 nasce la rete ARPANET

University of California
Santa Barbara

UCSB

Stanford Research Institute

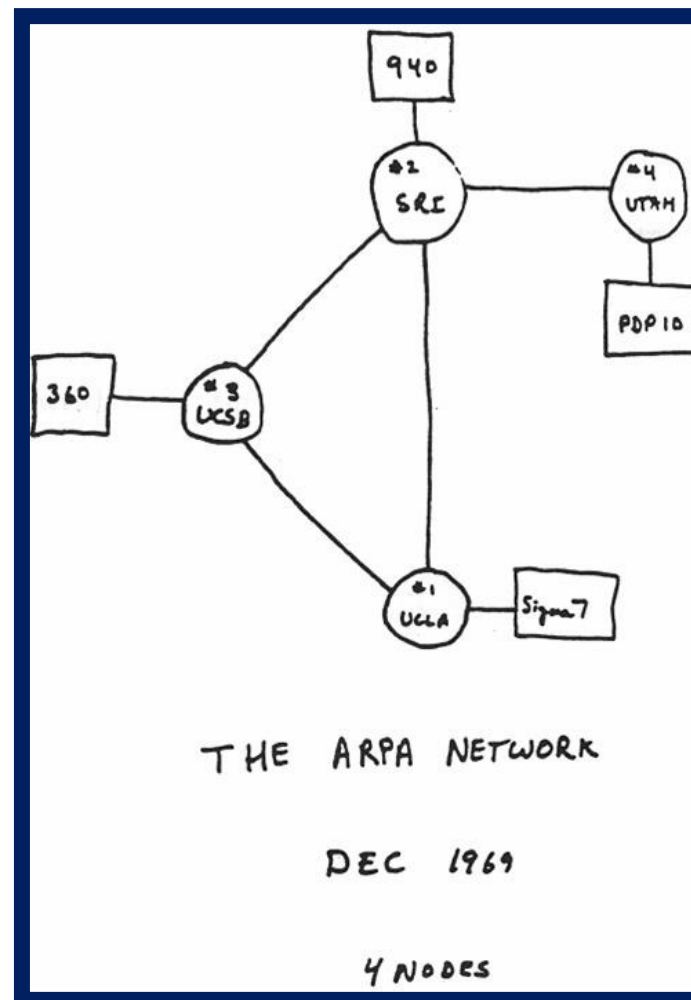
SRI

University of Utah

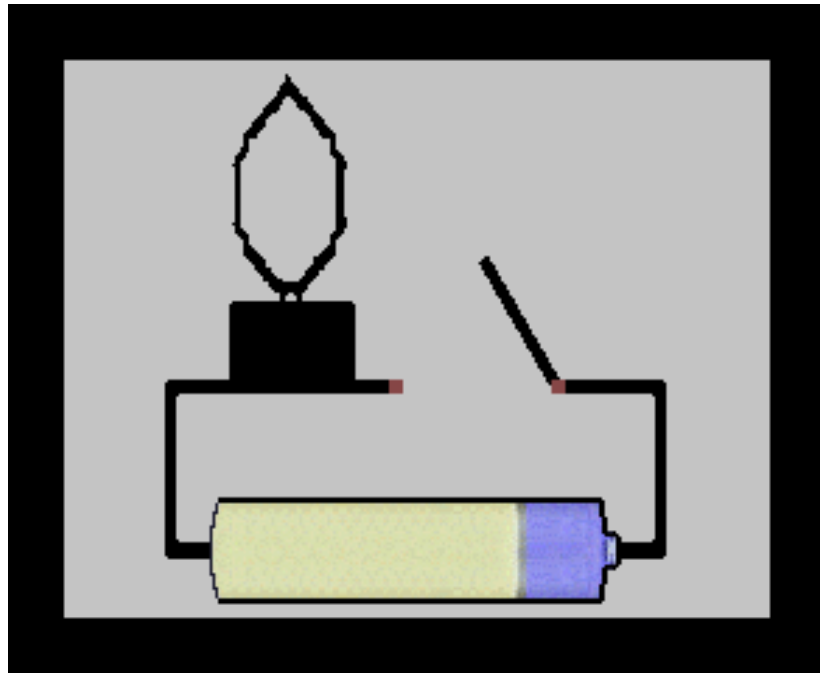
Utah

University of California
Los Angeles

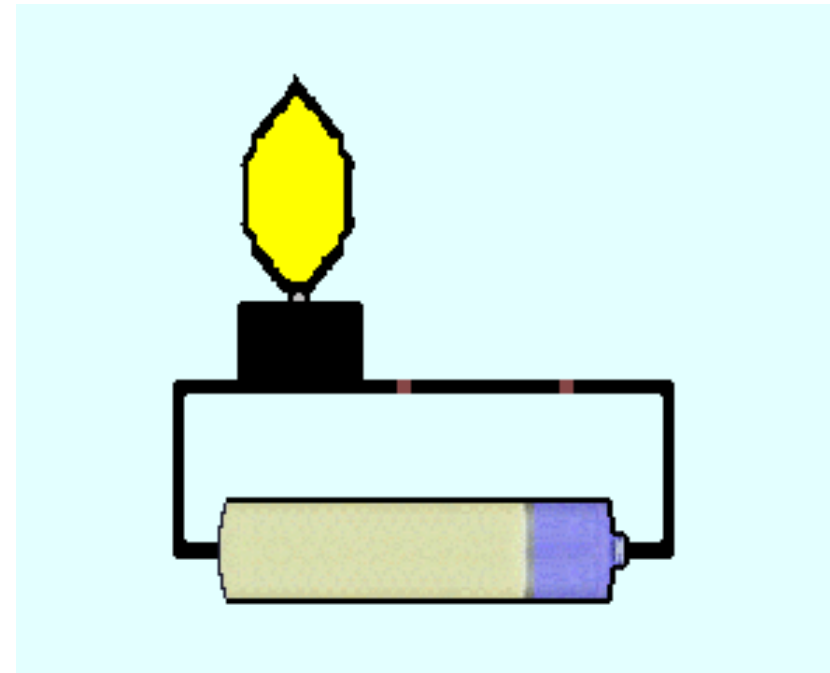
UCLA



Esempio di bit



0



1

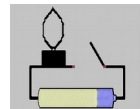
Come è fatto un Byte?

Un Byte è fatto di 8 bit

bit si scrive con la “b minuscola”

Byte si scrive con la “B maiuscola”

Un bit:



Un Byte:



Notazione decimale e notazione binaria

Cifra Decimale	Cifra Binaria
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

1 posizione

2 posizioni









3 posizioni

4 posizioni

Notazione decimale e binaria

Notazione
decimale

Notazione binaria (con 8 bit si possono avere 256 combinazioni diverse)

0	0000 0000	
1	0000 0001	
2	0000 0010	
3	0000 0011	
4	0000 0100	
5	0000 0101	
6	0000 0110	
7	0000 0111	
8	0000 1000	
9	0000 1001	
...		
255	1111 1111	

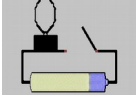
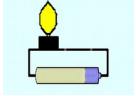
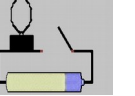
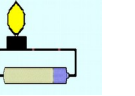
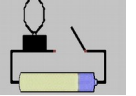
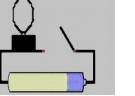
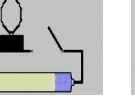
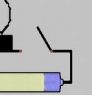
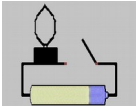
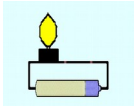
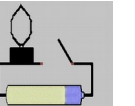
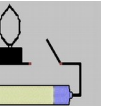
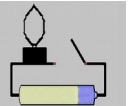
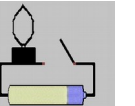
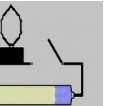
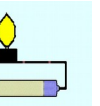
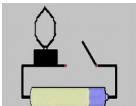
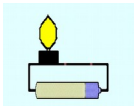
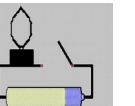
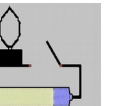
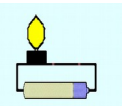
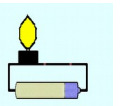
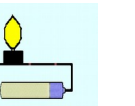
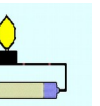
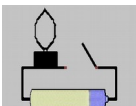
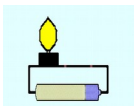
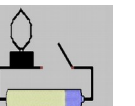
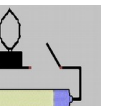
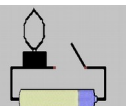
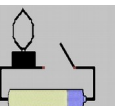
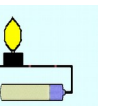
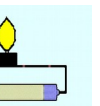
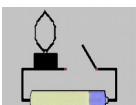
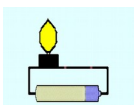
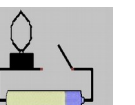

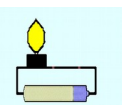
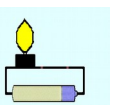
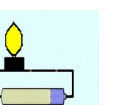
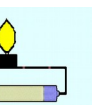
Codifica di alcuni dei 256 simboli possibili

ASCII (acronimo di American Standard Code for Information Interchange, Codice Standard Americano per lo Scambio di Informazioni)

Decimale	Binario	Carattere		Decimale	Binario	Carattere
64	0100 0000	@		80	0101 0000	P
65	0100 0001	A		81	0101 0001	Q
66	0100 0010	B		82	0101 0010	R
67	0100 0011	C		83	0101 0011	S
68	0100 0100	D		84	0101 0100	T
69	0100 0101	E		85	0101 0101	U
70	0100 0110	F		86	0101 0110	V
71	0100 0111	G		87	0101 0111	W
72	0100 1000	H		88	0101 1000	X
73	0100 1001	I		89	0101 1001	Y
74	0100 1010	J		90	0101 1010	Z
75	0100 1011	K		91	0101 1011	[
76	0100 1100	L		92	0101 1100	\
77	0100 1101	M		93	0101 1101]
78	0100 1110	N		94	0101 1110	^
79	0100 1111	O		95	0101 1111	

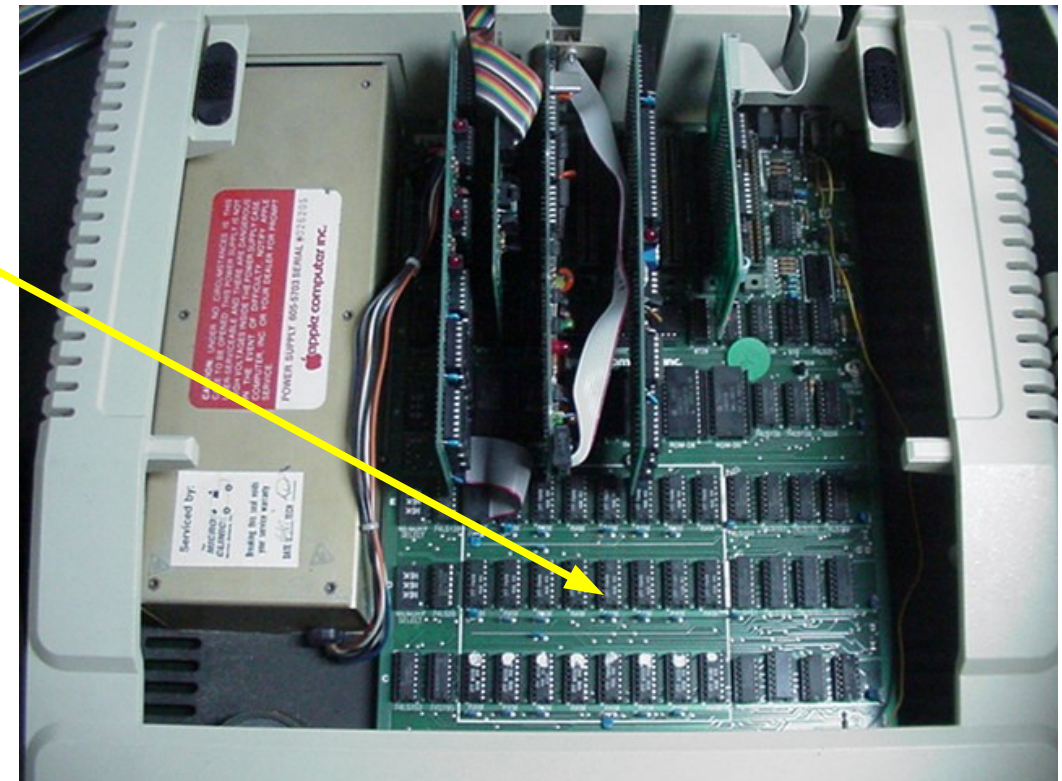
Per scrivere un carattere occorre un Byte

proviamo a scrivere "PAOLO"

P	80	0101 0000								
A	65	0100 0001								
O	79	0100 1111								
L	76	0100 1100								
O	79	0100 1111								

Le memorie di un computer

Memorie centrali (volatili)



Memorie esterne (es. dischi magnetici)

Memorie estraibili

Memorie magnetiche
Floppy tra il 1980 e il
2000
più o meno 1 MB

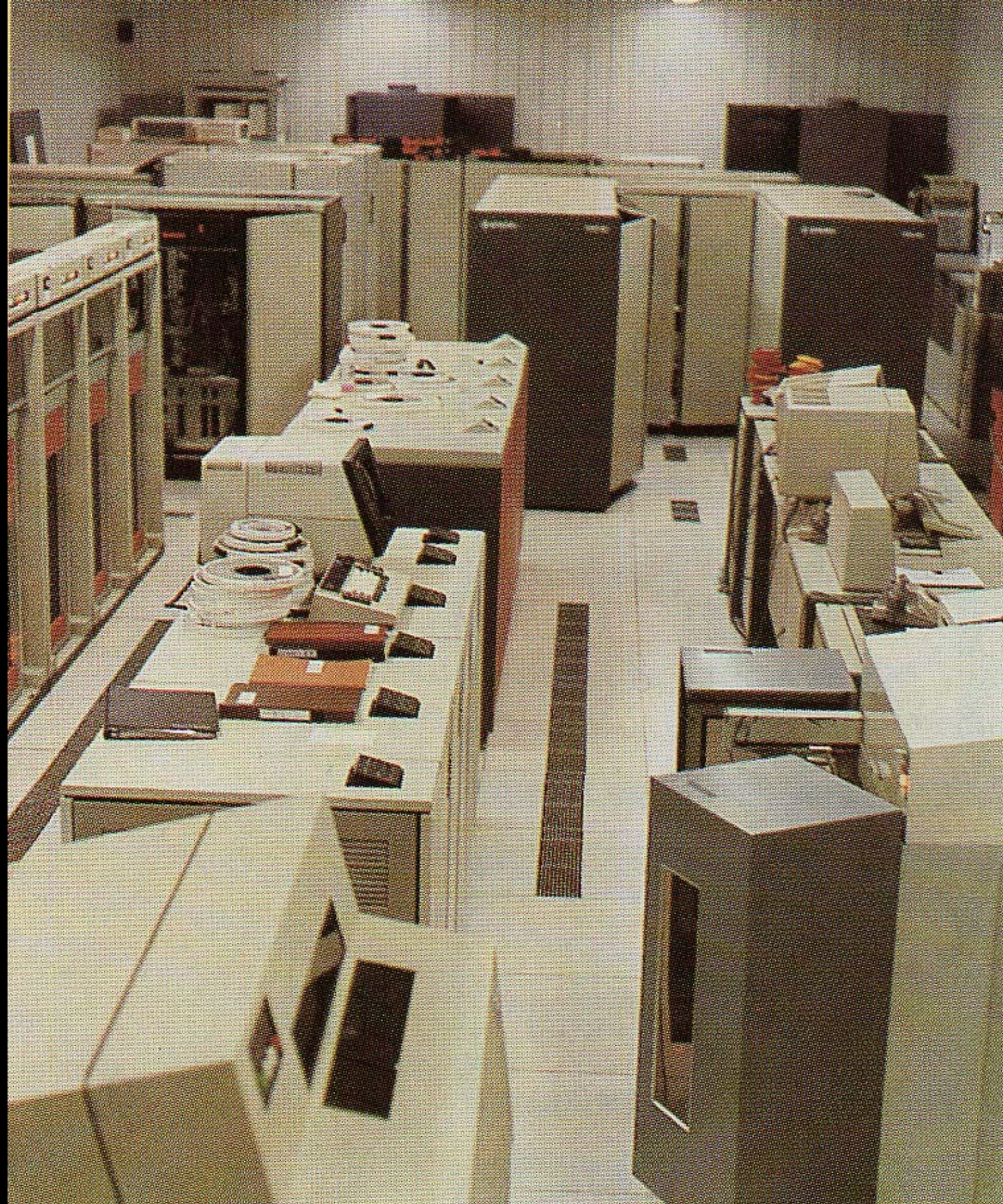
Memorie ottiche
CD = 700 MB
DVD = 4.7 GB

Memorie flash
penna USB da 16 GB

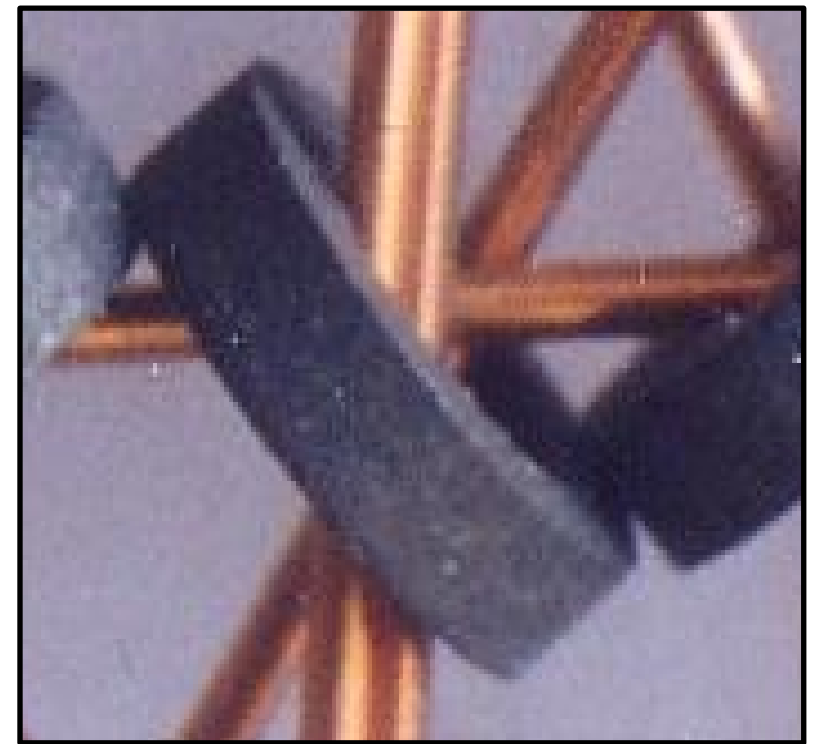
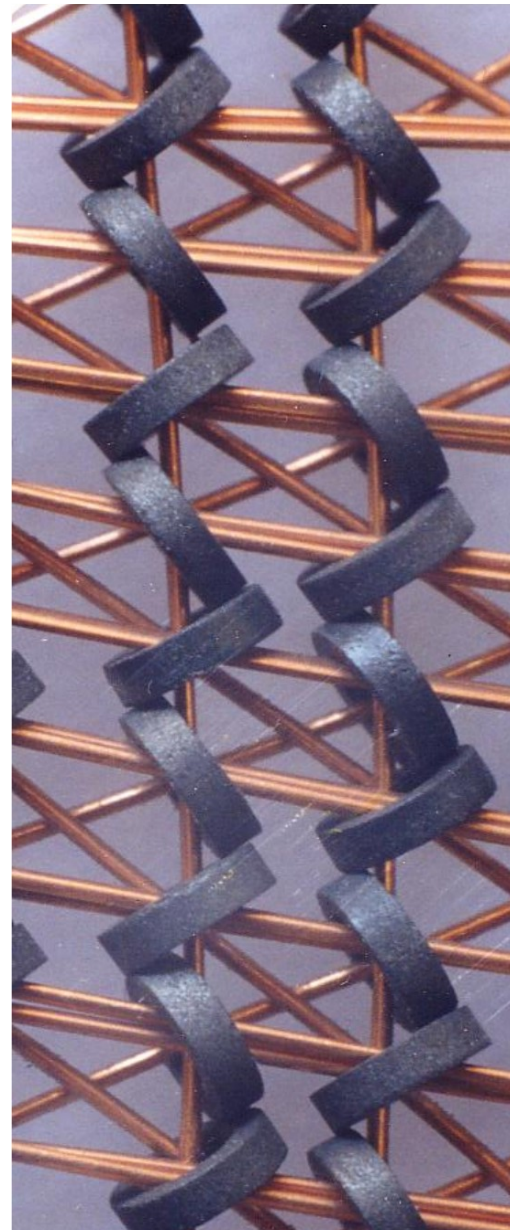
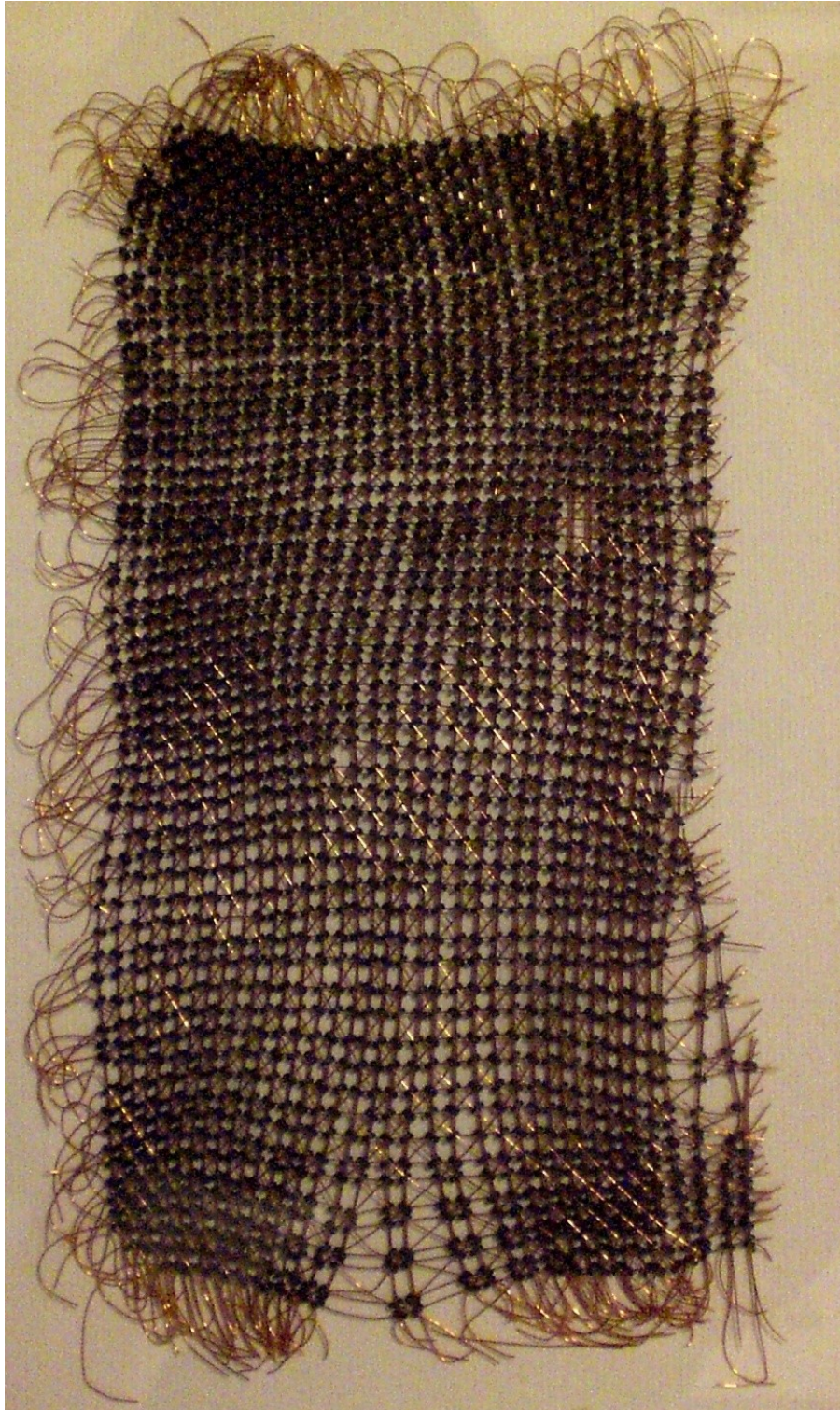


Le memorie centrali

**Le memorie
centrali fino agli
anni '70
erano di poche
migliaia di byte e
costosissime**



I bit degli anni '70

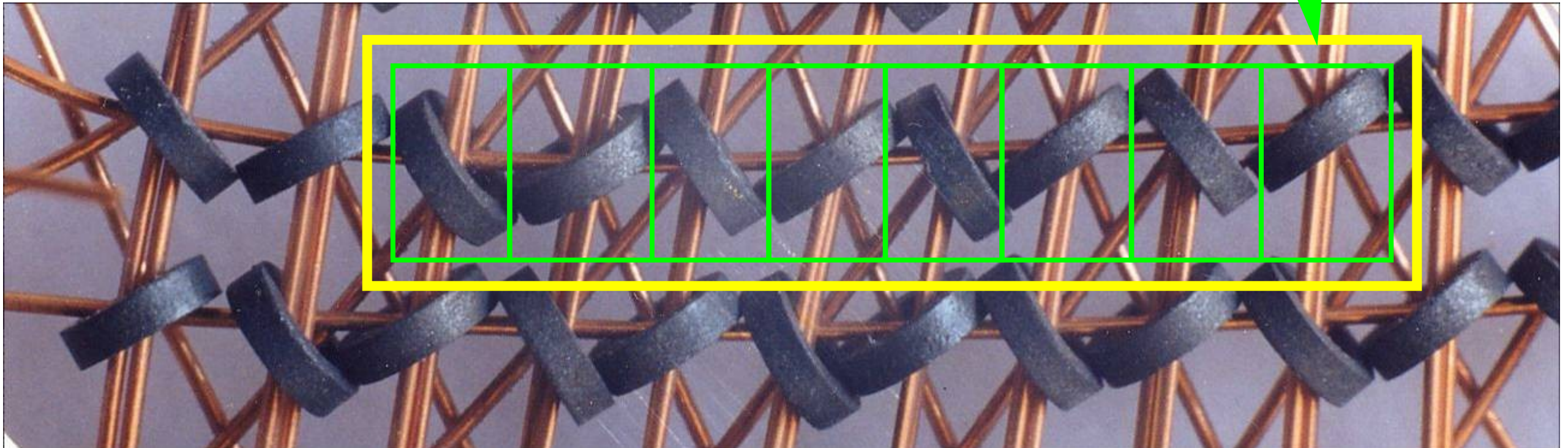


Se nel **filo scorre corrente elettrica** in un verso o in quello contrario i nuclei si comportano come magneti con polarità **sud-nord** o **nord-sud**.

I nuclei di ferrite

**1 Byte = 8
bit**

1 bit



memorie a nuclei di ferrite

Domanda: cosa si può scrivere con 3200 bit, ovvero 400 byte?

