

I Fisici e Internet *da Arpanet al Garr* *dal Web alla Grid*

Paolo Mastroserio



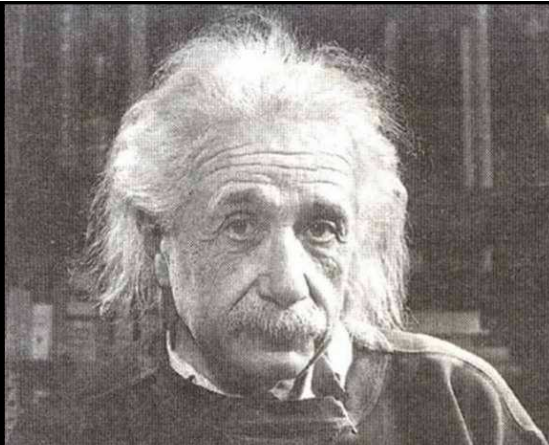
Dipartimento di Scienze Fisiche
Università di Napoli "Federico II"



Istituto Nazionale di
Fisica Nucleare
Sezione di Napoli

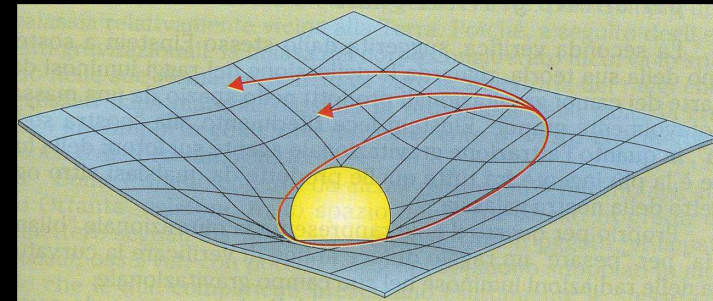


Istituto Nazionale di
Fisica della Materia
Unità di Napoli



Nel 1905 Albert Einstein pubblicò la Teoria della Relatività che scosse le fondamenta della fisica classica.

La curvatura dello spazio



Secondo la teoria di Einstein, le masse **incurvano** lo spazio-tempo **circostante**.

Un esempio spettacolare della curvatura dello spazio

Supponiamo di voler osservare dalla terra una stella al di là del sole ...



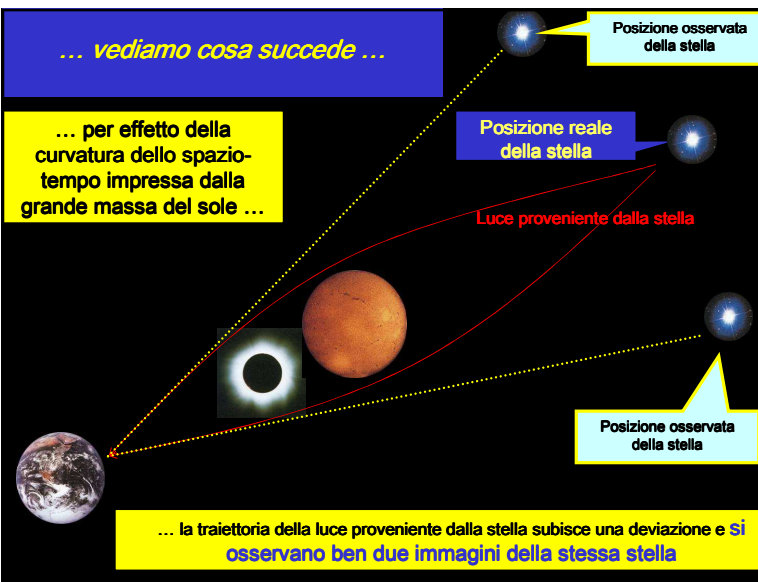
Un esempio spettacolare della curvatura dello spazio

... con l'eclissi non siamo abbagliati, ma, ripensandoci, non dovremmo vedere la stella perché davanti a noi ci sono la luna e il sole, **invece** ...



... vediamo cosa succede ...

... per effetto della curvatura dello spazio-tempo impressa dalla grande massa del sole ...