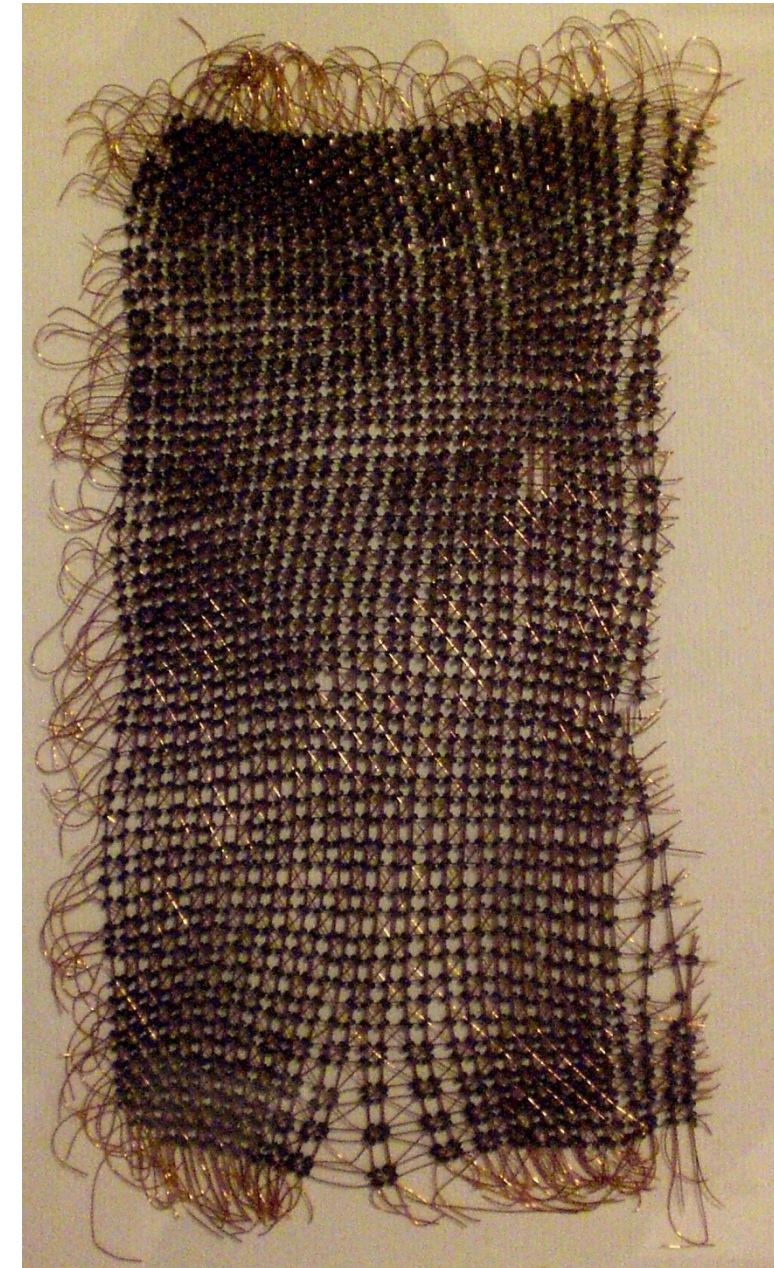
Risposta: un testo di 400 caratteri (70 parole)

LA LOCOMOTIVA

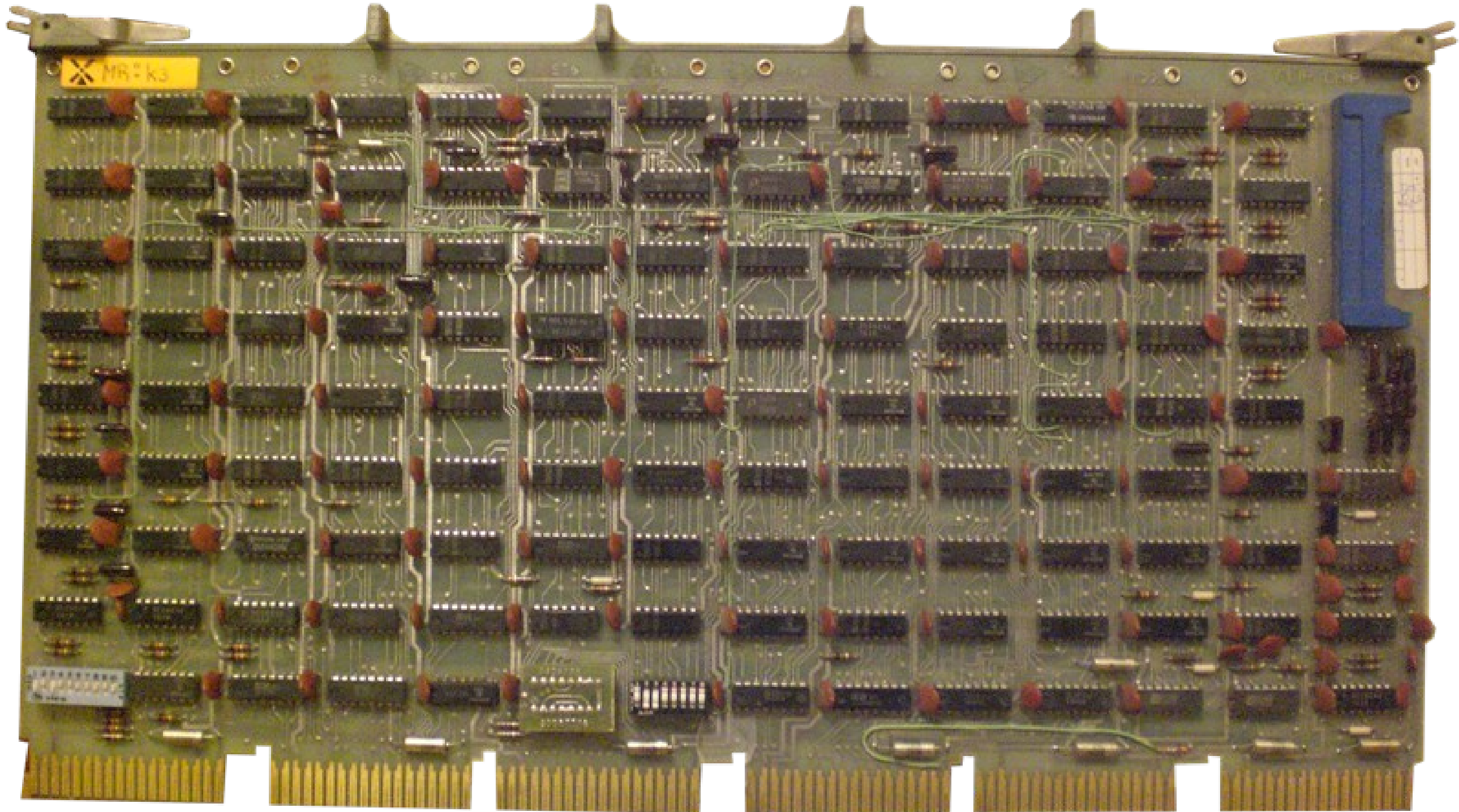
Francesco Guccini

Non so che viso avesse, neppure come si chiamava,
con che voce parlasse, con quale voce poi cantava,
quanti anni avesse visto allora, di che colore i suoi capelli,
ma nella fantasia ho l'immagine sua:
gli eroi son tutti giovani e belli,
gli eroi son tutti giovani e belli,
gli eroi son tutti giovani e belli...

Conosco invece l'epoca dei fatti, qual' era il suo mestiere:

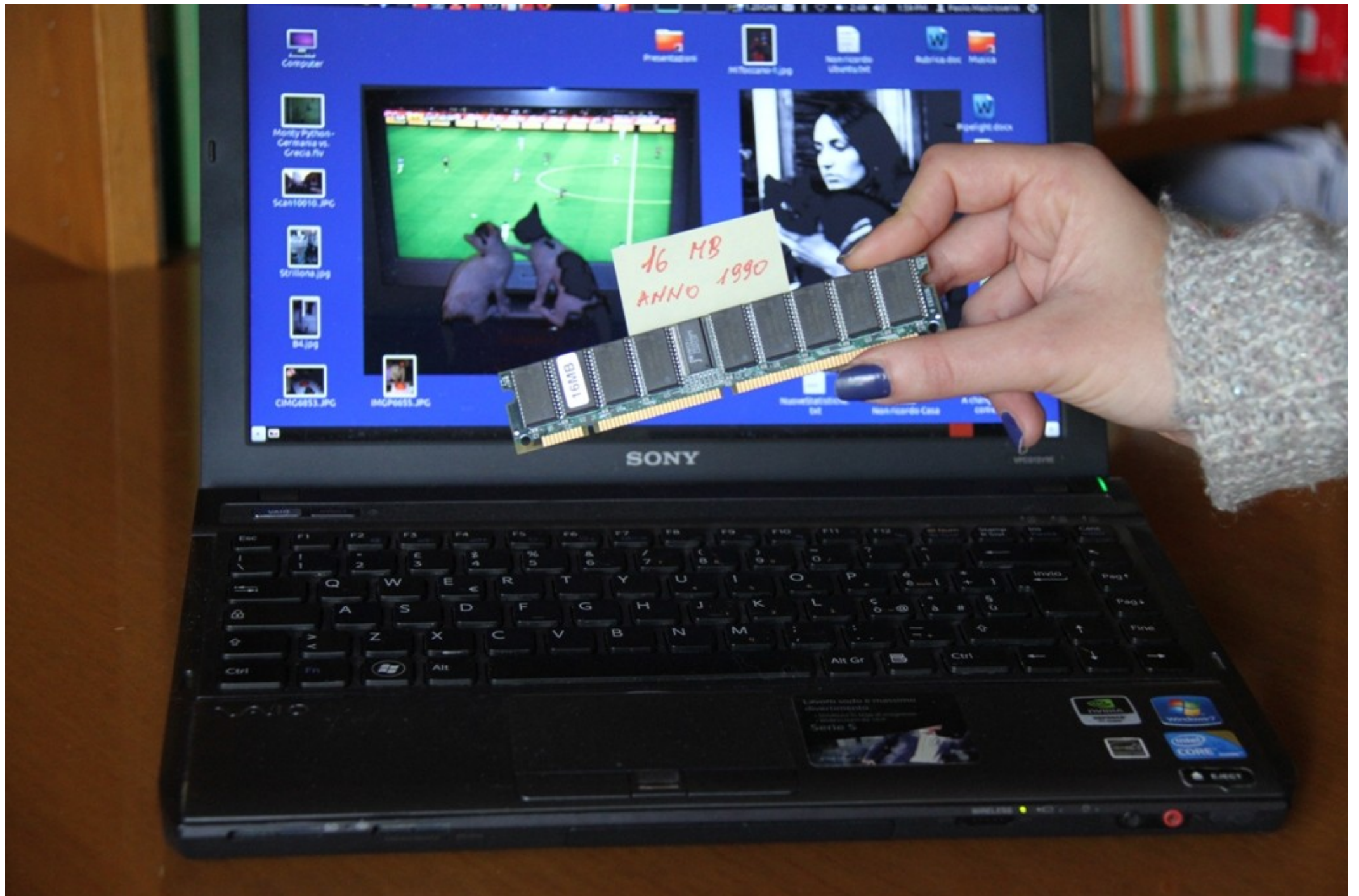
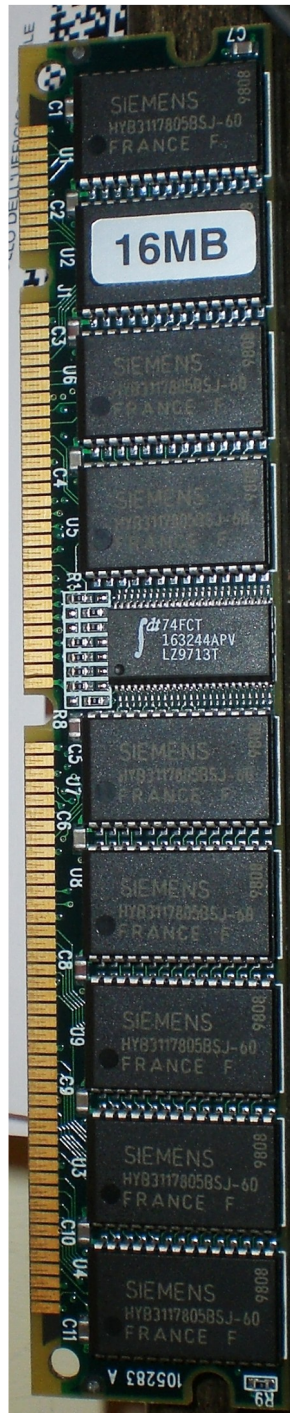


1 MB RAM del VAX



1984 - Costava nove milioni di lire!

Anni '80: 16 MB RAM



Anni '90: 128 MB RAM

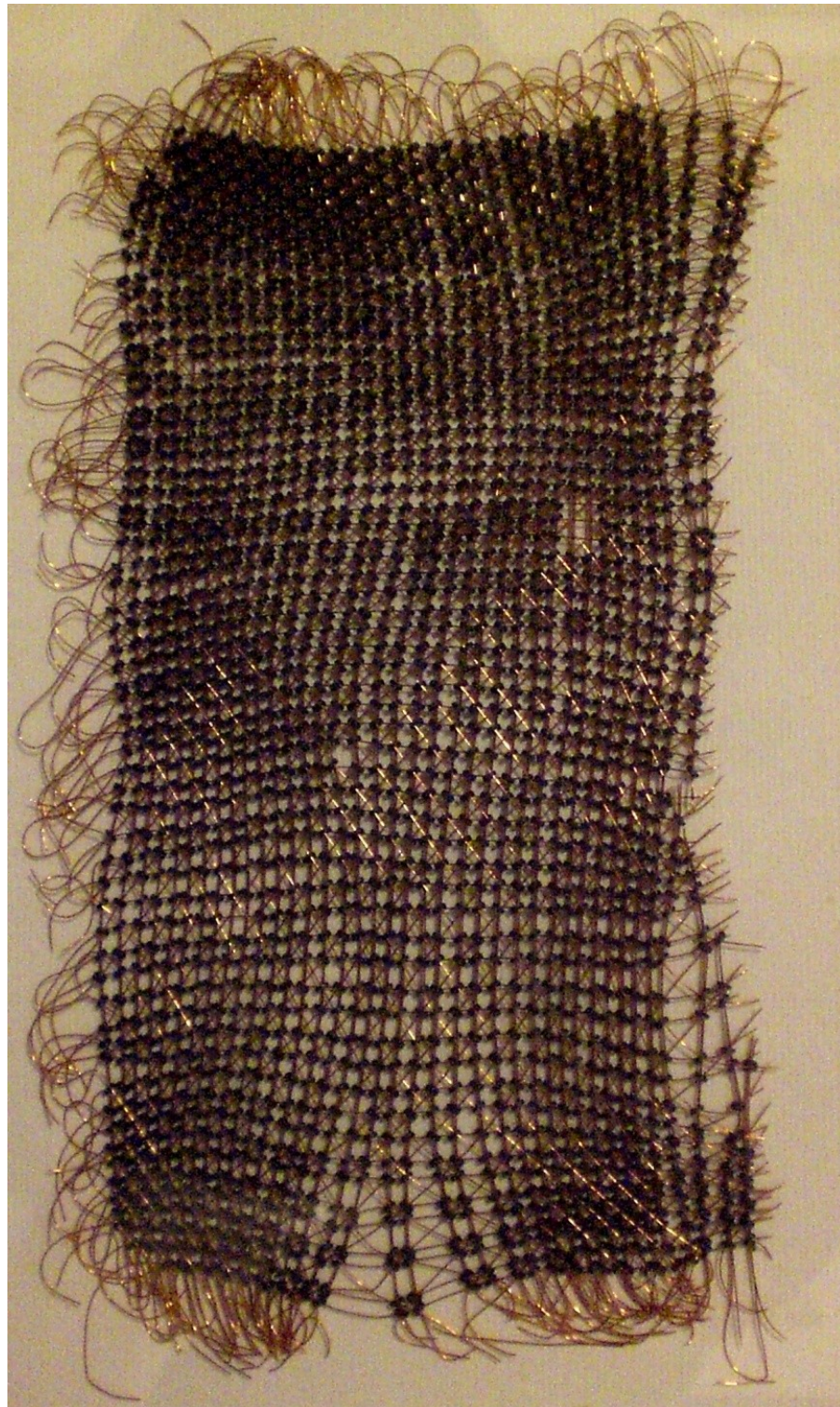


Anni 2000: 1 GB RAM

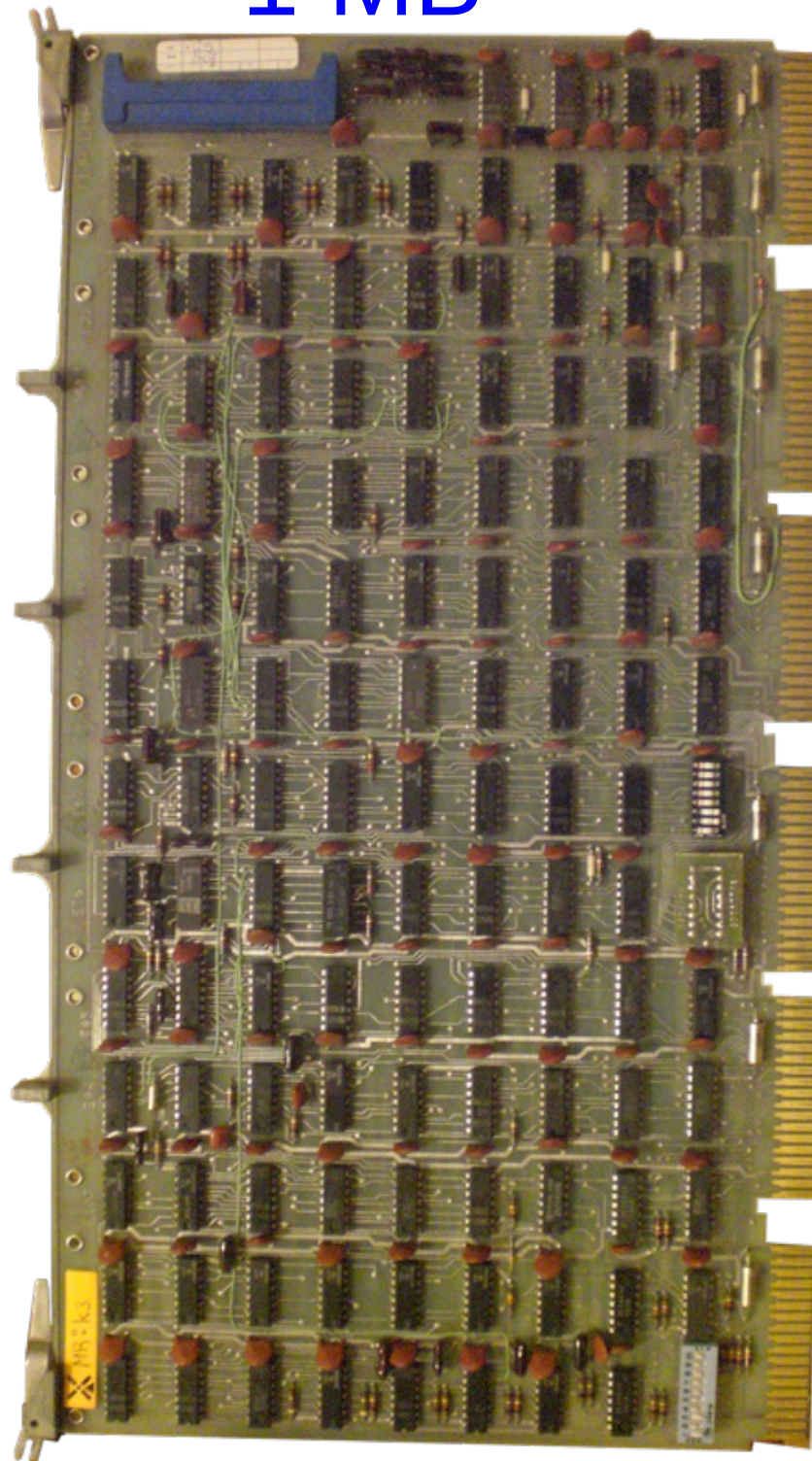


... riassumendo, dagli anni '70 a oggi

400 Byte



1 MB



16 MB



128 MB



1 GB



Le memorie esterne e/o estraibili

Domanda: cosa si può scrivere su un disco di dieci milioni di byte (10 MB)?



Disco degli anni '70

Risposta: un video a bassa risoluzione della durata di meno di tre minuti



**Disco degli
anni '70**

Domanda: cosa si può scrivere su un nastro da 200 MB?

Risposta: in un nastro di 200 MByte si possono inserire libri pari a un quinto di una biblioteca di famiglia (escluso le immagini)



La Divina Commedia (statistiche)

gerarchia	cantiche	canti	versi	parole	caratteri	
cantiche	3	—	33	4744,33	33899,33	136158,67
canti	100	—	—	142,33	1016,98	4084,76
parole	101.698	—	—	—	—	4,02
caratteri	408.476	—	—	—	—	—

DATE 1-3-77
TIME 8:50:30.67 GMT

Nel 1984 nasce a Fisica il Servizio Calcolo



**Il VAX 11/750-B, si chiamava
VAXNA
Costò circa 200 ML di lire.**

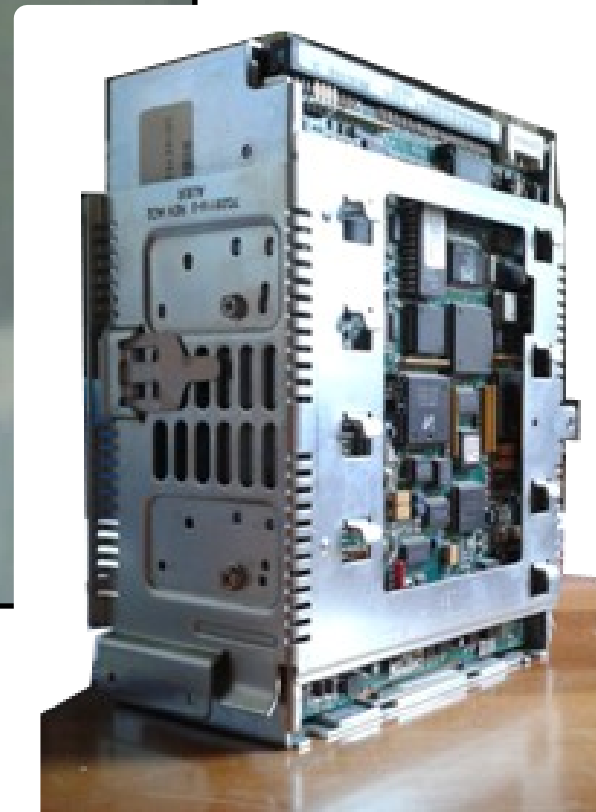


Dischi RA60

**Capacità:
alcune centinaia
di MB**



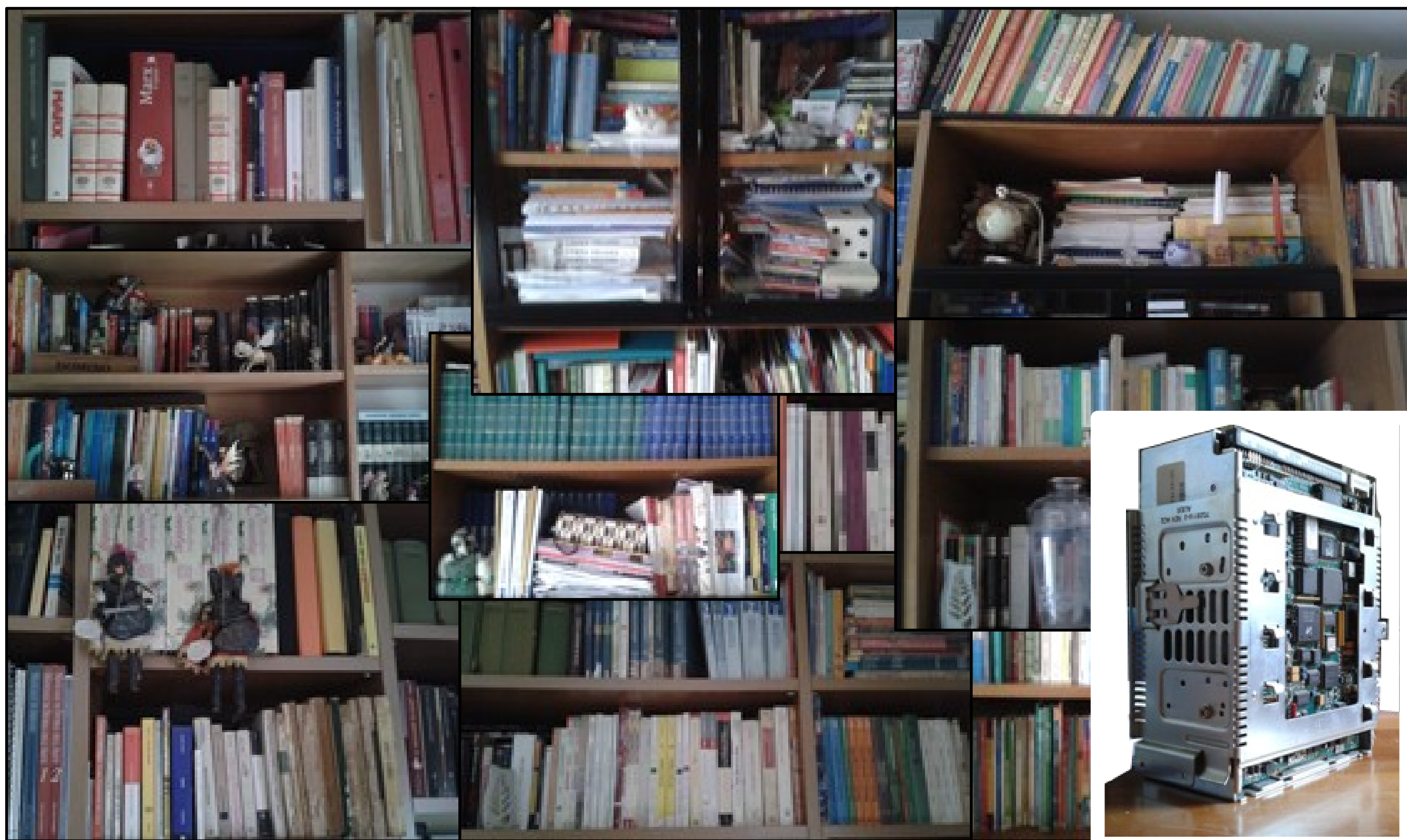
Anni '90: disco da 1 GB (20 ML lire)



VAX 6320

Cosa si può scrivere in un disco da 1 GB?

Tutti i libri presenti in una casa



Quali sono oggi le capacità di archiviazione dei dati?



Una biblioteca universitaria

Disco da 2 TB (2000 GB), cosa può contenere?

... riassumendo, dagli anni '70 a oggi

10 MB
Anni '70



200 MB
Anni '80



1 GB
Anni '90



2000 GB
(2 TB)
Anni 2000



Domanda

**Come si dialogava
con un computer fino agli
anni '70?**

Collegamento Napoli - Milano con la GEISI



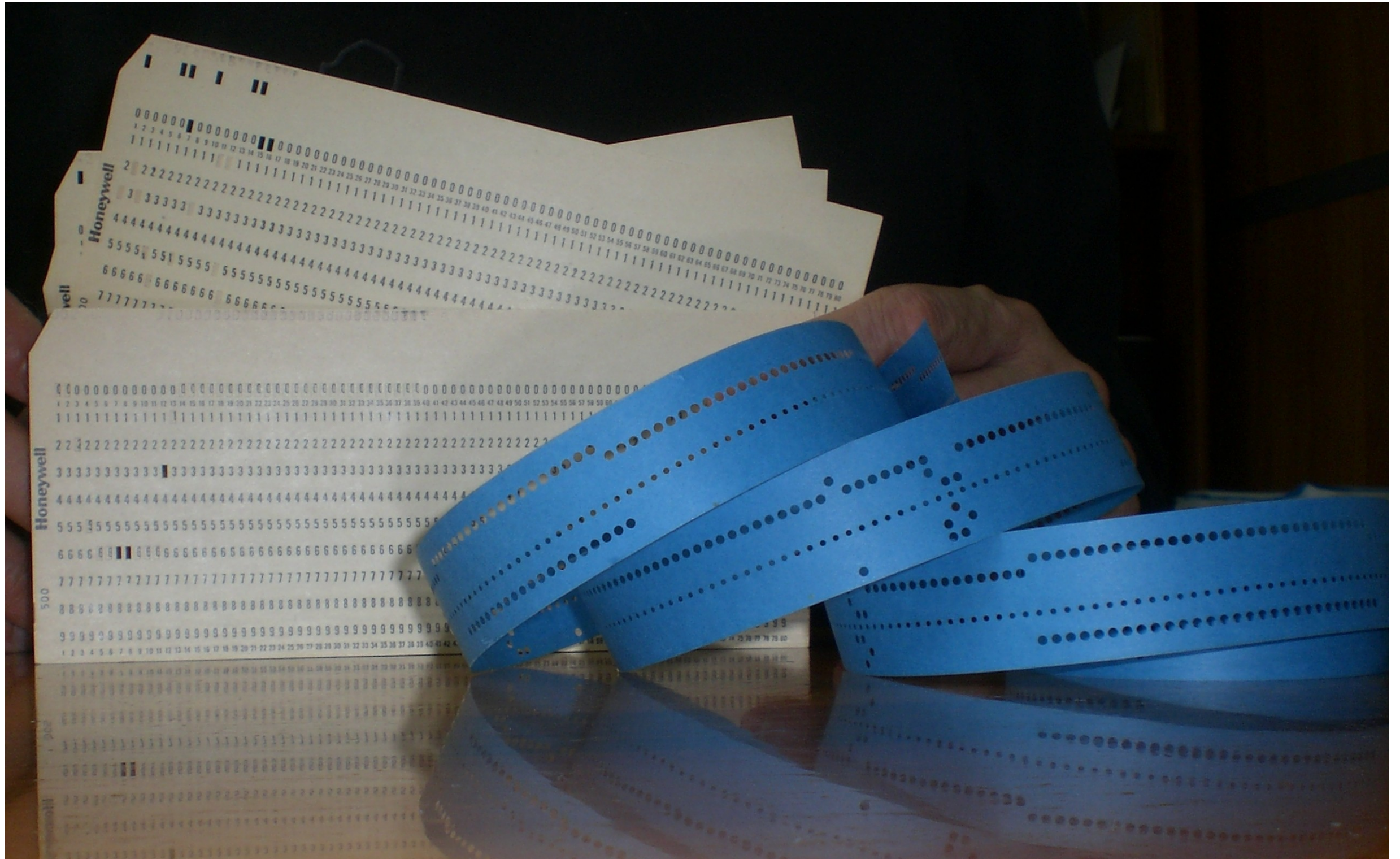
Nel 1968 **Giulio Spadaccini** si collegava con Milano alla velocità di 110 bps con una telescrivente elettromeccanica classica con lettore/perforatore di banda di carta molto simile a quella che si vede nella foto.

Dennis Ritchie e Ken Thompson

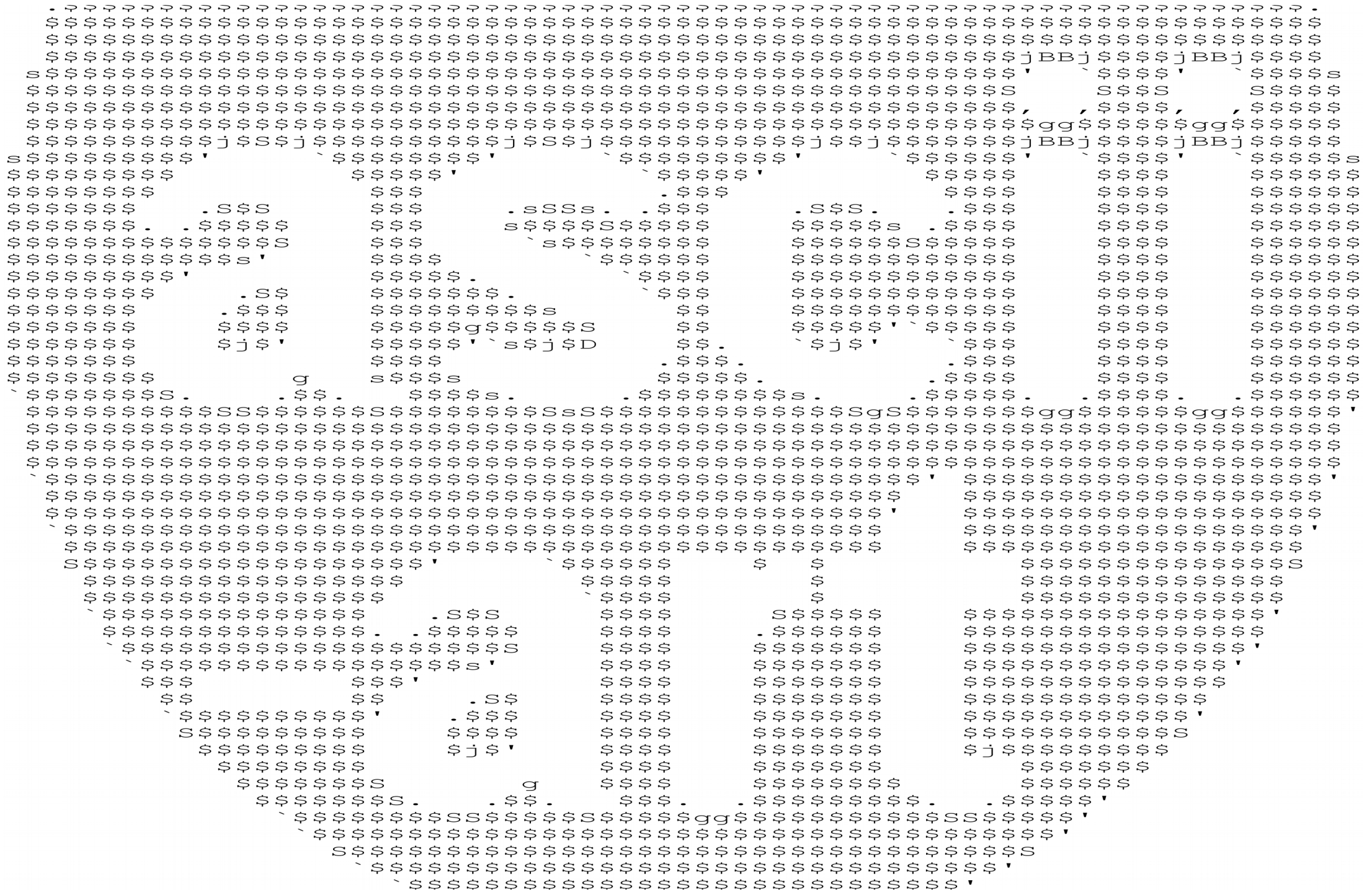


Digital PDP-7

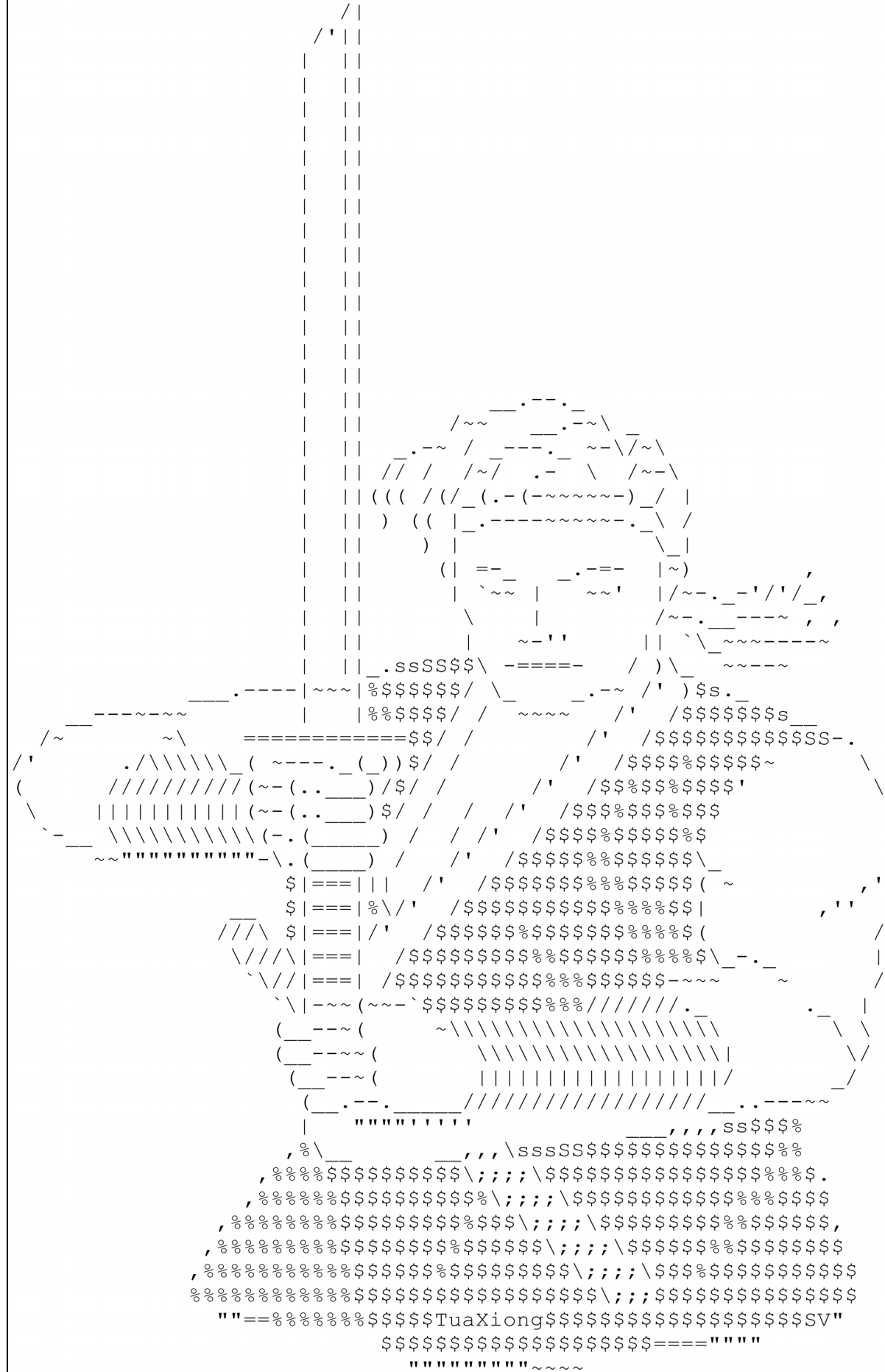
Schede e nastri perforati



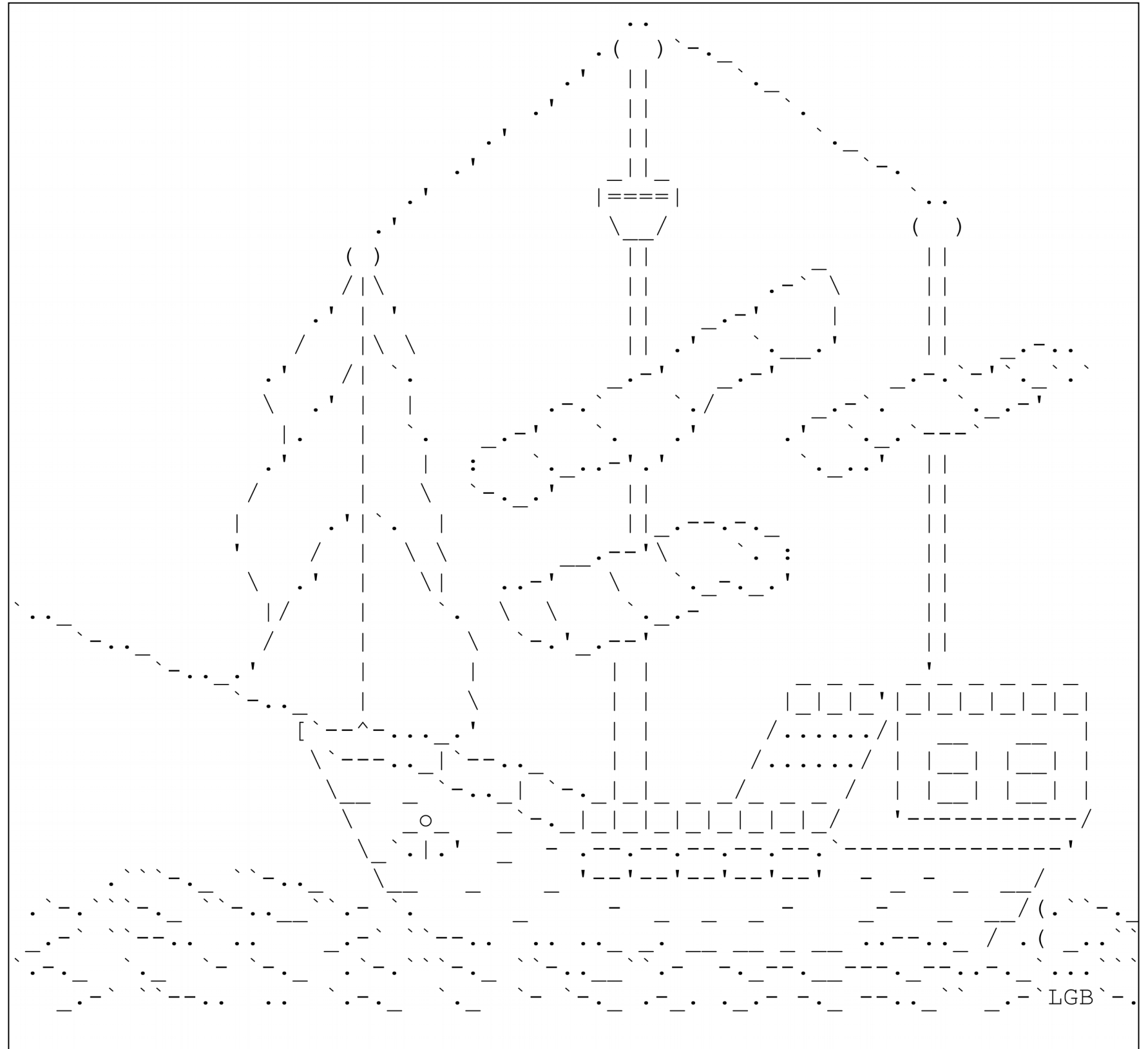
Quando non esistevano le stampanti grafiche nacque la ...



La ASCII ART



La ASCII ART



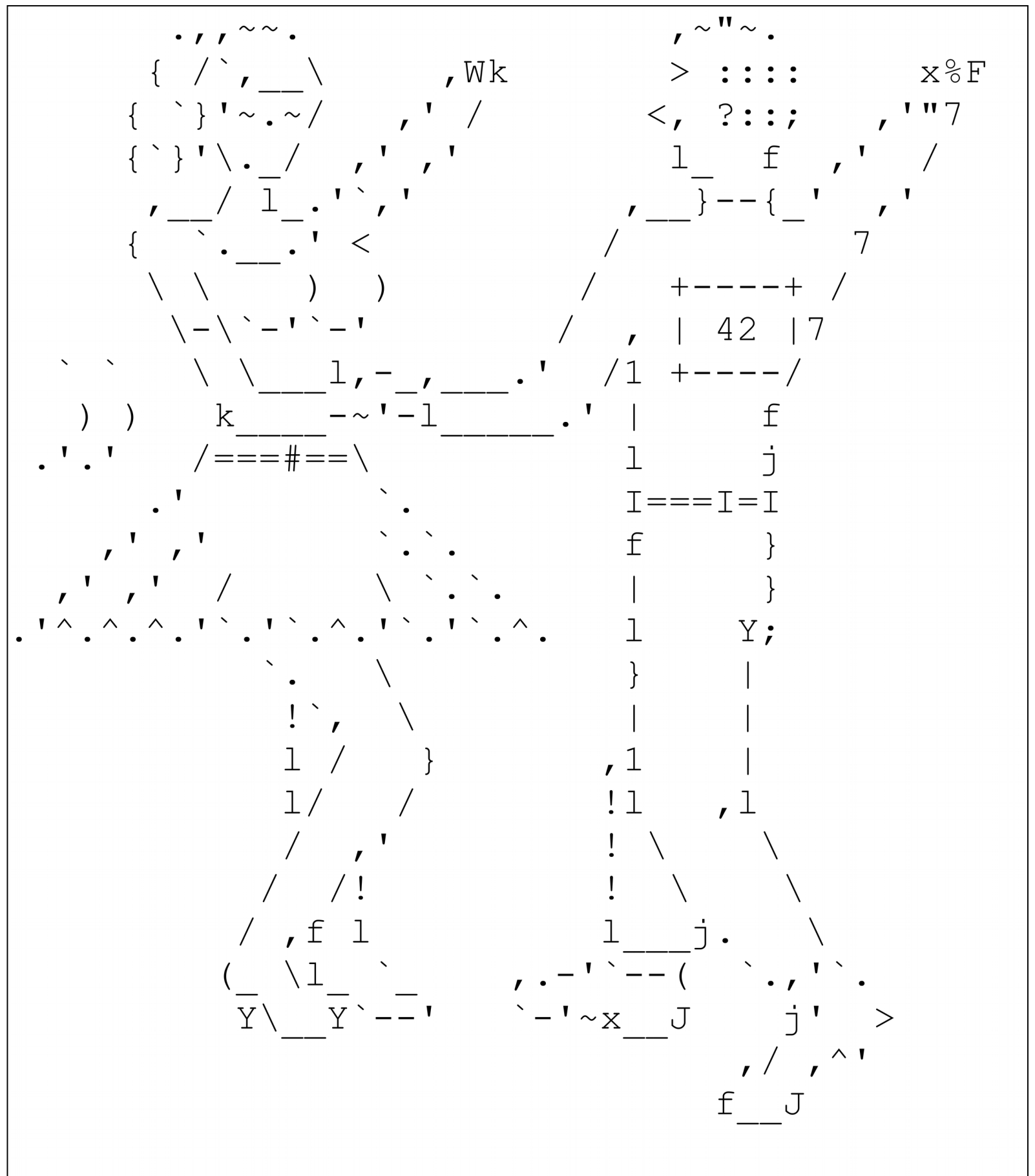
La ASCII ART

```

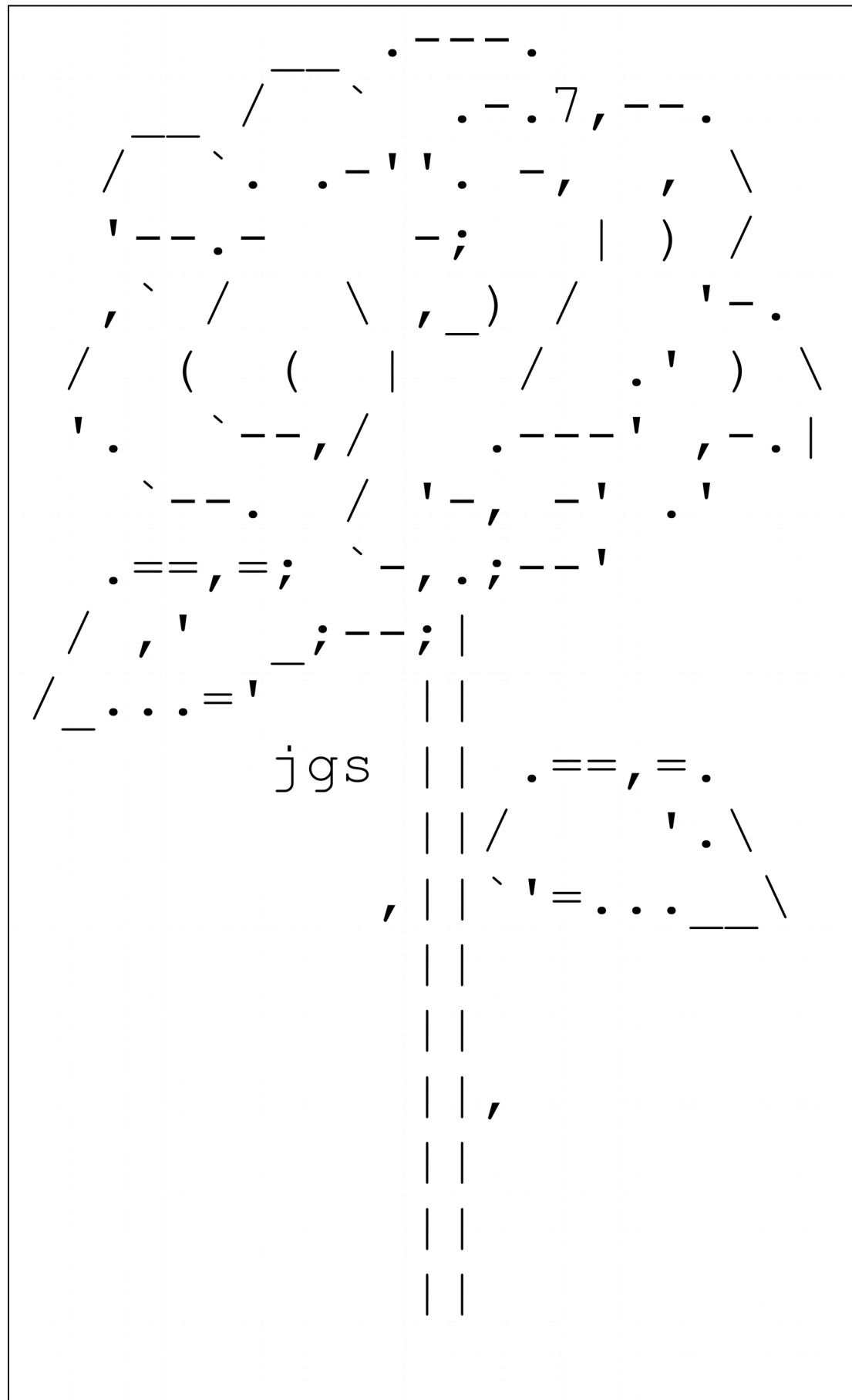
                .ed$$$$F
                z$$$$$$"
                4$$$$$$F
                $$$*$""*$$P
                $$$$$be.
                z"          z"
                z" $          *c          e"          /
                P          '          ""*""
                . "          $          r
                F          'L          3
                $          "c          .
                .          ^b          $
                $          *c          z$*$""*b.          4
                P          *$P          *$          4
                F          "$c          *d
                F          ""*e.          "
G $cb          "$c
i $$$c          *c
l 3$$$$$ec          $.
o  $$$$$$$.          "c
9  $$$$$$c          'c
4, *$$$$$c          "c
    "$$$$$"          $ 3
    "$$          *.J          $
    "$b          3r
    "$b.          $
    ^*$e.          $
    "$$$c          ^F
    ^$$$$e.          JF
                ""*$$$$beee$$P

```

La ASCII ART



La ASCII ART



Alla grafica si arrivò in un secondo momento

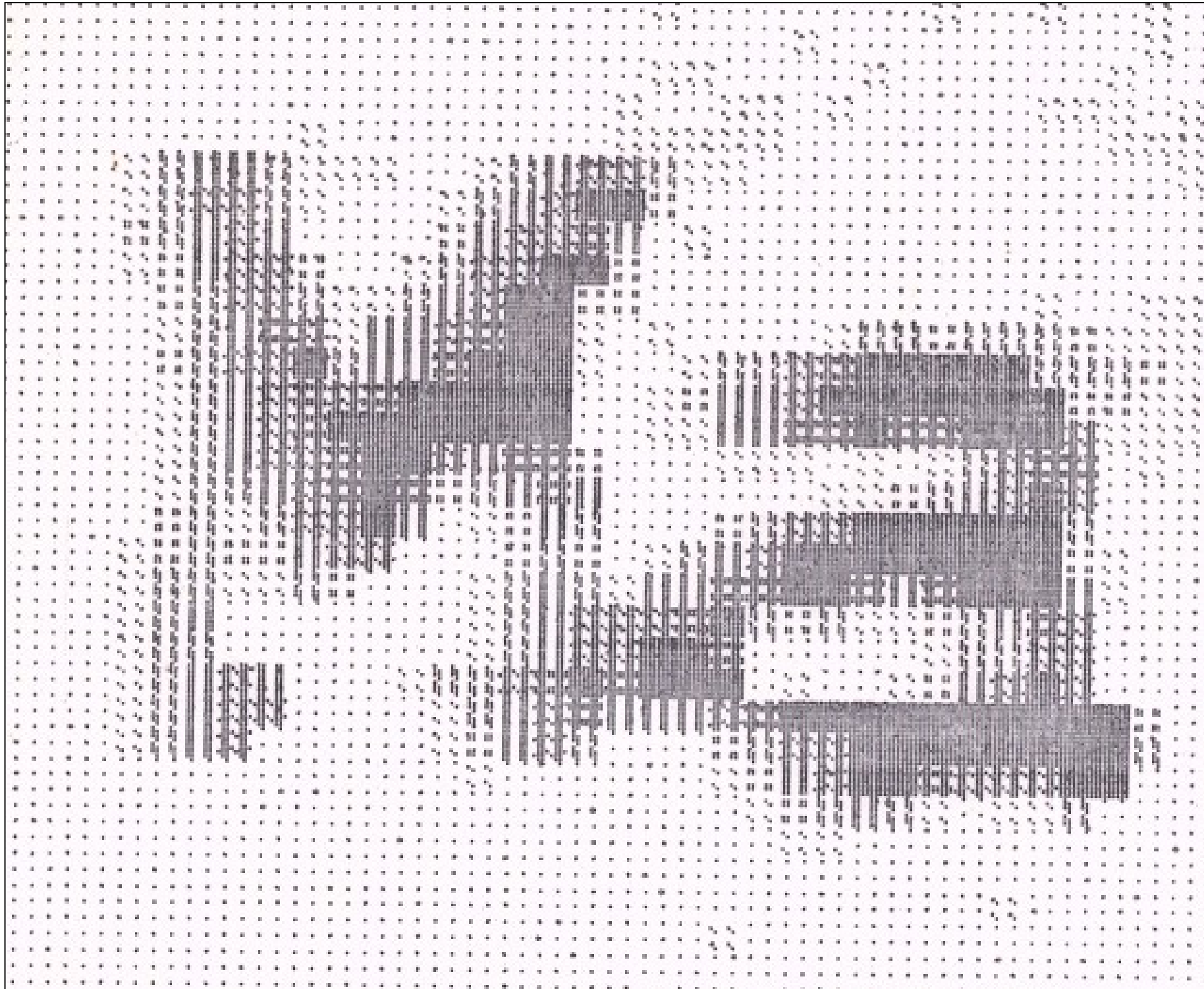
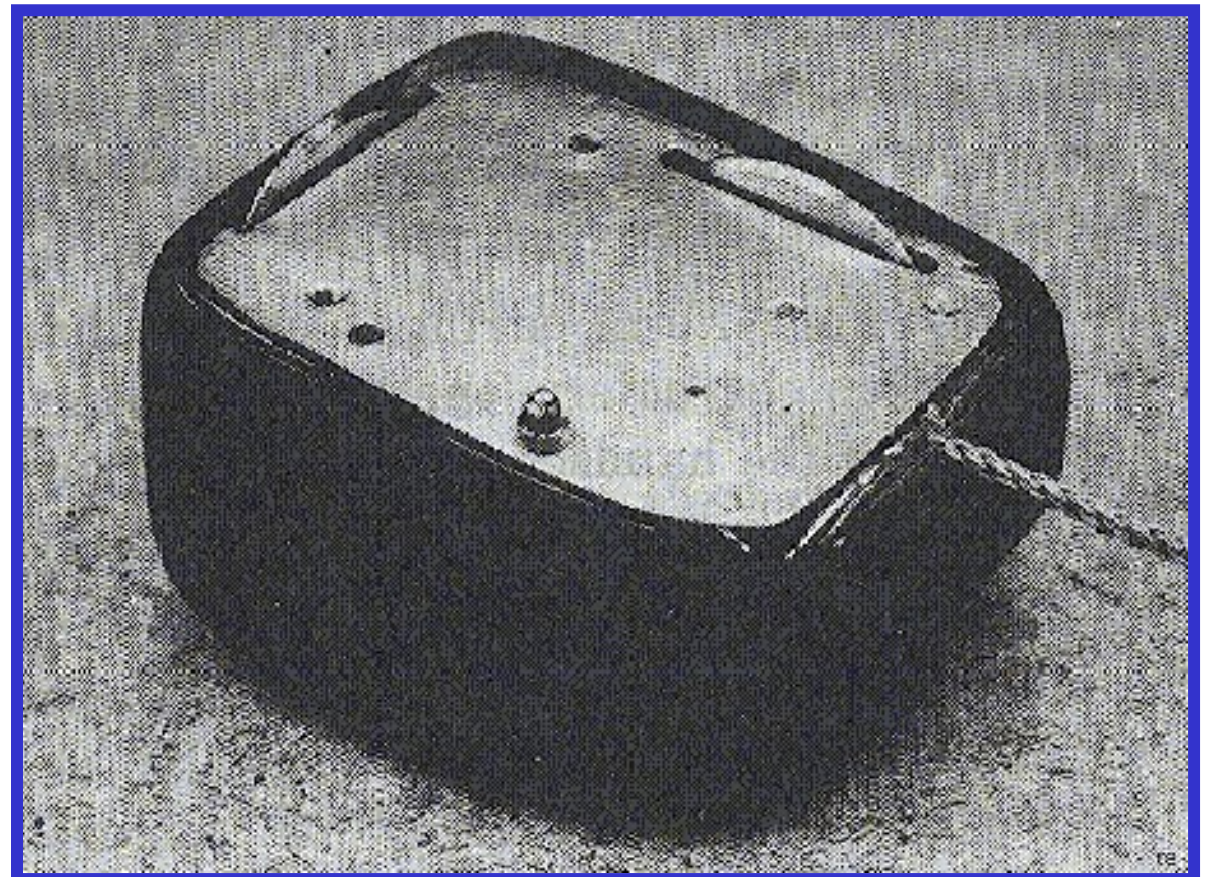


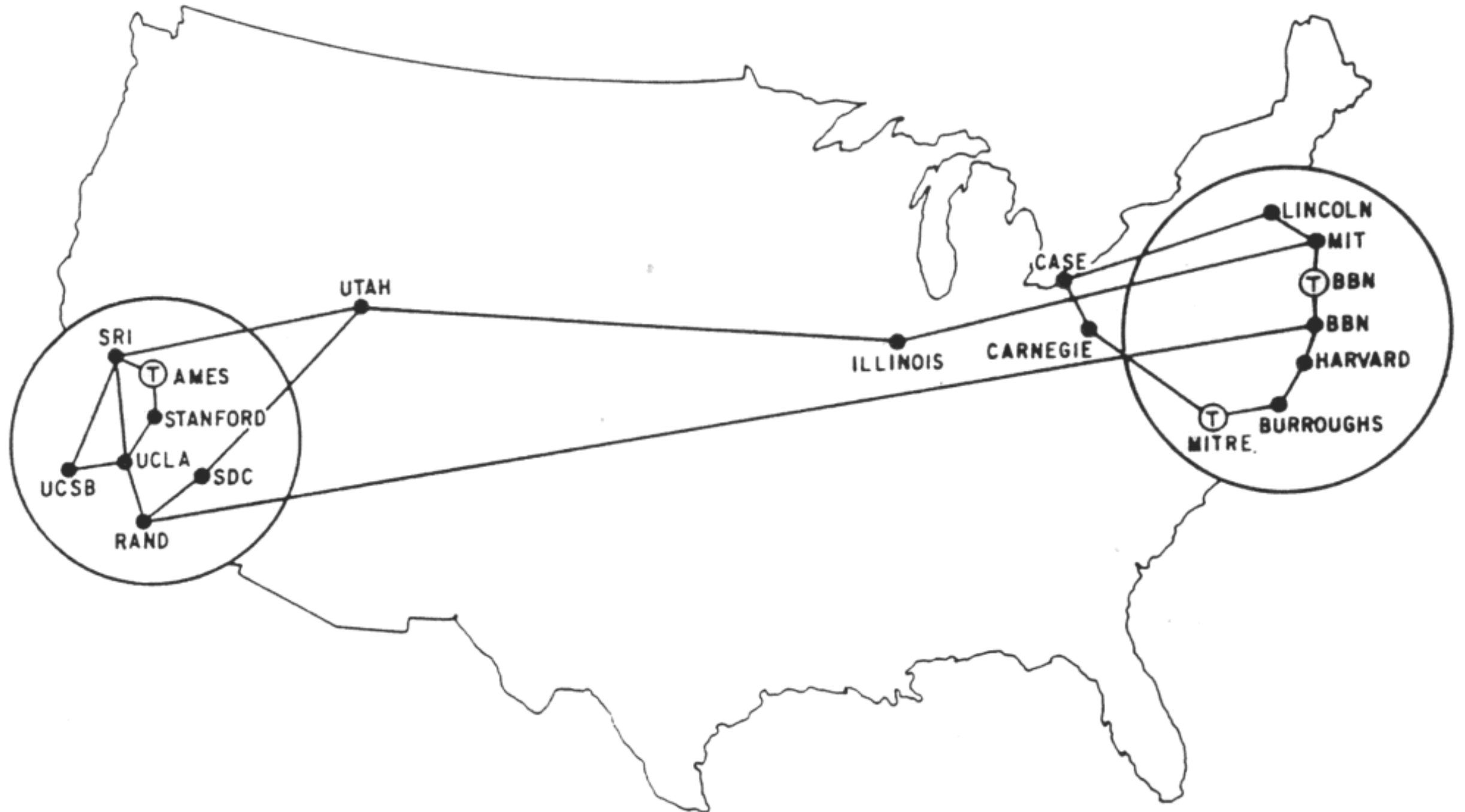
Immagine con 16 livelli di grigio

Douglas Engelbart: l'inventore del mouse

- Nel 1968, a 43 anni, Engelbart presenta la sua invenzione: **un mouse in legno e con delle rotelle**
- Engelbart non ha solo agevolato l'uomo nell'utilizzo della macchina, ma ha costretto il progresso ad essere più attento alle esigenze dell'utente, rivoluzionando completamente **il concetto di interfaccia**.
- Secondo Engelbart la tecnologia deve seguire le **esigenze dell'uomo** e adattarsi a lui, non vice versa.



La rete ARPANET nel 1971



MAP 4 September 1971

I collegamenti telematici a Napoli

1968: collegamento Napoli - Milano

```
@
I.N.F.N./NA
OGGI PRIMO ANNIVERSARIO DEL TIME-SHARING GEISI. 16-4-68 / 16-4-69

GE TIME-SHARING SERVICE

ON AT 16:55 M1 MER 16/04/69

USER NUMBER--M48030
SYSTEM--BAS
NEW OR OLD--NEW
NEW FILE NAME--COCOF
READY.

TAPE
READY.

1000 FOR I=1 TO N
```



**Fu il primo collegamento con un calcolatore remoto;
si faceva uso della telefonia urbana**

1978 - Il primo collegamento telematico dell'INFN

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

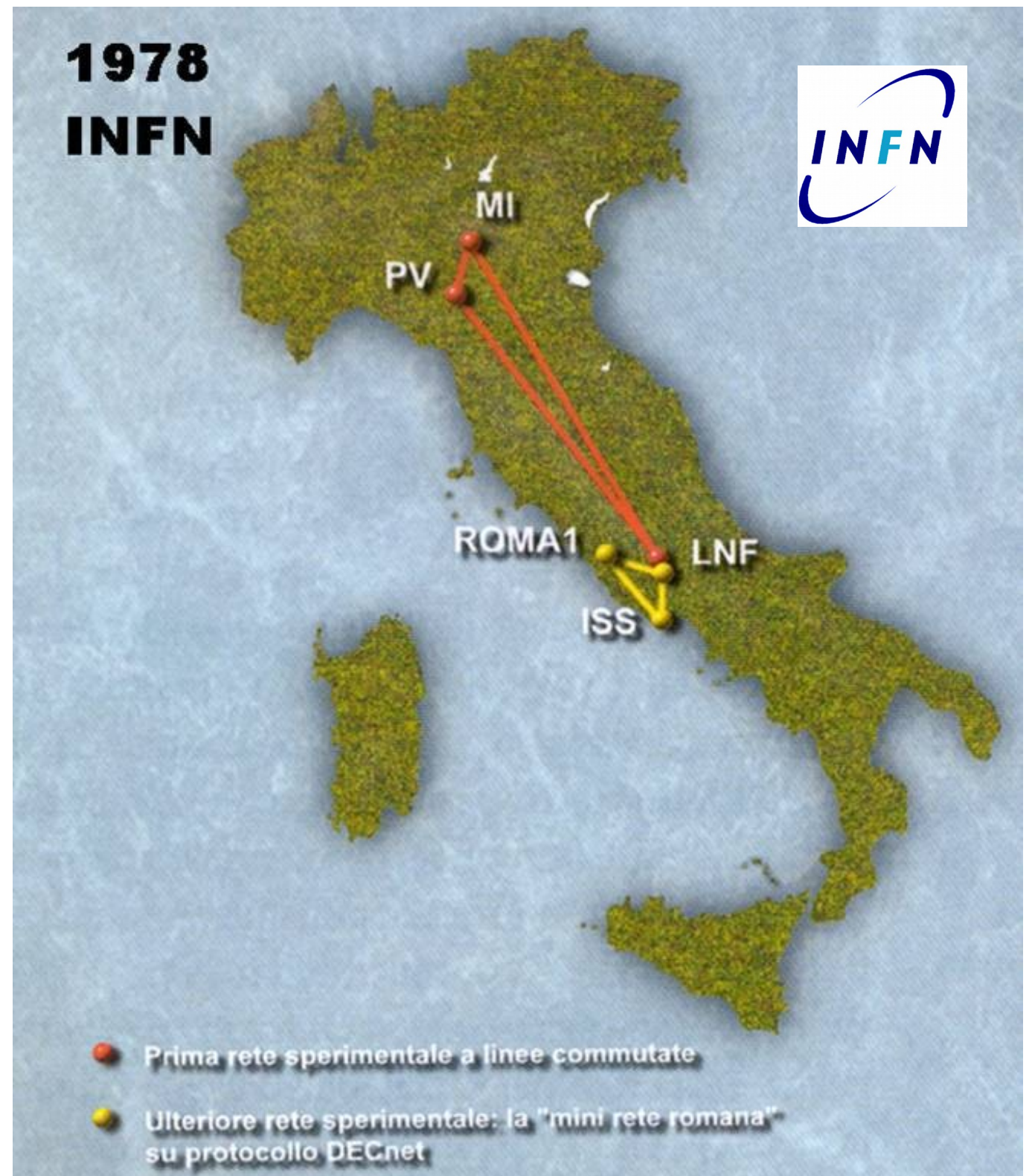
e' stato pioniere nelle reti informatiche in Italia. La prima connessione

Roma - Frascati

fu realizzata nel 1978 con un collegamento a

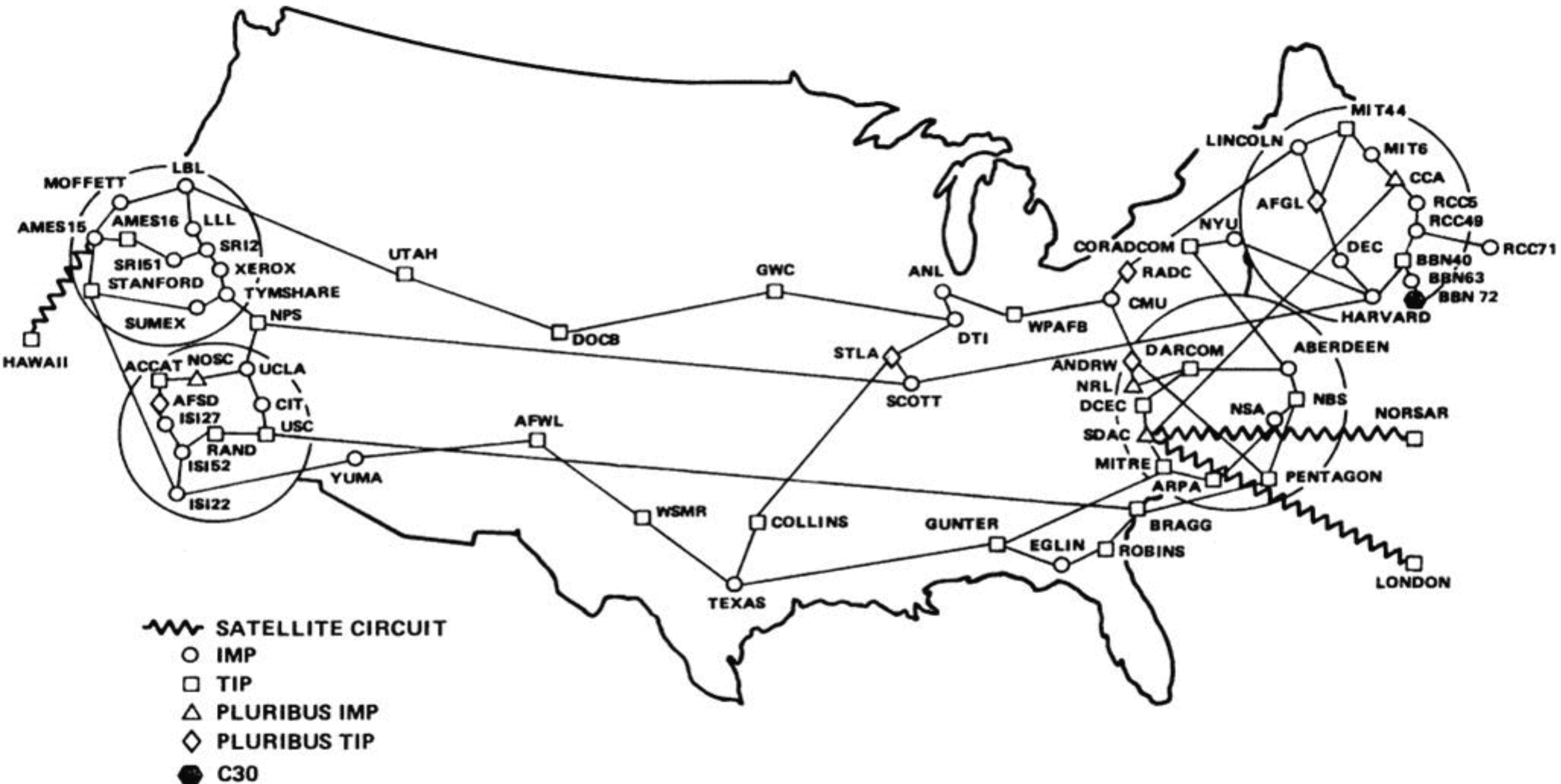
4800 bps

(una poesia al secondo!)



ARPANET nel 1980

ARPANET GEOGRAPHIC MAP, OCTOBER 1980

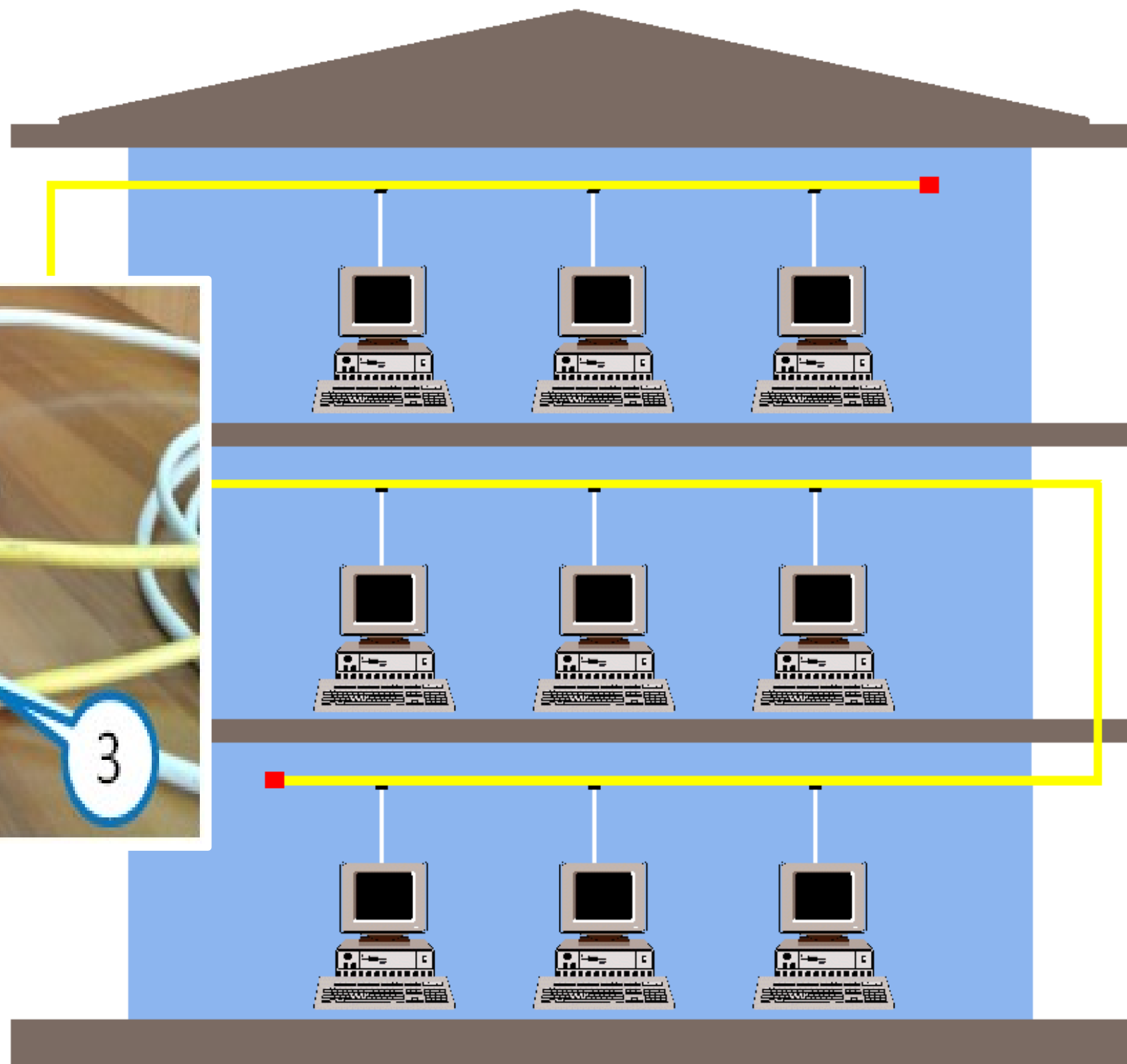
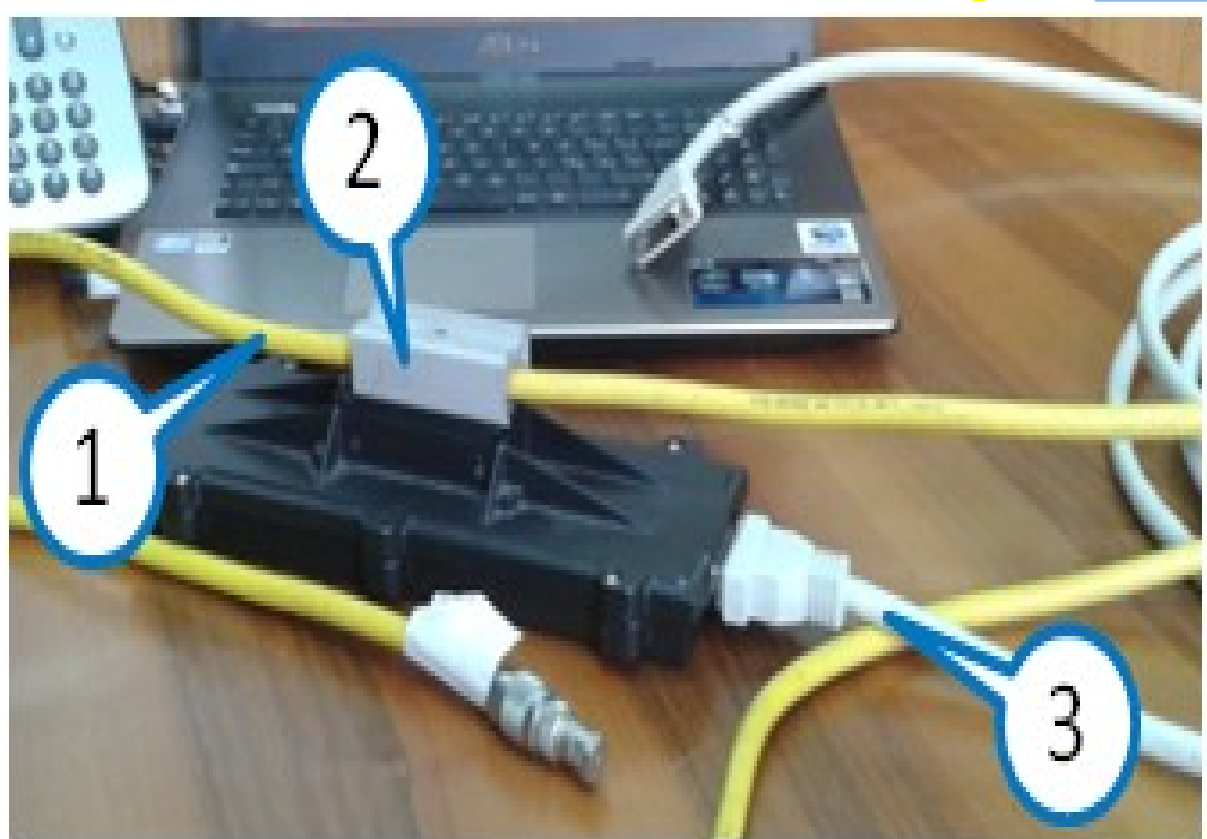


(NOTE: THIS MAP DOES NOT SHOW ARPA'S EXPERIMENTAL SATELLITE CONNECTIONS)
NAMES SHOWN ARE IMP NAMES, NOT (NECESSARILY) HOST NAMES

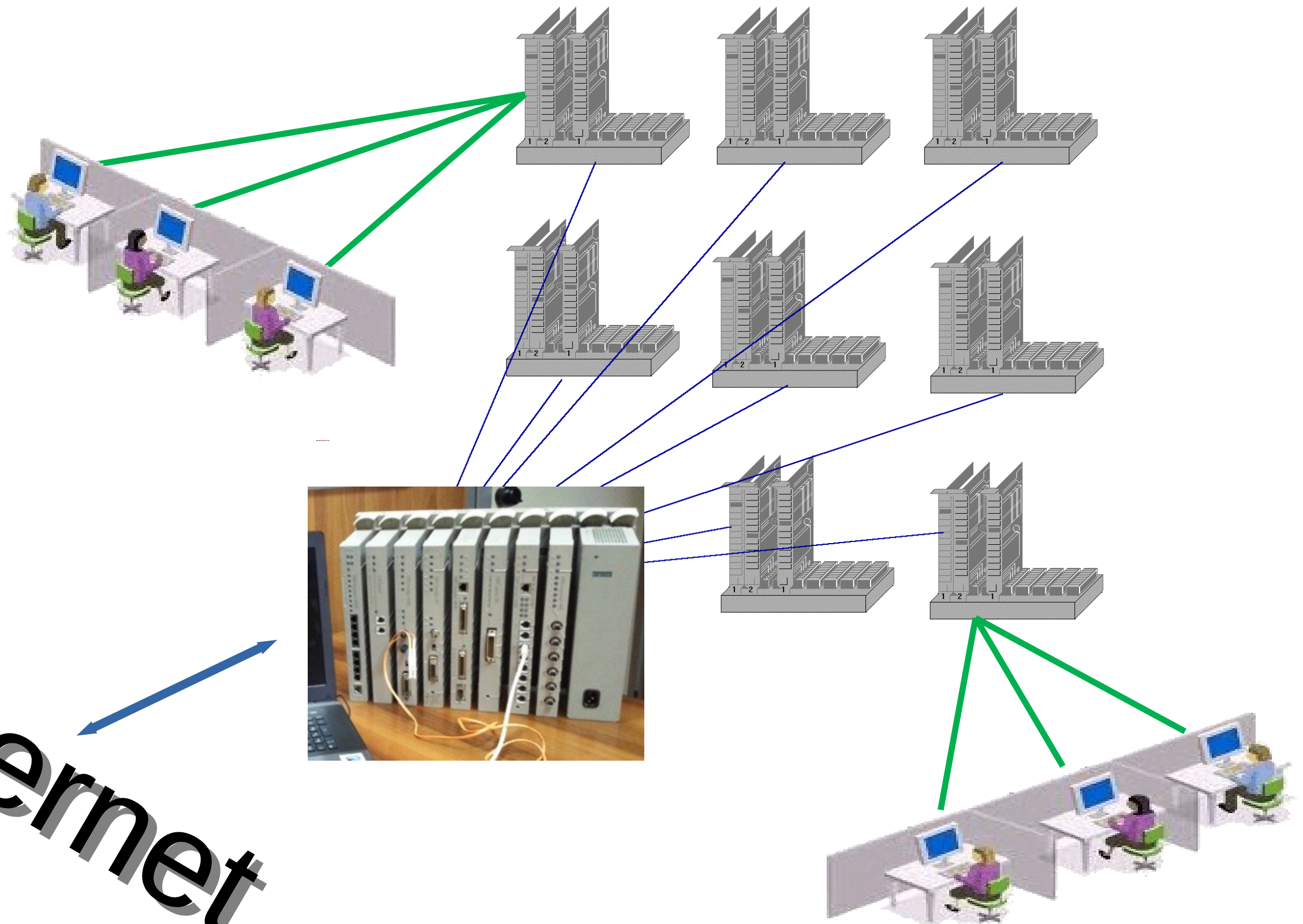


Ingresso Mostra d'Oltre Mare

La rete locale a Fisica, alla Mostra d'Oltremare negli anni '80 e '90



La rete a stella dagli anni '90 in poi



Internet

Quando è avvenuto il primo collegamento telematico di Napoli ?

Napoli
fu connessa in
rete per la prima
volta nel

1984

con **Frascati** ad
una velocità di

9600 bps

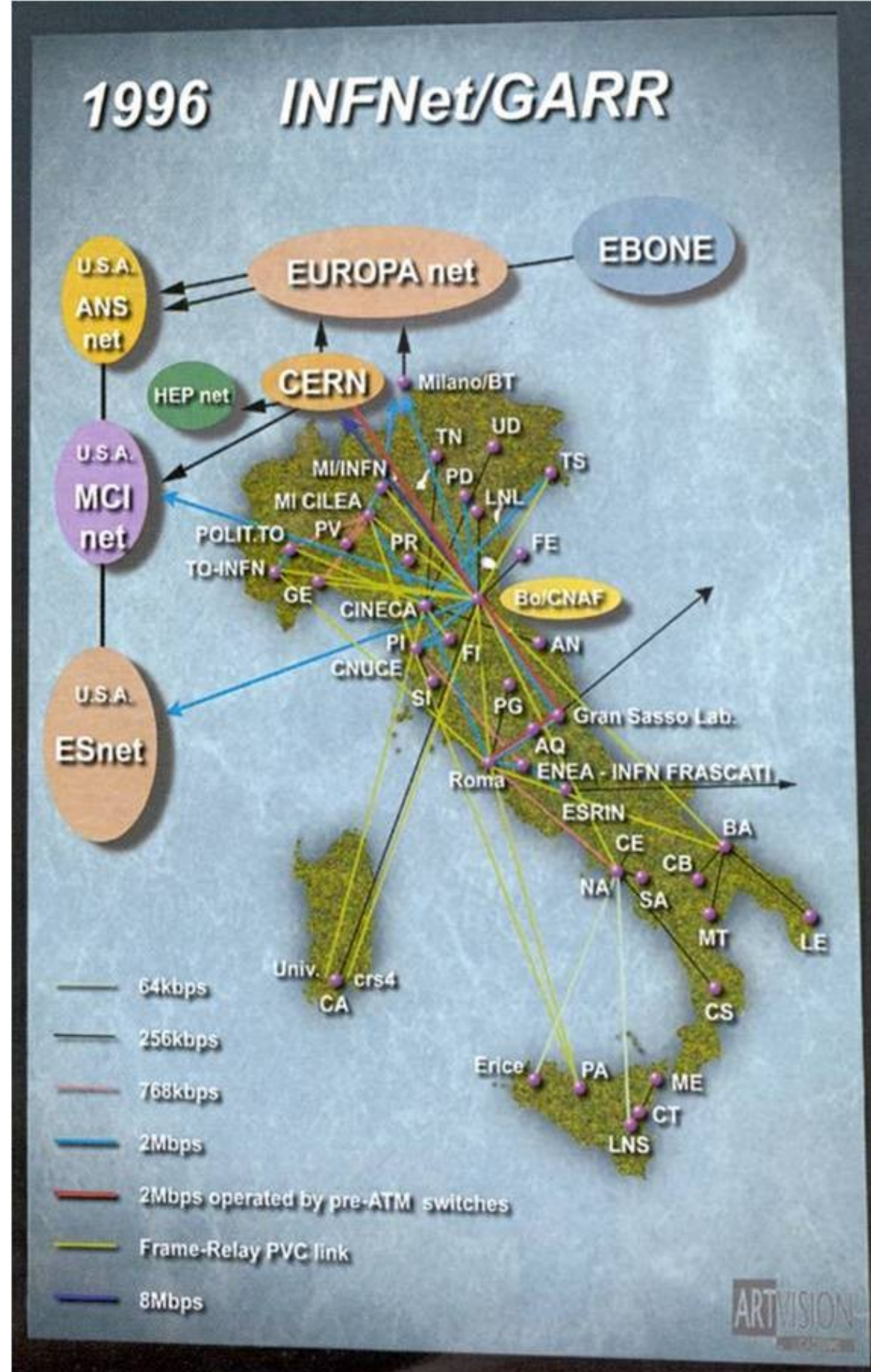
(due poesie al secondo!)



**Negli anni '80 in Italia nascono tante reti,
tutte in autonomia
senza un coordinamento centralizzato**

**Nel 1991 nasce il
GARR
Gruppo Armonizzazione
Reti della Ricerca**

**Napoli si connette al
GARR a 2 Mbps**



Un modem del 1990: 56 Kbps



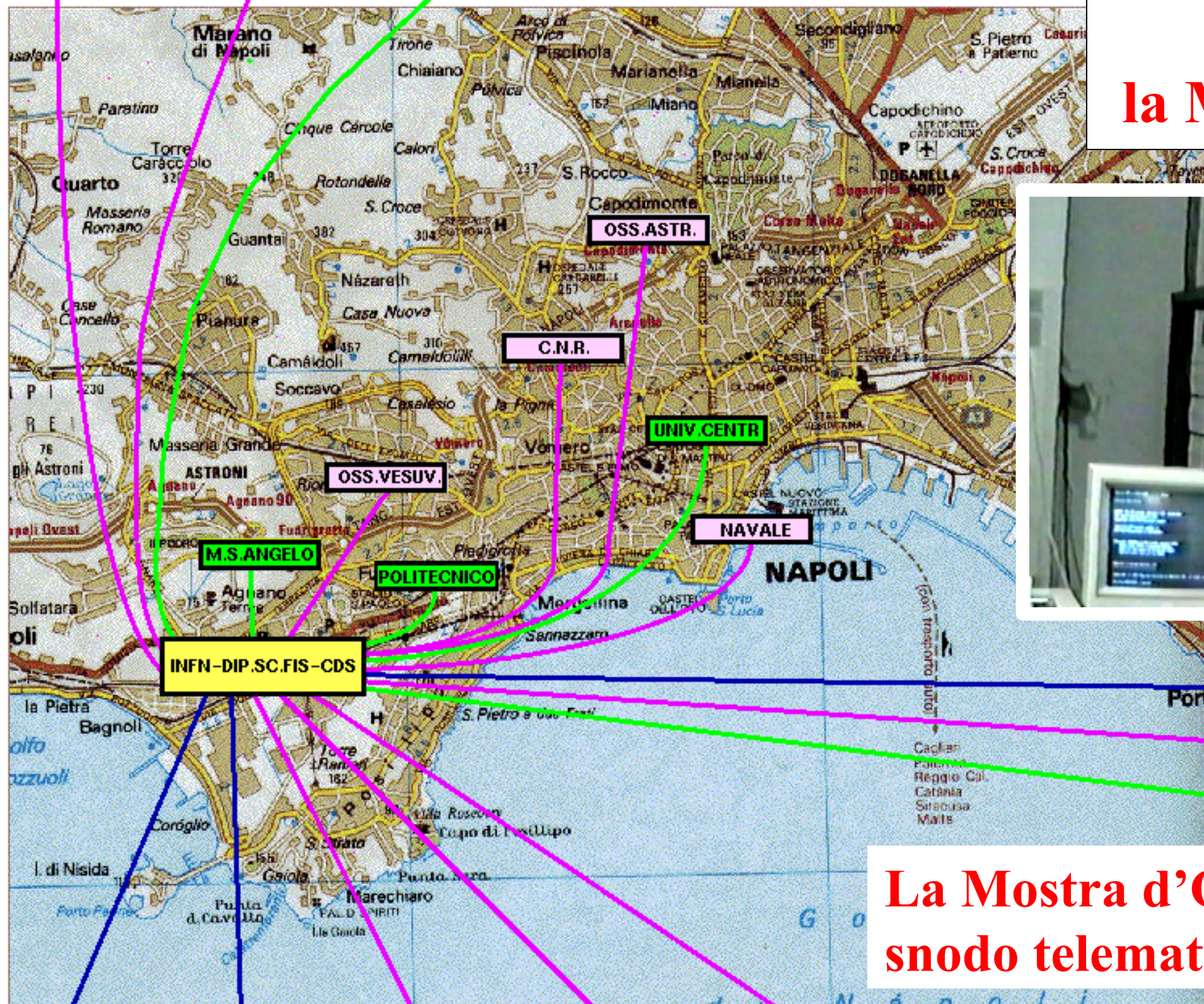
ROMA
INFN-POLO GARR

CIRA-CAPUA

IL ATENEO

LINK STARNET
LINK GARR
LINK INFN

Napoli: la MAN nel 1995



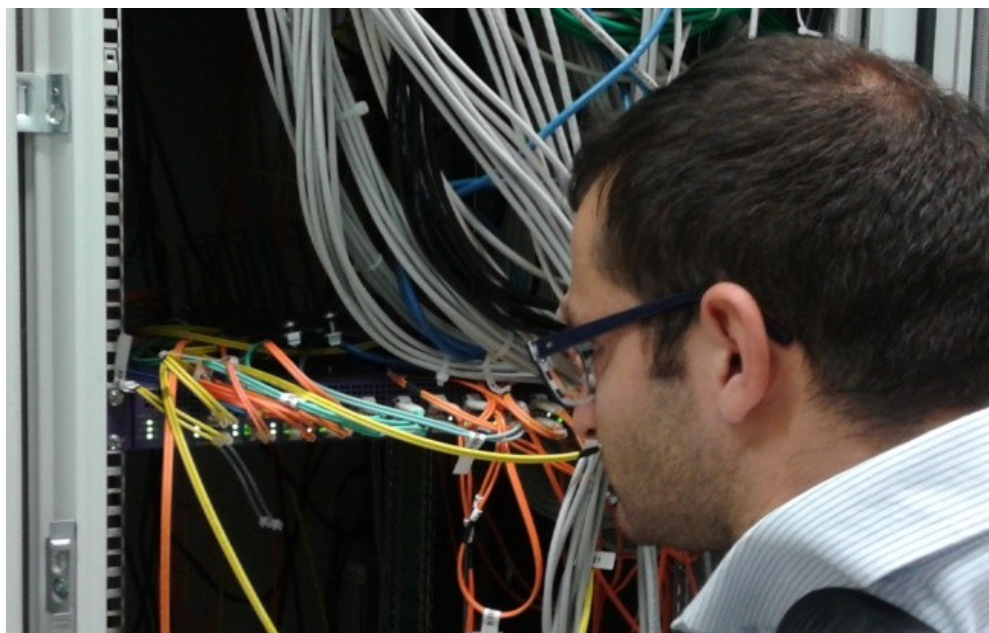
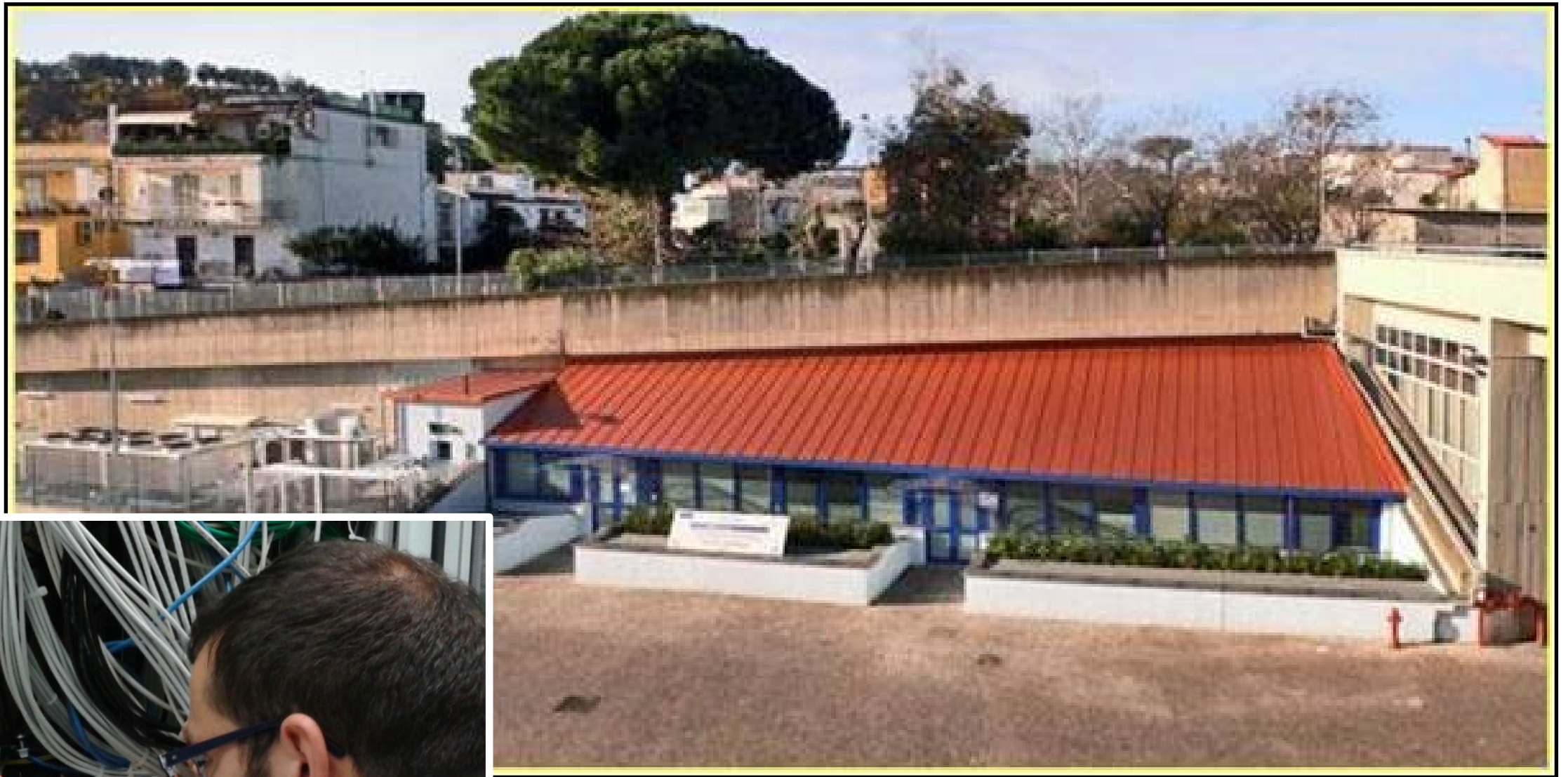
La Mostra d'Oltremare era lo snodo telematico per il sud.

INFN/Dip. di Fisica: collegamento a 1 Gbps verso il GARR.



Sala Macchine del Dipartimento di Fisica e dell'INFN oggi

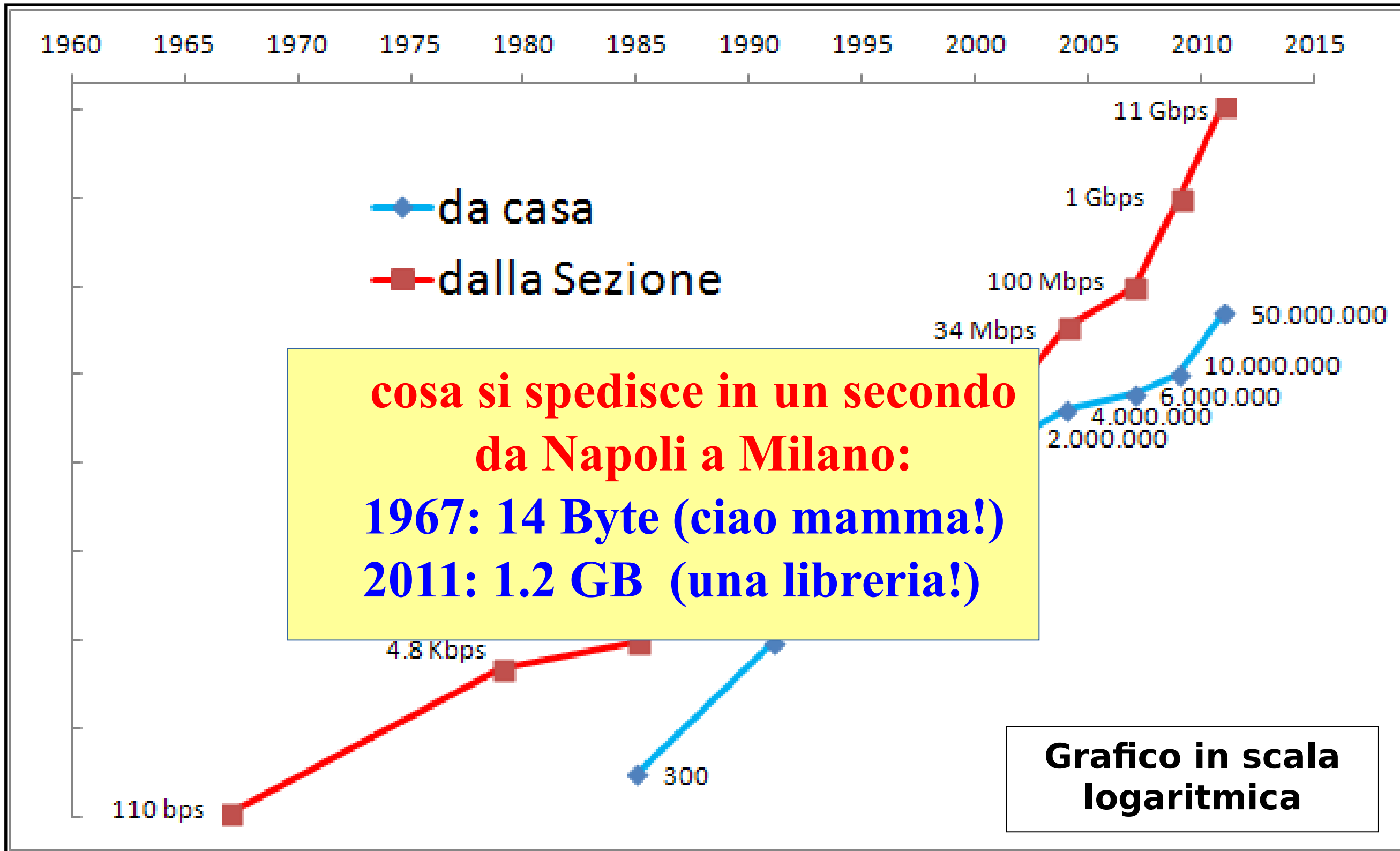
Il Data Center SCOPE è collegato a Internet a 10 Gbps



Pasquale Castellano controlla il funzionamento della rete

Con un collegamento a **10 Gbps** si può spedire **una libreria di casa da Napoli a Milano in un secondo!**

Napoli: velocità dei collegamenti dal 1967 al 2011



Di quanto sono aumentate le prestazioni dei computer negli ultimi trent'anni?

1984 - VAXNA



2014 - MAIL



più di centoventimila volte!

Domanda

**Cosa fanno i fisici
napoletani?**

**SUBNUCLEAR ASTROPARTICLE NUCLEAR THEORETICAL PHYSICS
TECHNOLOGY AND INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS**

Con chi lavorano i fisici napoletani?



- SUBNUCLEAR PHYSICS**
- Higgs Search
 - Supersymmetry
 - QCD Processes
 - CKM Matrix
 - Beyond the Standard Model
 - CP Violation in B, K decays

- ASTROPARTICLE PHYSICS**
- High Energy Cosmic Rays
 - Gamma Ray Bursts
 - Dark Matter – Antimatter
 - Proton Decay
 - Neutrino Physics – Neutrino Beams
 - Gravitational Waves

- NUCLEAR PHYSICS**
- Heavy Ion Physics
 - Fusion - Fission
 - Nuclear Astrophysics
 - Exotic Nuclei – GDR Excitation – Break up Reactions
 - n-rich Nuclei - Heavy-ion induced Nuclear Reactions
 - Multifragmentation – Phase Transition in Nuclear Matter
 - Isospin Role in Nuclear Reactions

- THEORY**
- String and Field Theory
 - Fenomenology of the Fundamental Interactions
 - Nuclei and Nuclear Matter
 - Mathematical Methods
 - AstroParticle Physics

- TECHNOLOGY - INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS**
- Accelerators, Beams, Detectors, Electronics
 - Imaging for Medical Applications
 - Nuclear Technologies for Environment, Materials
 - GRID Computing
 - Radioprotection, Nanotechnologies
 - UE Projects: CARE, ILIAS, KM3NET, EURISOL
 - INFN Strategy Programs: NTA, SPES, EXCYT, ELN, NTA, SPARC, APE, GRID

Large Hadron Collider

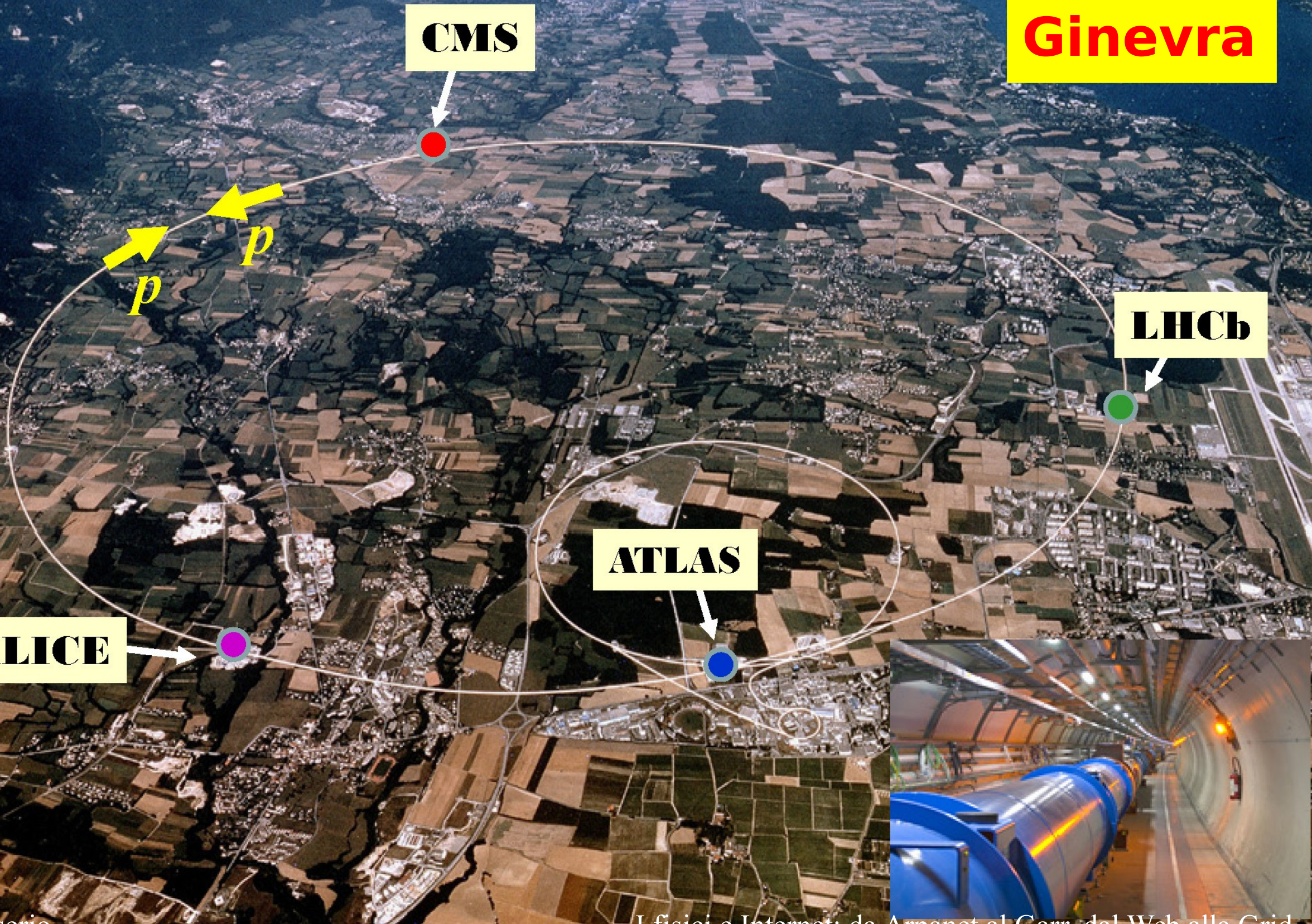
Ginevra

CMS

LHCb

ATLAS

ALICE



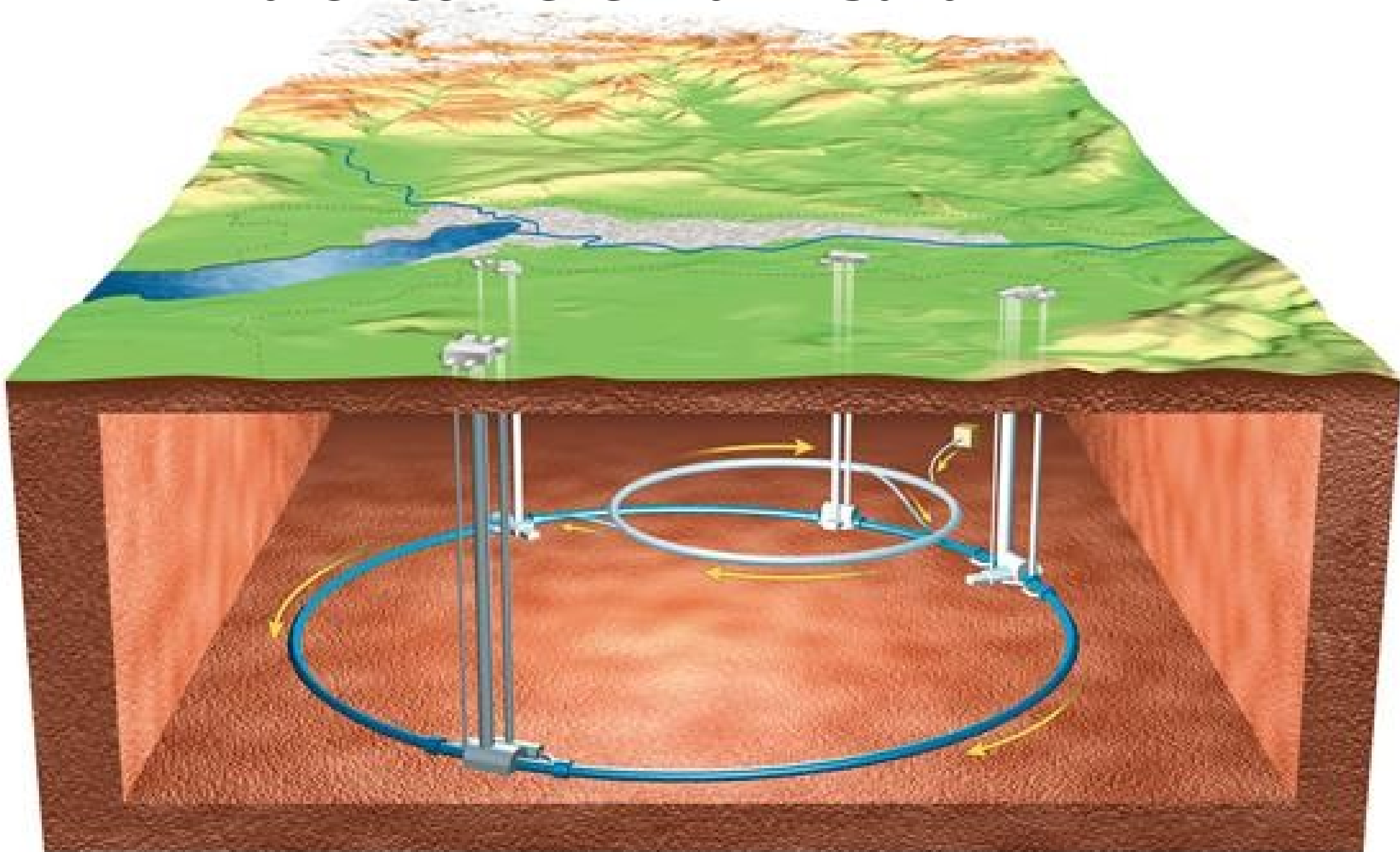
**E se LHC fosse stato
costruito a Napoli ...?**







L'acceleratore si trova a 100 m sotto terra
La circonferenza misura 27 Km



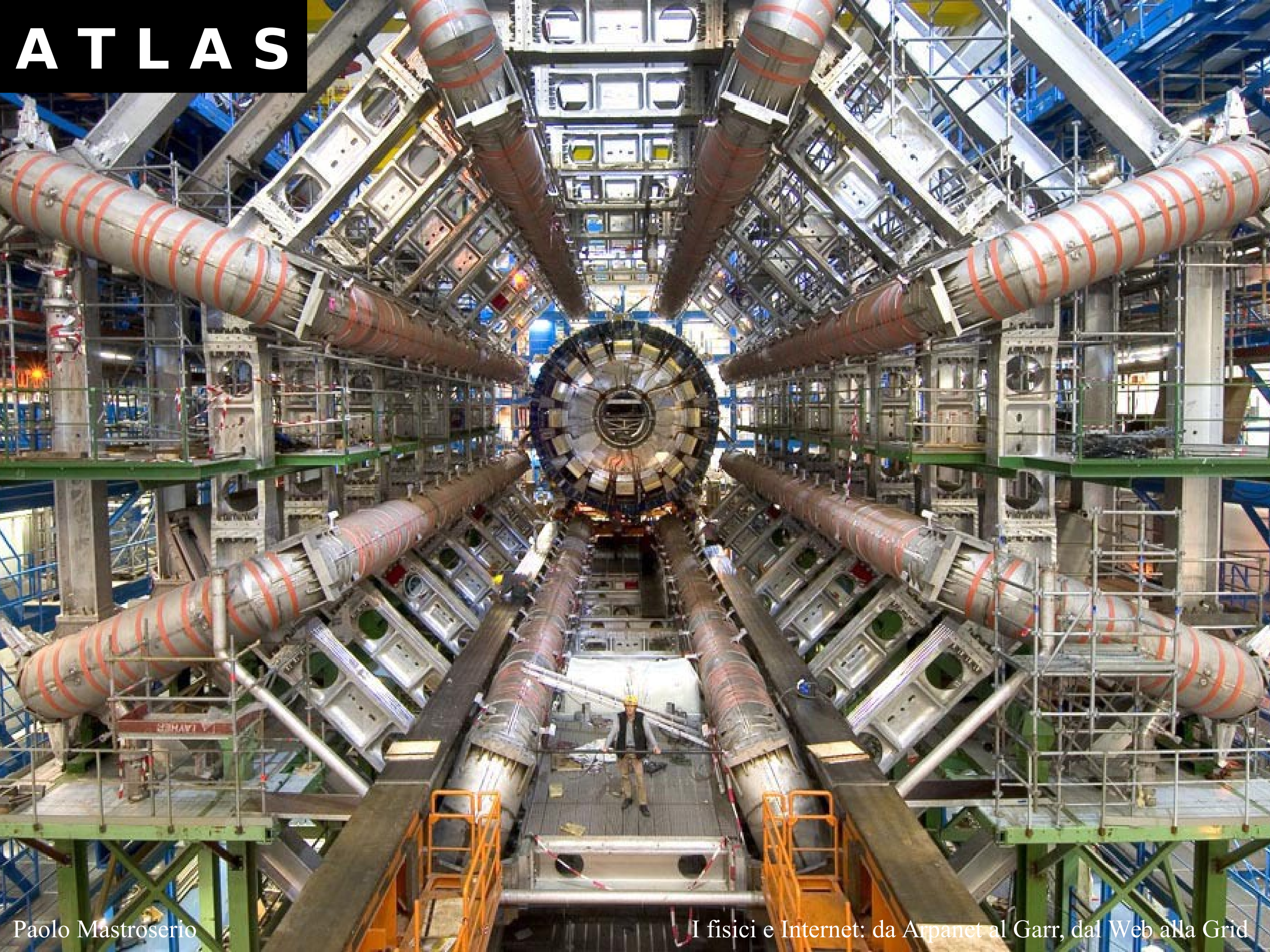


**In questi tubi le particelle
vengono accelerate in
direzioni opposte**

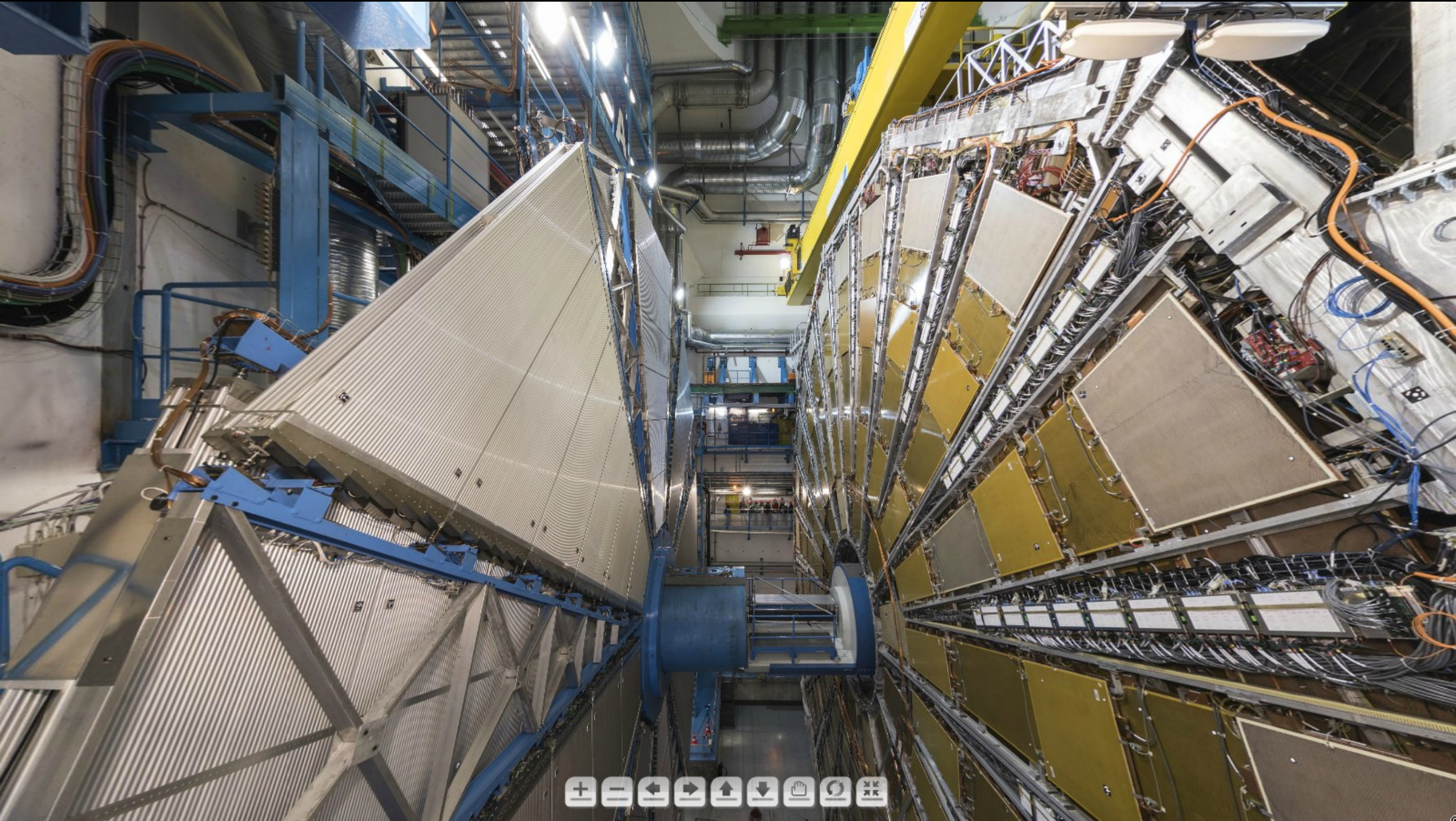
LHC
Large
Hadron
Collider



ATLAS



ATLAS



ATLAS



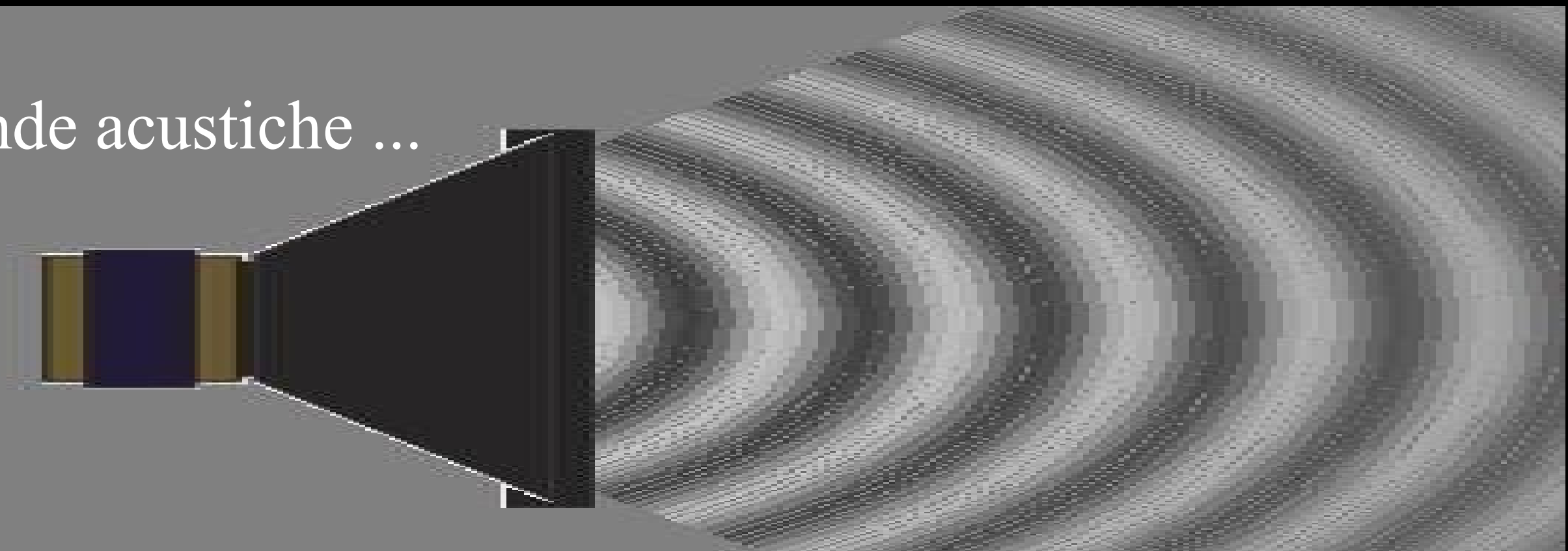
Parliamo di onde ...

Onde che si propagano attraverso un mezzo

le onde del mare ...



le onde acustiche ...



I campi elettromagnetici come ad esempio

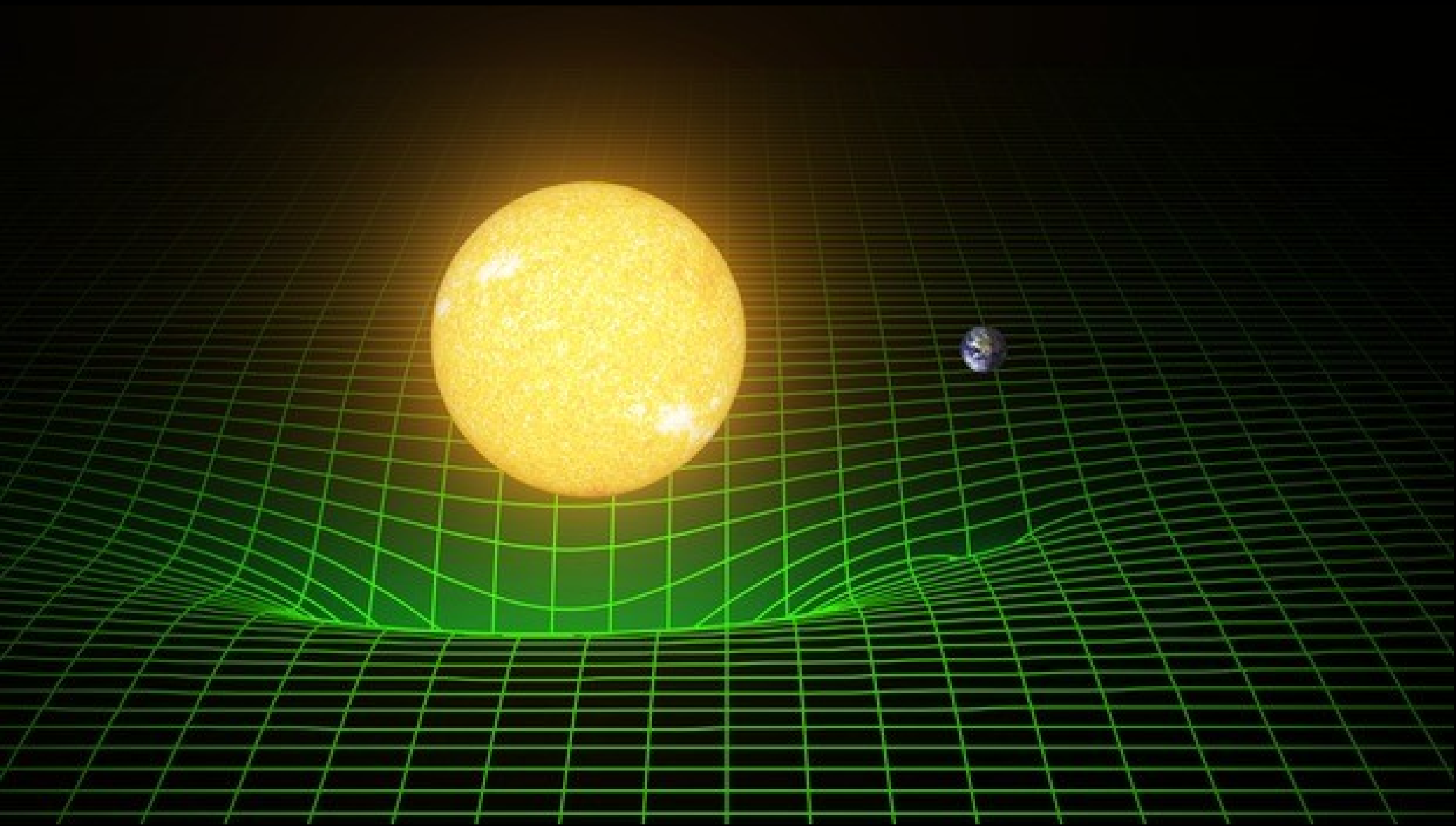
- le radiofrequenze (radio, telefonini, ...)
- L'infrarosso (telecomandi, ...)
- la luce visibile (i raggi del sole, ...)
- I raggi X e gamma (sono radiazioni ionizzanti)

si propagano attraverso il vuoto e non hanno bisogno di un mezzo



**e ora introduciamo delle onde
di tutt'altro genere ...**

Le masse incurvano lo spazio tempo

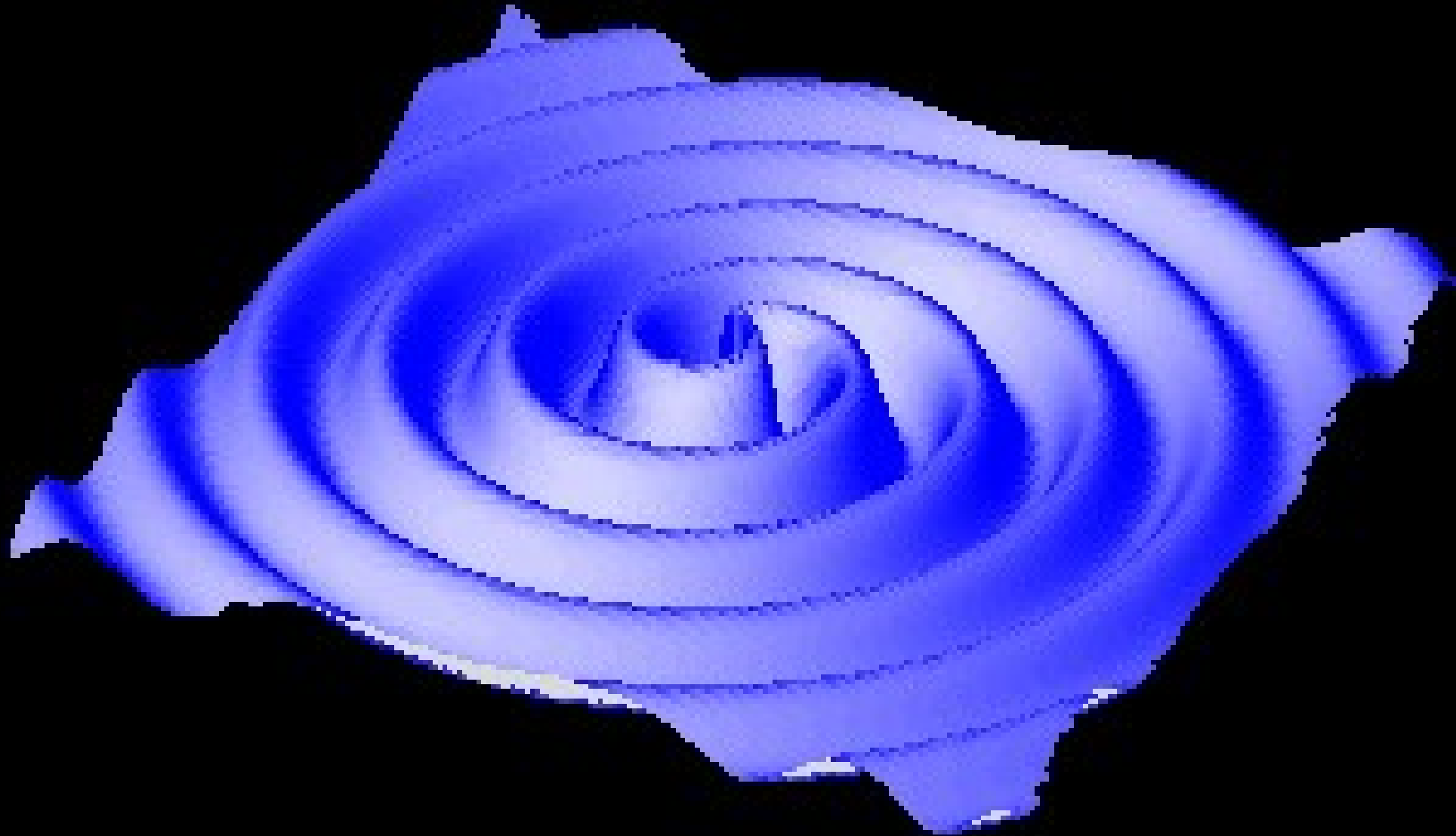


Animazione della curvatura dello spazio tempo



Onde gravitazionali

(non si propagano attraverso un mezzo)



Le onde gravitazionali sono perturbazioni dello spazio-tempo che si propagano alla velocità della luce.

I buchi neri: grandi
masse nere da cui la
luce non sfugge.

Sequenza fotografica
effettuata dal

telescopio Hubble
dal 1992 al 2006

in cui si nota *un sospetto*
buco nero al centro della
nostra galassia:

la via Lattea



Una binaria coalescente

Inspiral of a Pair of White Dwarfs

Credit: Video by NASA/Dana Berry, Sky Works Digital, Audio inspired by Teviet Creighton, University of Texas at Brownsville



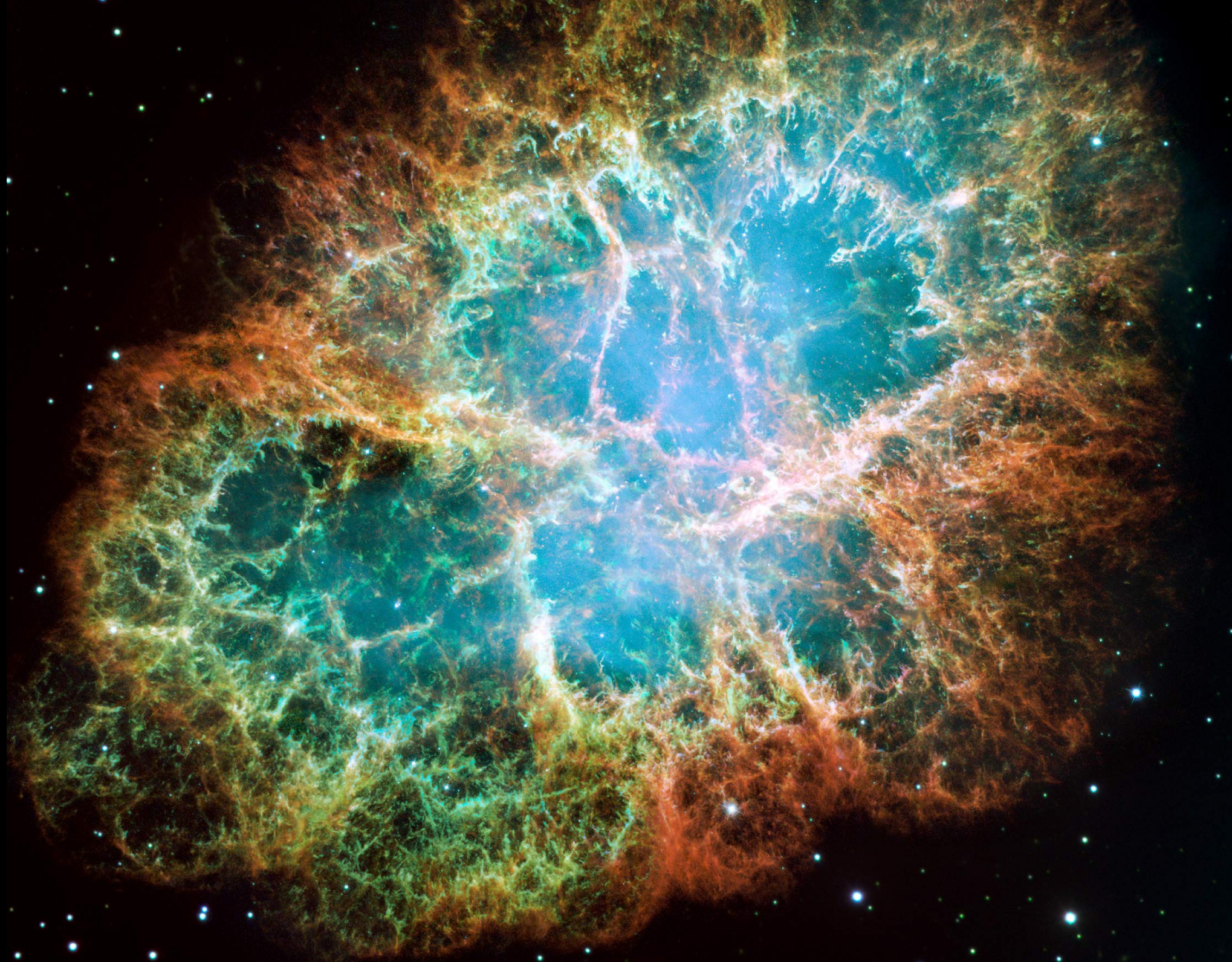
Una nana bianca ha le dimensioni della terra e una massa pari a quella del sole

Simulazione al computer dello scoppio di una supernova avvenuto nel 5400 a. C. e visto nel 1054 da astronomi cinesi e arabi nella costellazione del Toro



La Crab Nebula

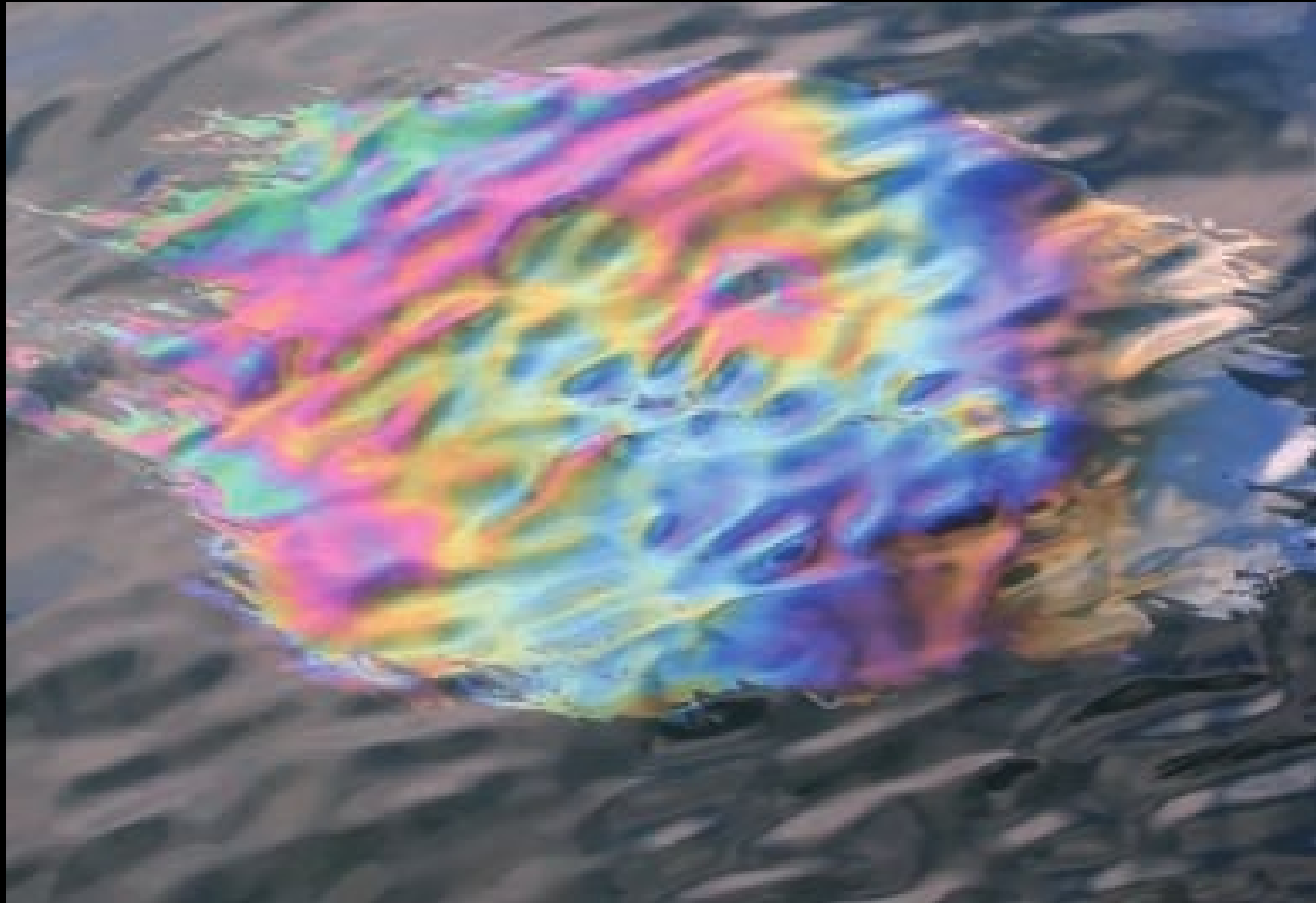
immagine ottenuta con il telescopio Hubble, è lunga 6 anni luce



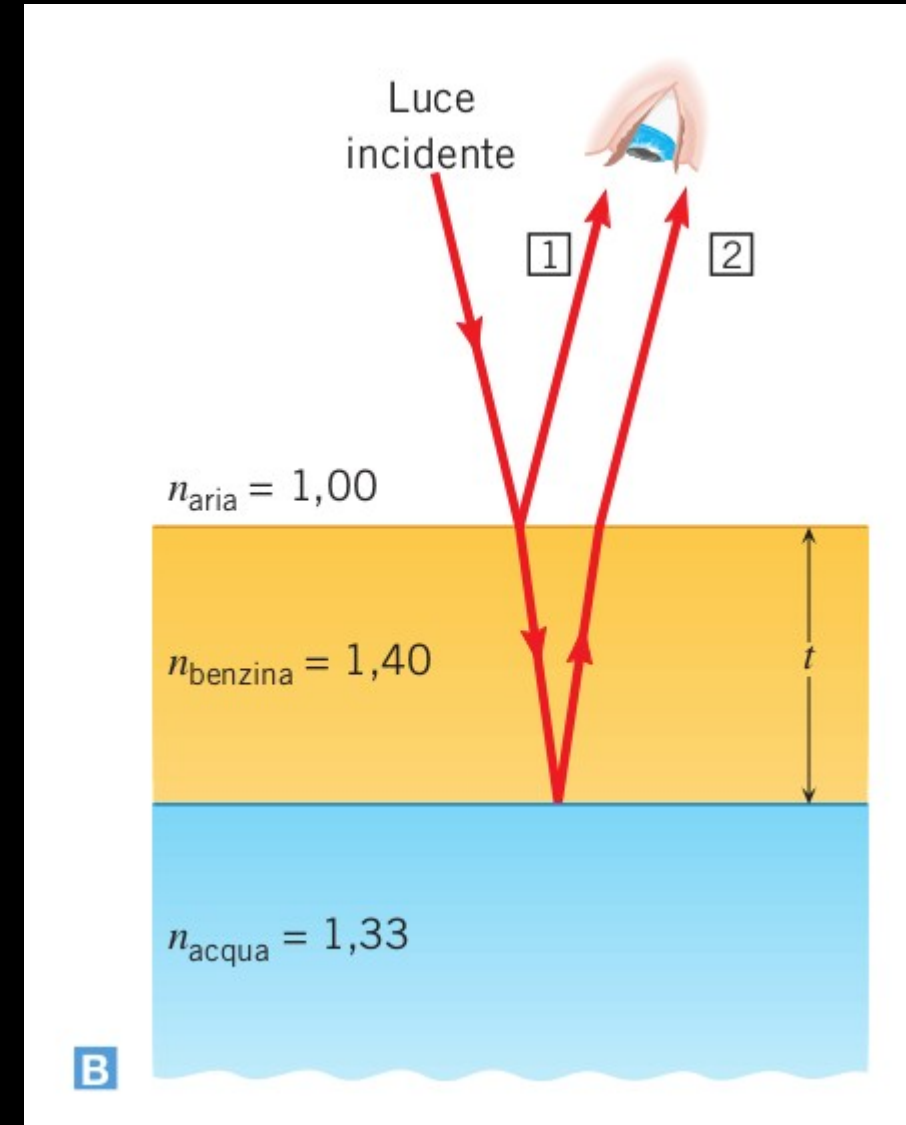
La pulsar (stella di neutroni) del Granchio



Interferenza



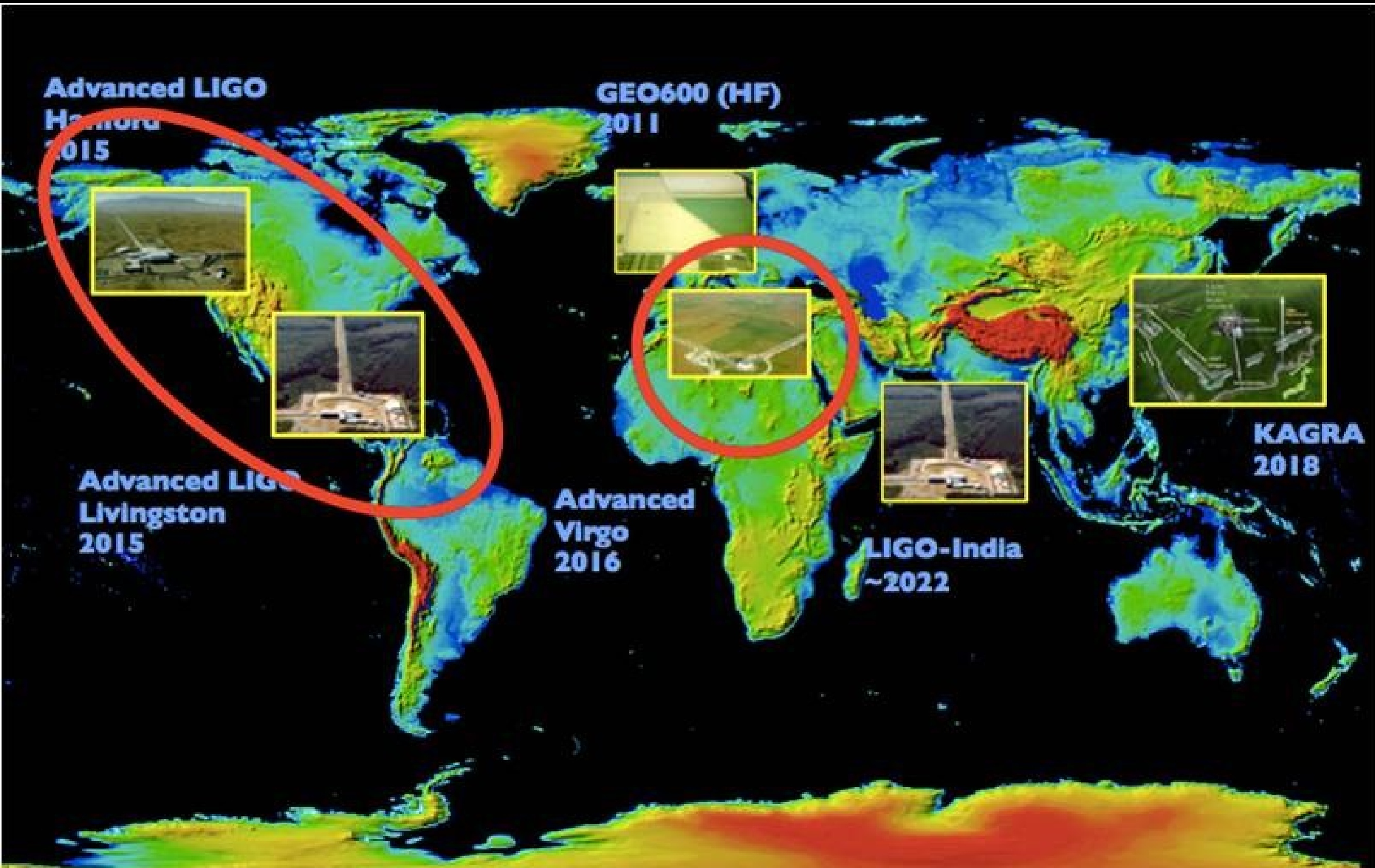
Benzina



Rivelatore di onde gravitazionali - Cascina (Pisa) Esperimento VIRGO



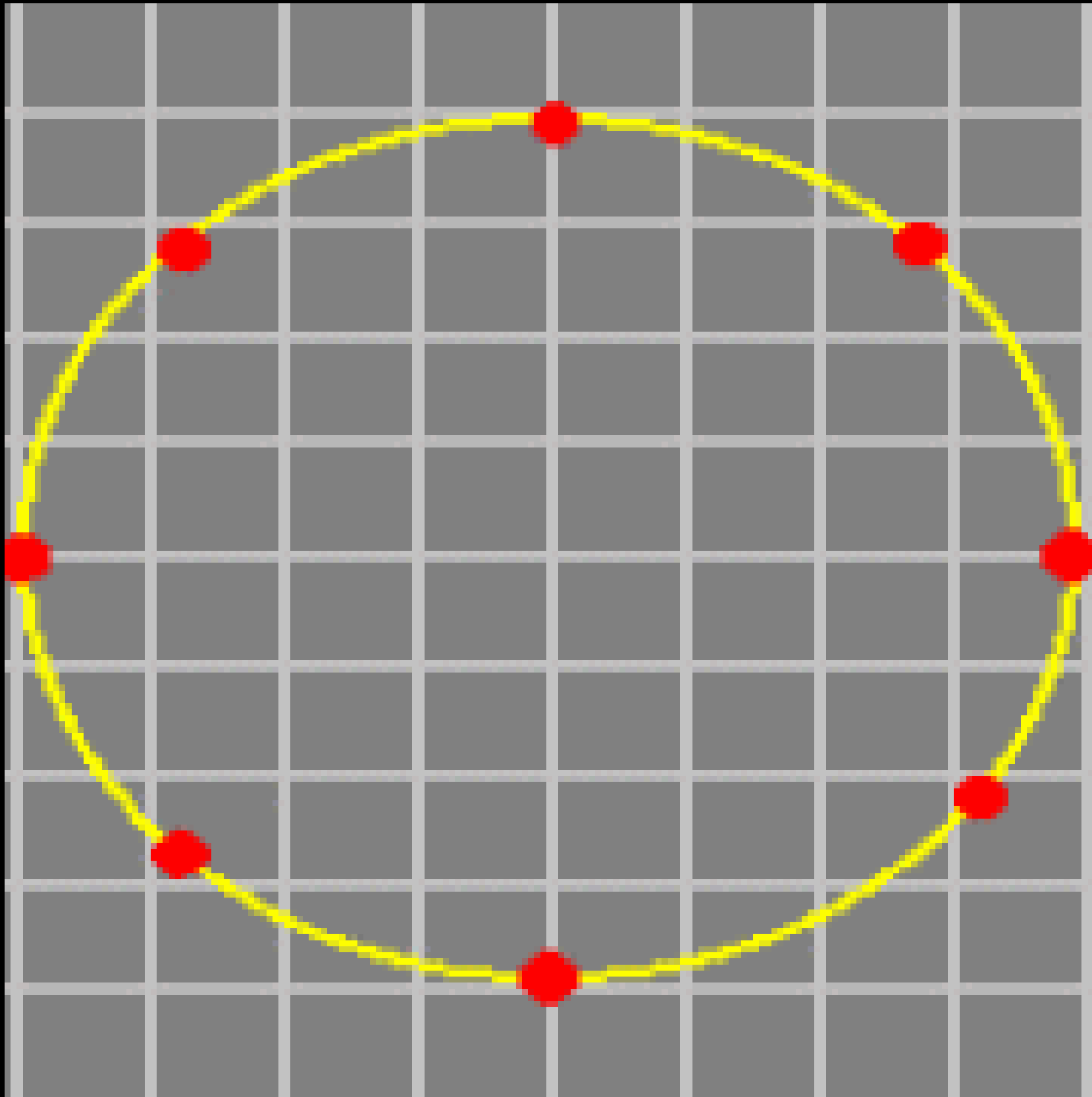
Antenne gravitazionali nel mondo - La collaborazione VIRGO-LIGO



Tubo dell'interferometro del VIRGO



Effetti delle onde gravitazionali sui corpi



Il funzionamento dell'interferometro

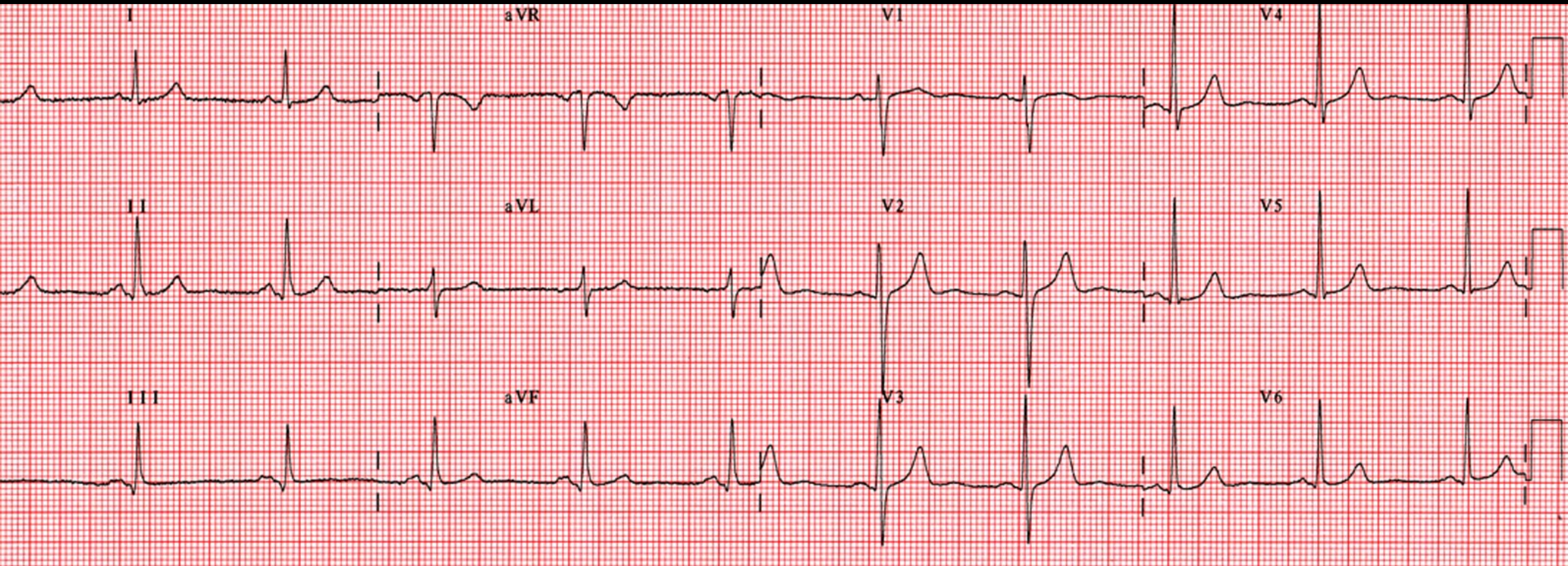


**Sentiamo qualche
strumento musicale**

Strumenti musicali



Un elettrocardiogramma



Elettrocardiogramma standard (ECG 12 derivazioni, eseguito con il paziente sdraiato e a riposo)

**Dalla forma dell'onda si può risalire
alla sorgente che l'ha generata**

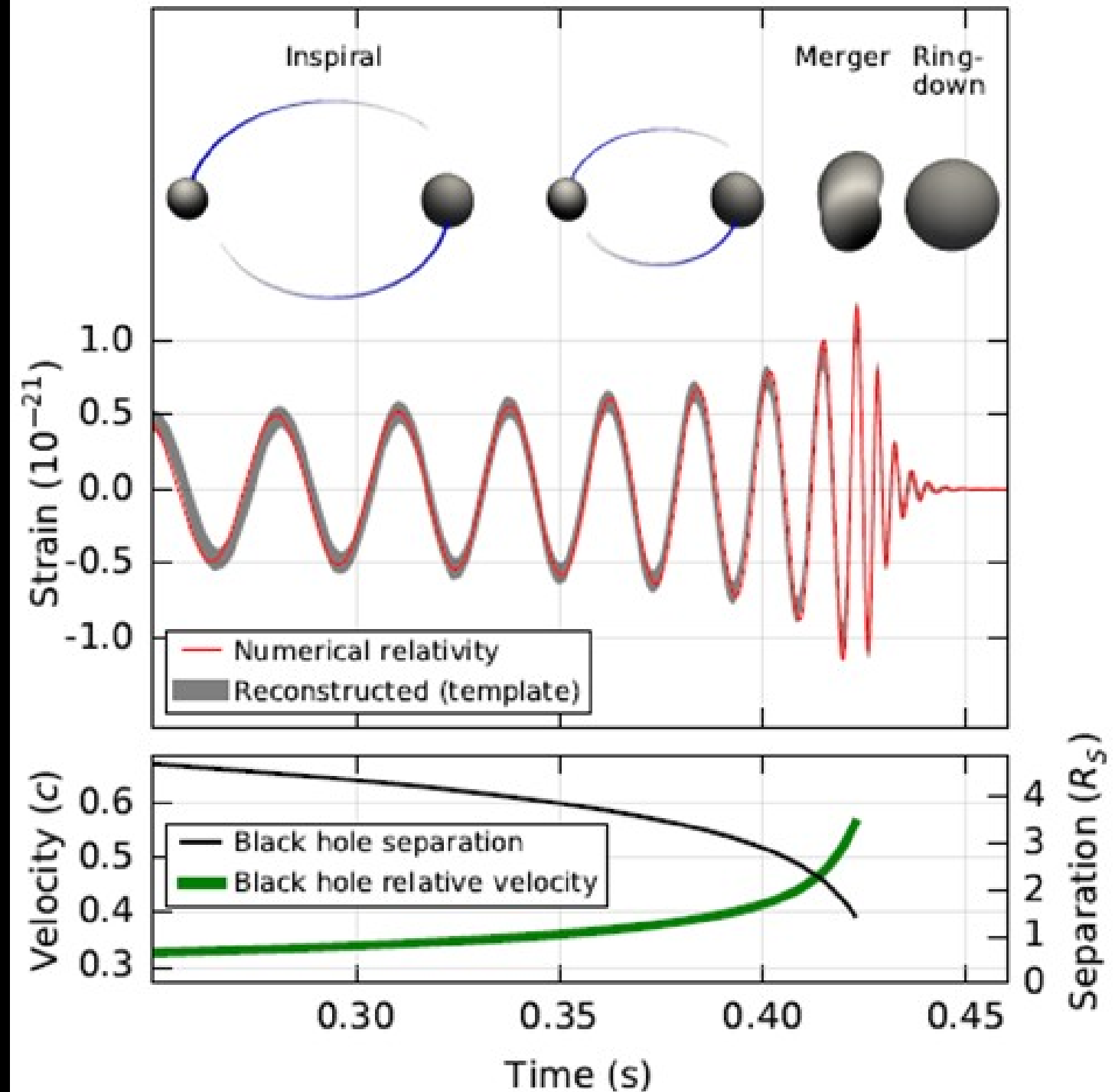
**Dalla forma d'onda si può risalire
alla sorgente che l'ha generata.**

Come si riconosce una forma d'onda?

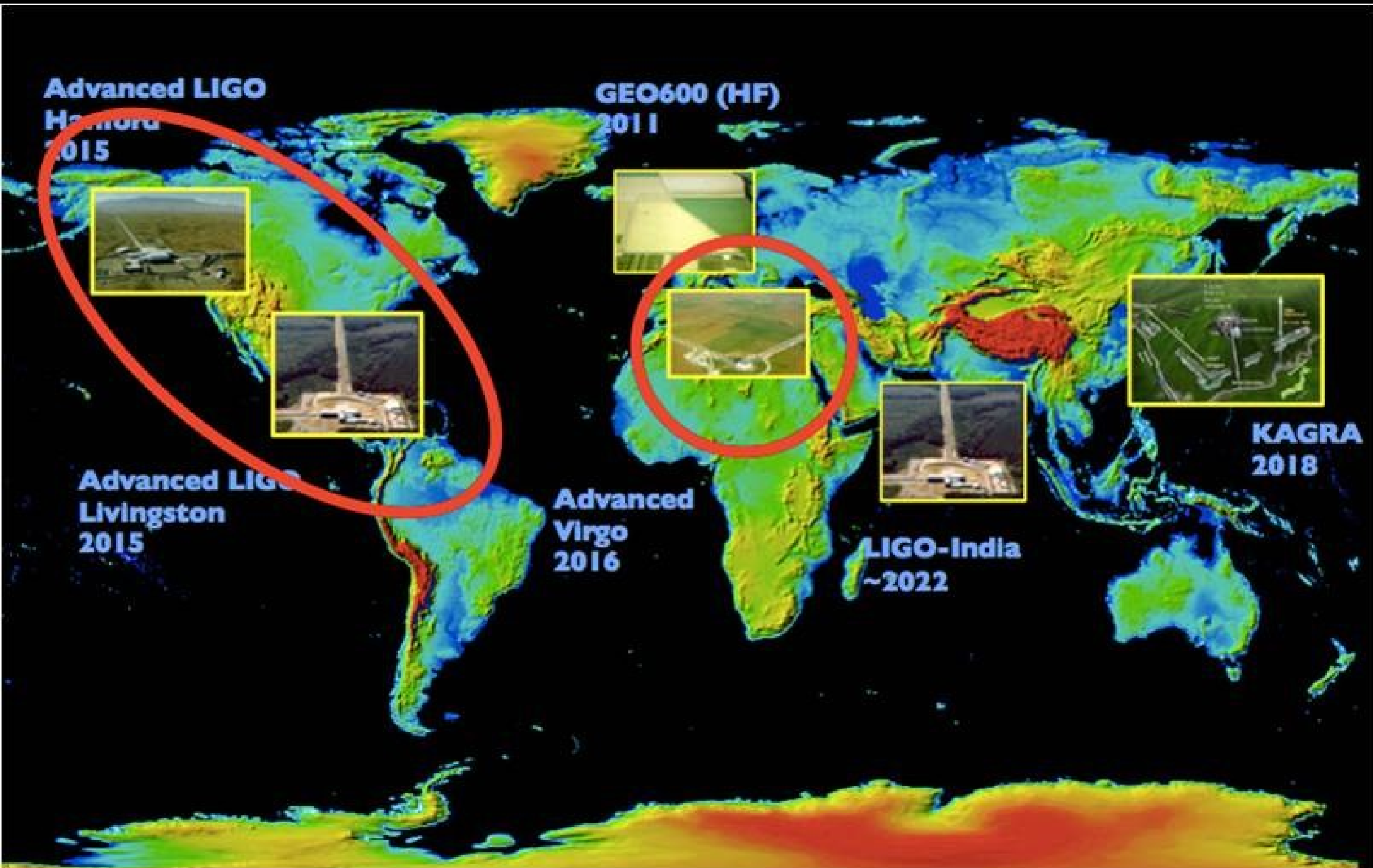
Sono state simulate al computer le forme d'onda di circa 250.000 oggetti fisici diversi.

Tutti i segnali registrati dalle antenne gravitazionali vengono confrontati con i segnali simulati.

Ecco il tipo di onda che ci si aspetta da una binaria coalescente

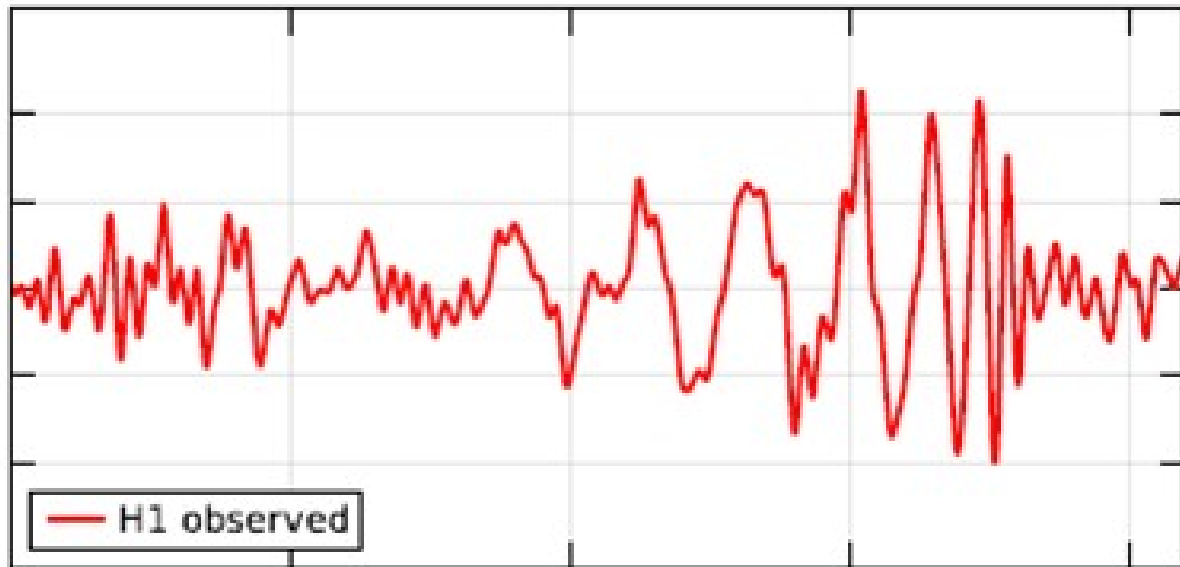


Le antenne gravitazionali nel mondo

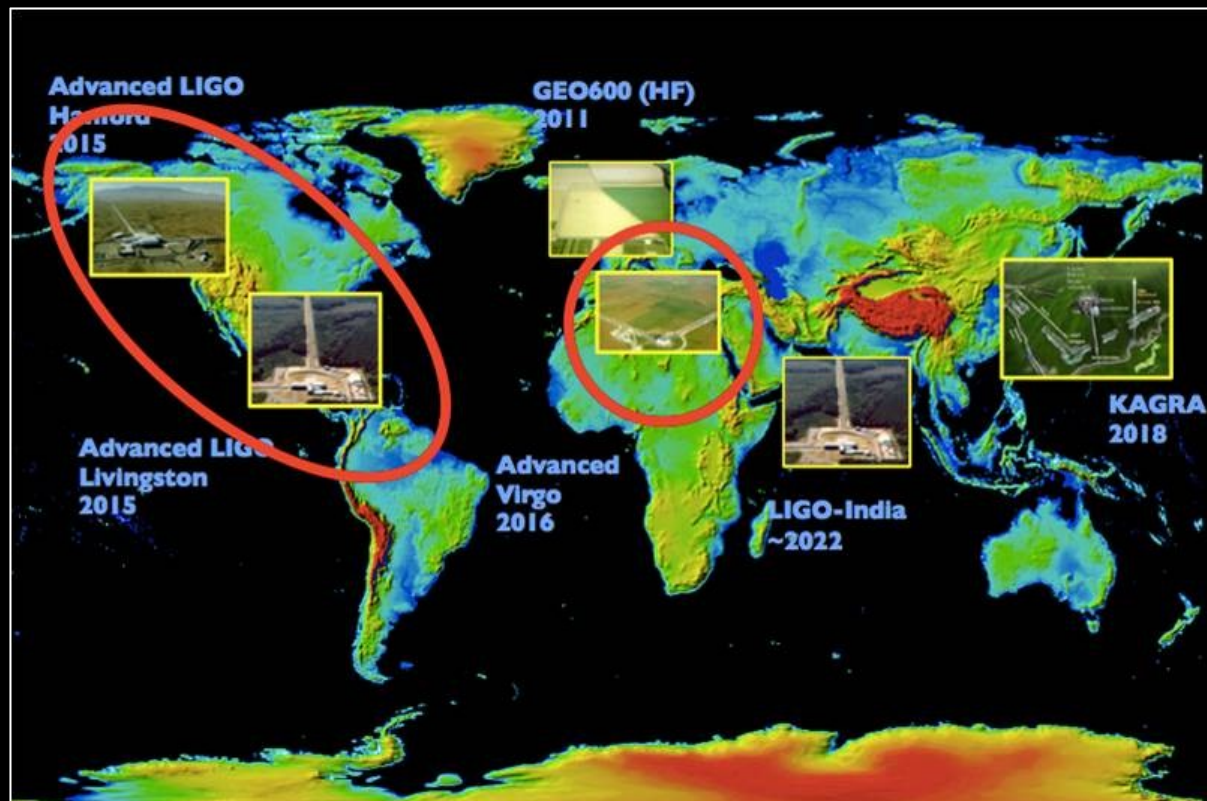
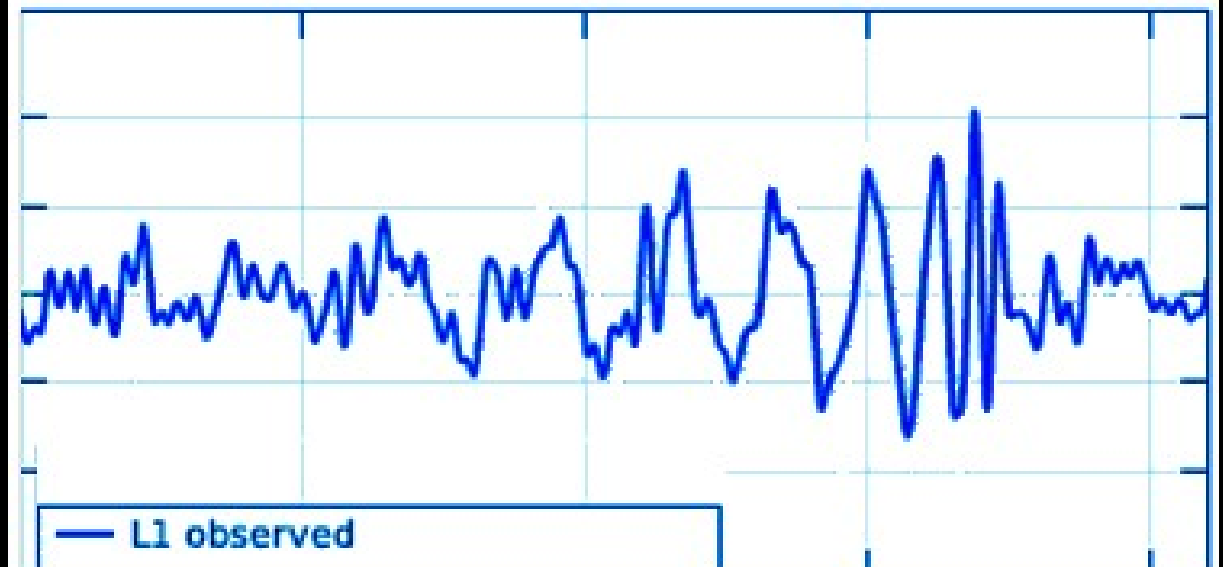


I segnali ricevuti dalle due antenne gravitazionali negli USA che hanno consentito il rilevamento della prima onda gravitazionale nella storia della fisica avvenuta il 15/09/2015

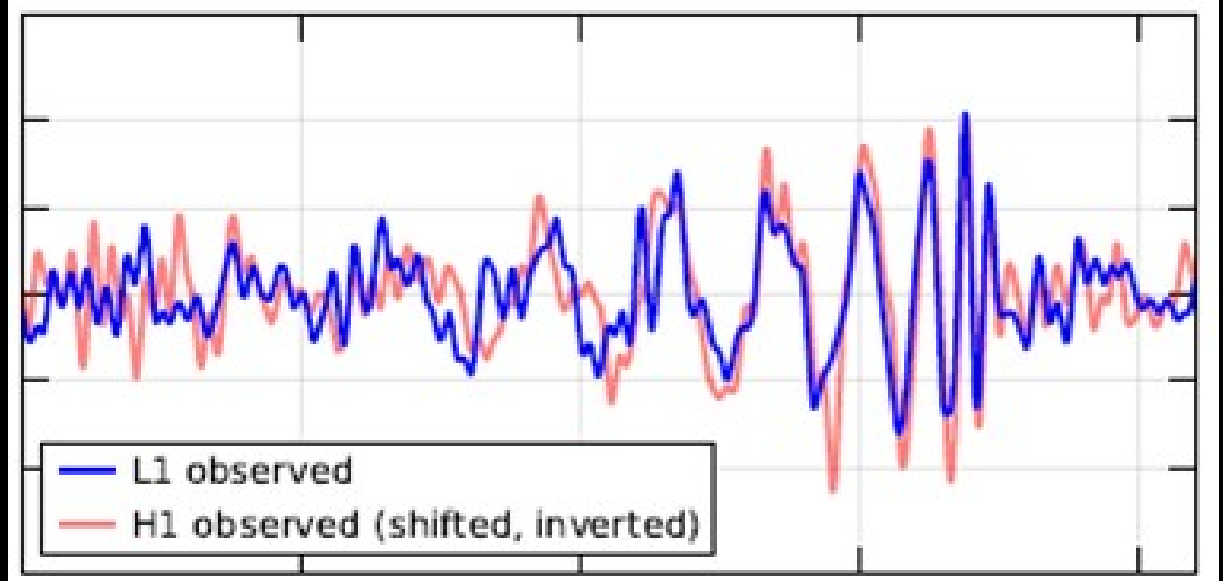
Hanford, Washington (H1)



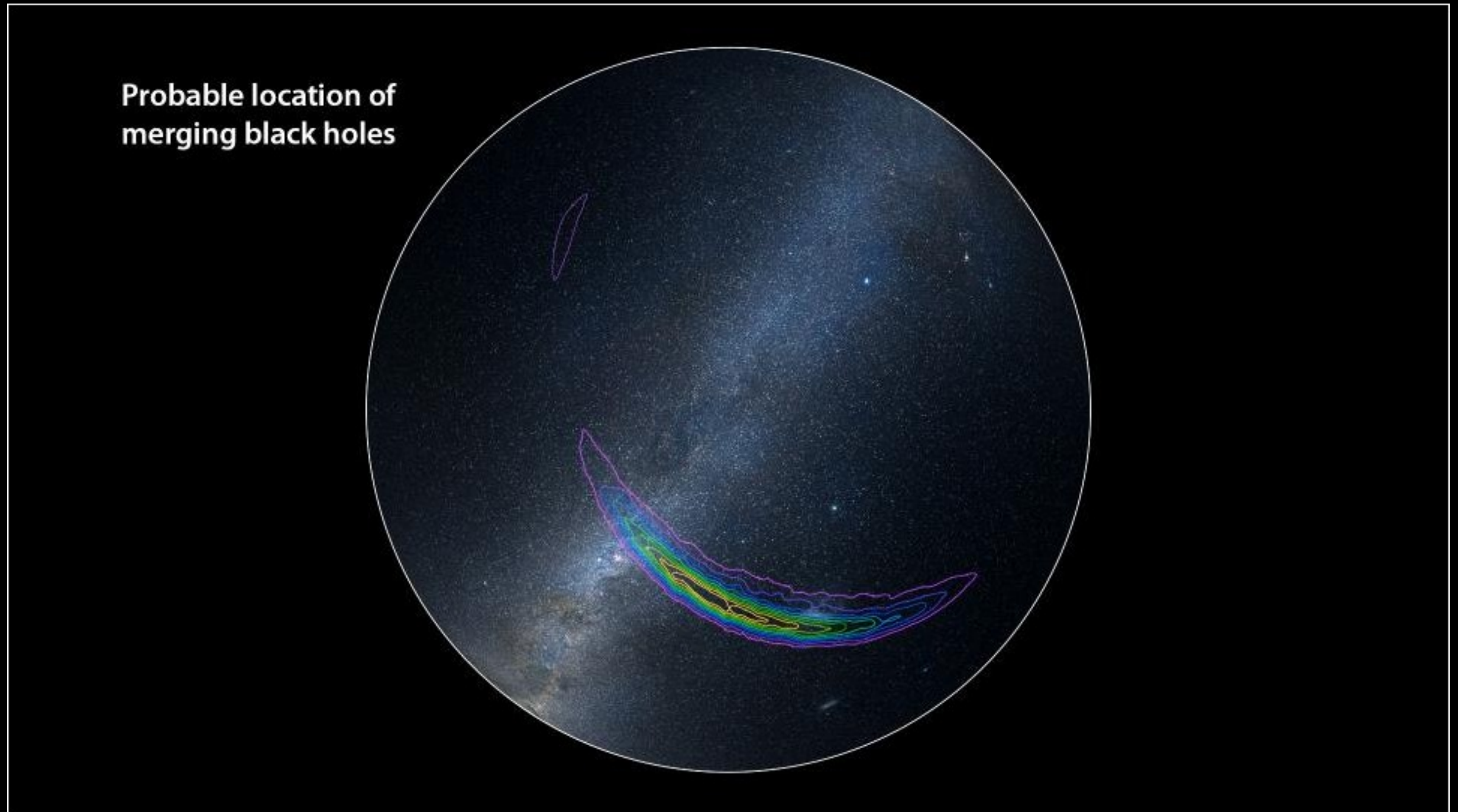
Livingston, Louisiana (L1)



Hanford, Washington (H1)
Livingston, Louisiana (L1)



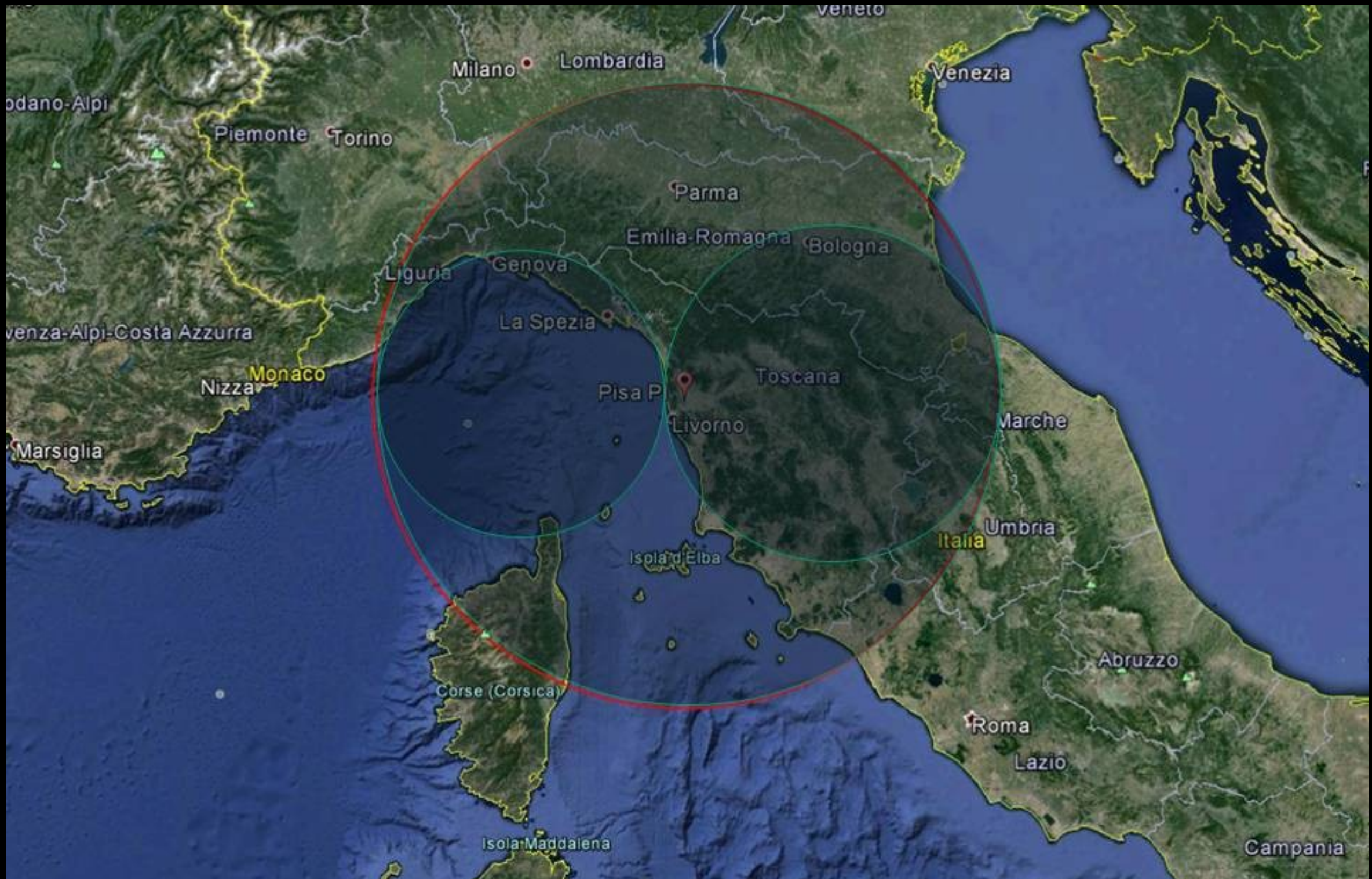
Localizzazione dei collasso dei due buchi neri



Il suono del collasso dei due buchi neri



Le dimensioni dei due buchi neri



La simulazione fatta al computer del collasso osservato dei due buchi neri



Come migliorare l'osservazione delle onde gravitazionali ?

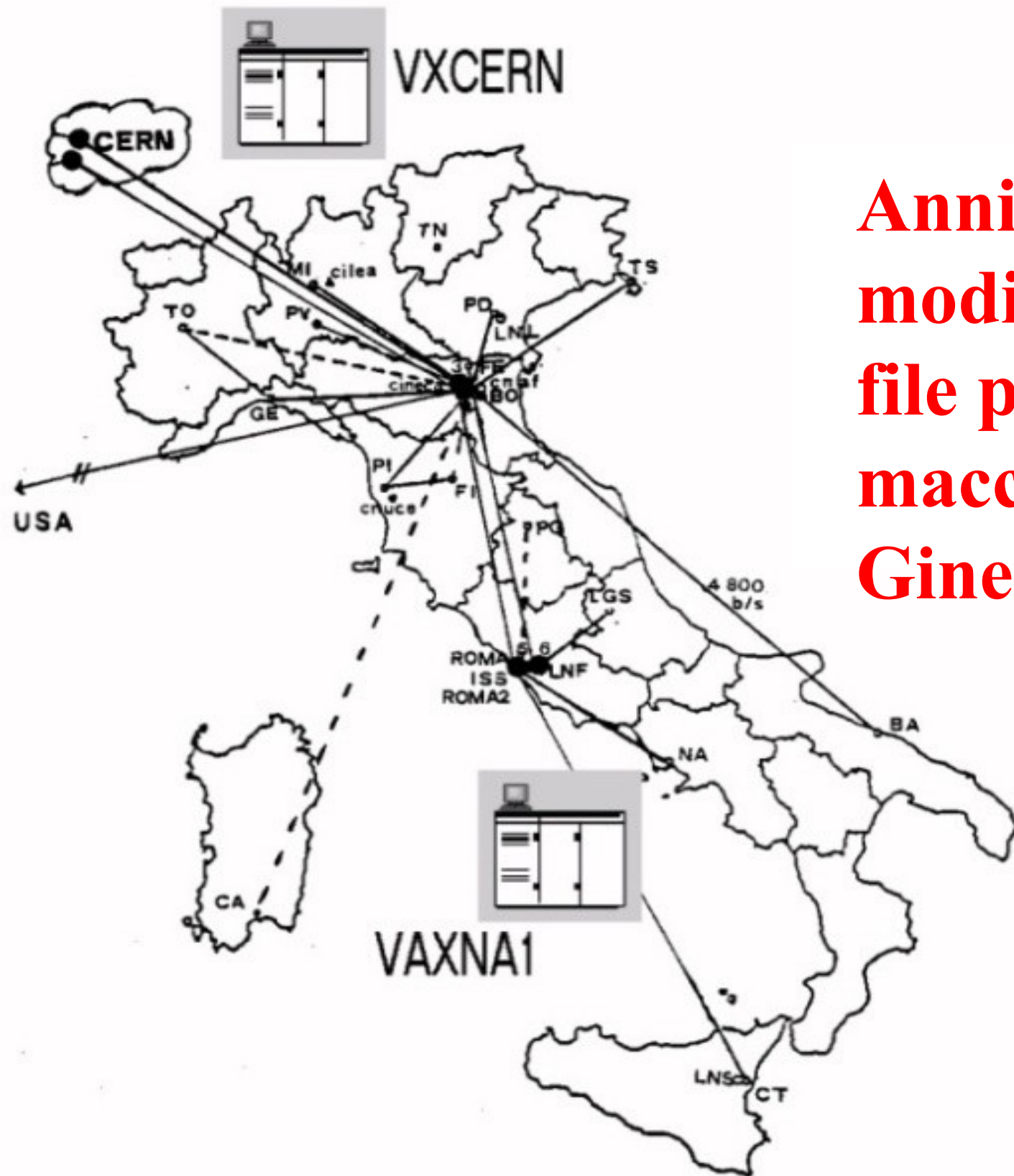
L'esperimento LISA migliorerà l'osservazione delle onde gravitazionali



Problema

Gli esperimenti producono grandi quantità di dati che però si devono:

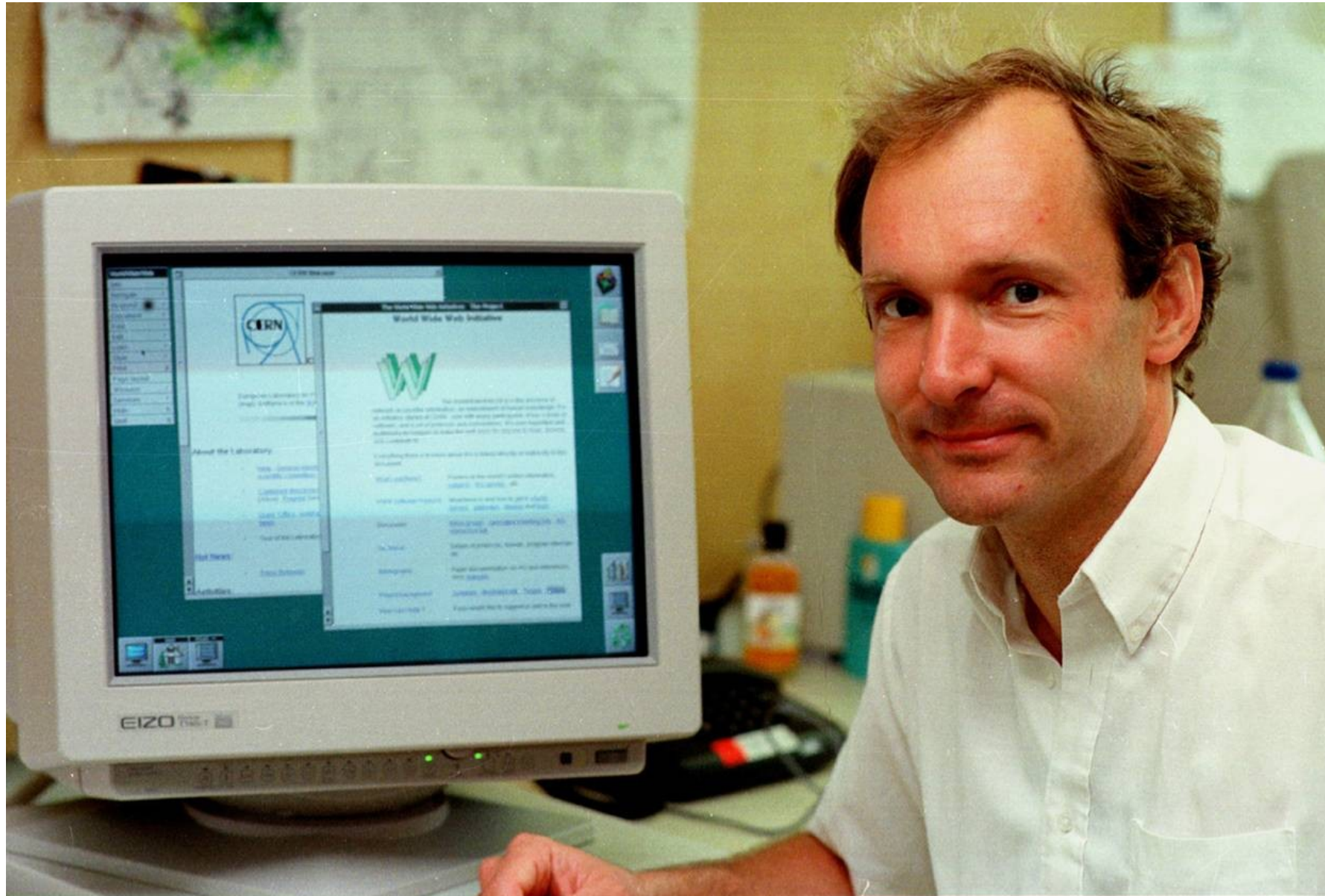
- **archiviare,**
- **trasferire in tutto il mondo,**
- **elaborare.**



Anni '80: come si modificava da Napoli un file presente in una macchina del CERN di Ginevra.

Edit vxcern"user password"::disco:[directory]file

**È grazie alla rete che: ...
al Cern nasce il WWW (World Wide Web)**



**13 marzo 1989 - Il fisico Tim Berners Lee del CERN
inventa il **WEB****

Primo Server Web



Il WWW (World Wide Web)

- 1991 - si ha la prima dimostrazione al pubblico del web alla conferenza [Hypertext](#) a S. Antonio nel Texas
- 1993 - fu creata la prima interfaccia grafica denominata [Mosaic](#) presso l'[NCSA](#) (National Center for Supercomputing Applications)



Welcome to NCSA Mosaic, an Internet information browser and [World Wide Web](#) client. NCSA Mosaic was developed at the [National Center for Supercomputing Applications](#) at the [University of Illinois](#) in Urbana-Champaign. NCSA Mosaic software is [copyrighted](#) by The Board of Trustees of the University of Illinois (UI), and ownership remains with the UI.

Il WWW a Napoli il 23 novembre 1993

I siti WEB negli anni

- 1993: 130
- 2003: 35 milioni
- 2008: 180 milioni

INFN (Istituto Nazionale di **F**isica **N**ucleare)
Sezione di **N**apoli

and

Universita' degli **S**tudi di **N**apoli "**F**ederico **I**I"
Dipartimento di **S**ienze **F**isiche



Napoli - Vista con Castel dell'Ovo e Vesuvio

Il web ha facilitato il reperimento dei dati ...

**Al CERN si producono dati pari a circa
un milione e mezzo di DVD all'anno,**

... ora si tratta “solo” di elaborarli ...

Dal WEB ...

II WORLD WIDE WEB (WWW)

**ha trasformato i dischi di tutti i calcolatori
del mondo**

un unico grande archivio

accessibile molto facilmente

da tutti

La Grid





... alla GRID

Il progetto GRID

ha trasformato i calcolatori di tutto il mondo

in un'unica grande risorsa

**per l'archiviazione e l'elaborazione dei dati,
da fruire in modo semplice e immediato**

**Grazie alla RETE
abbiamo potuto creare una ...**

WWG,

ovvero una

World Wide Grid

**Ci avviciniamo alla
conclusione ...**

La trottola





Wolfgang Pauli (1900-1958)
premio Nobel per la fisica
nel 1945

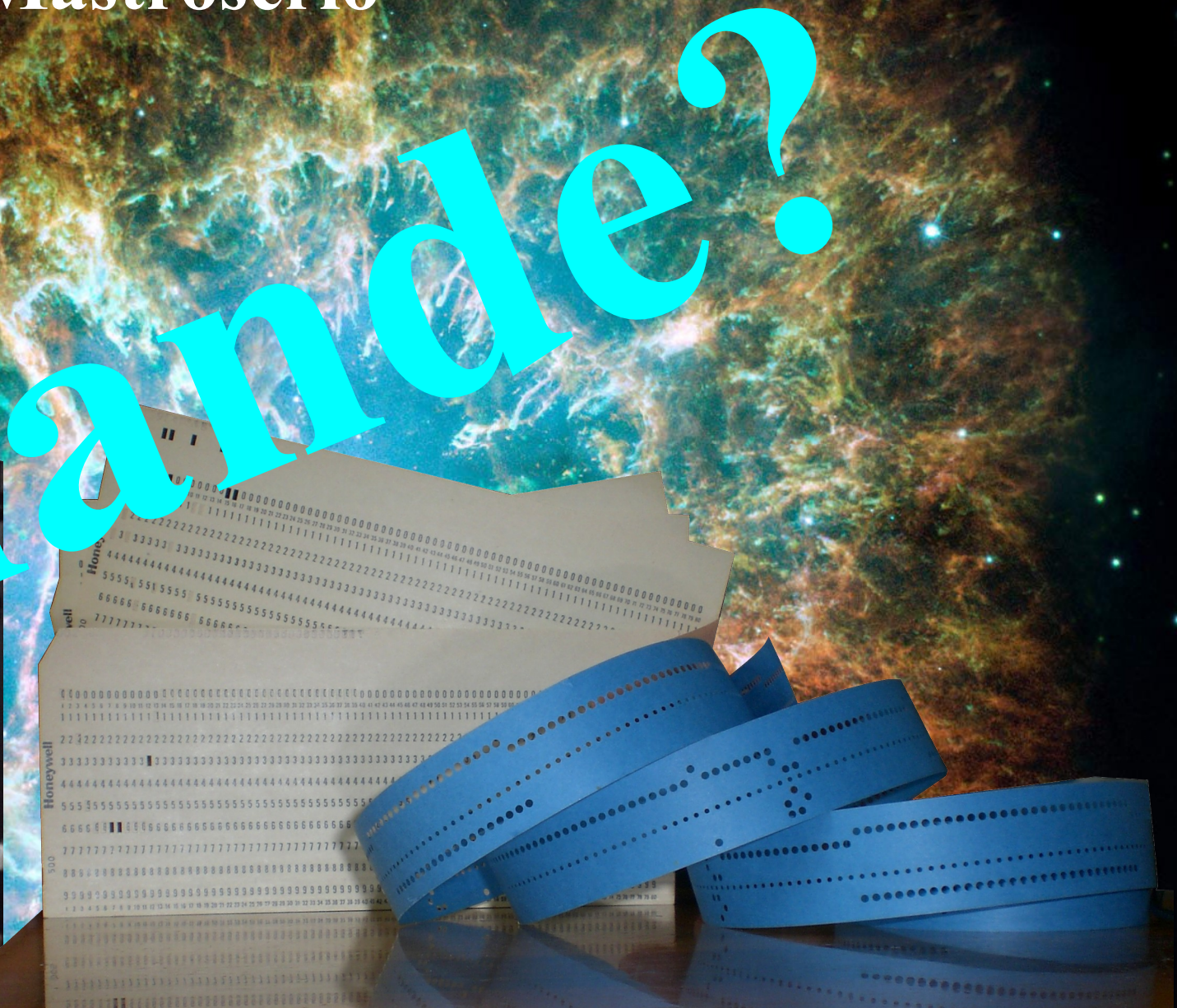
Niels Bohr (1885-1962)
premio Nobel per la fisica
nel 1922

I Fisici e Internet

da ARPANET al GARR dal WEB alla GRID

Paolo Mastroserio

Domande?



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Napoli

Dipartimento di Fisica Ettore Pancini

Università di Napoli Federico II