Sul fondo di questa pentola è stata messa una moneta



Non c'è alcuna relazione tra rifrazione e curvatura dello spazio-tempo

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 tradizionali (**geometria euclidea e trigonometria**)

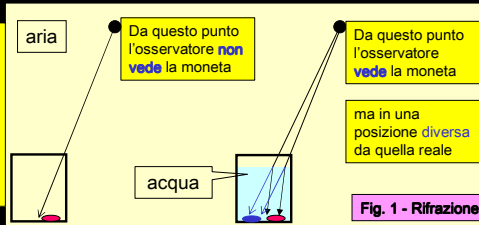


Fig. 1 - Rifrazione

Curvatura dello spazio-tempo. La luce, passando in prossimità di una grande massa, subisce una deviazione dovuta alla curvatura dello spazio-tempo; per la **trattazione matematica**, si utilizzano geometrie curve (**geometrie non euclidee**)

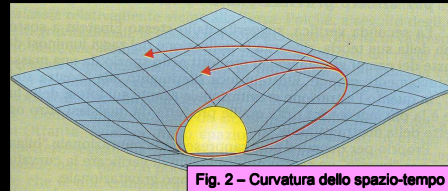


Fig. 2 - Curvatura dello spazio-tempo

Orologi posti in campi gravitazionali di diversa intensità portano orari diversi (relatività generale)

Se ci allontaniamo dalla terra il nostro peso diminuisce ...

... in altre parole il **campo gravitazionale diminuisce** man mano che ci allontaniamo dalla terra.

36.000 Km

Va avanti !

Va indietro !

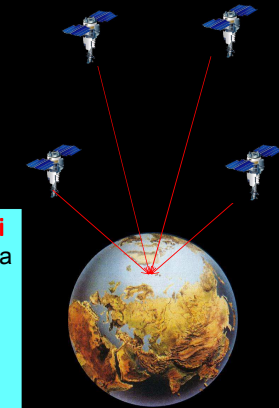
Secondo Einstein un orologio a terra ... scandisce il tempo più lentamente di un orologio posto su un satellite artificiale

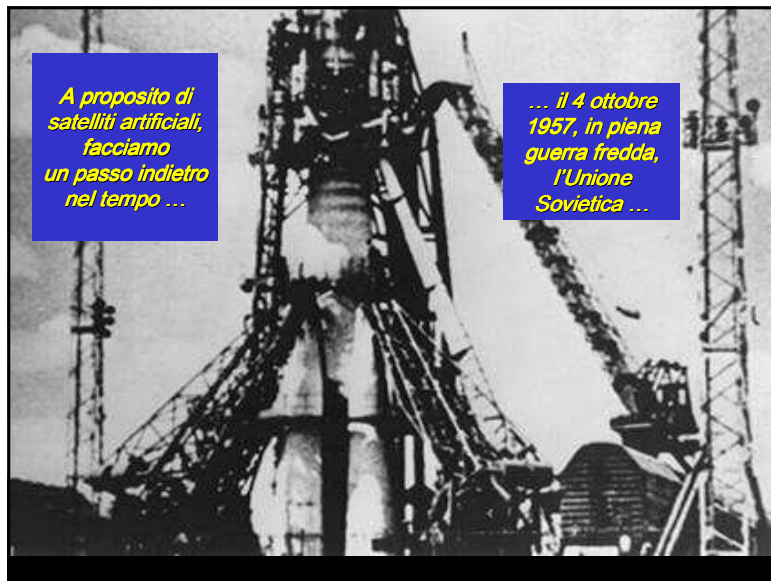
La domanda:

Ma esistono prove
della relatività di Einstein
nella vita quotidiana
che non siano
quelle effettuate dagli scienziati chiusi
nei loro inaccessibili laboratori?

Un esempio quotidiano di dilatazione dei tempi: IL SISTEMA GPS (Global Positioning System)

- Il sistema GPS serve per individuare la posizione di un oggetto sulla terra (ad es. un'automobile)
- Nasce da esigenze militari (USA)
- Utilizza 24 satelliti ad una quota di circa 20.184 Km
- L'Europa ha il sistema Galileo che prevede 30 satelliti (uso civile)
- Il GPS calcola le distanze utilizzando i **tempi di trasmissione** di onde elettromagnetiche tra l'oggetto da individuare e i satelliti
- Se non si applicassero le **correzioni relativistiche** sulla **dilatazione dei tempi** il sistema sbaglierebbe l'individuazione della posizione di **centinaia di metri !!!**





Domanda:

"... ma cosa c'entrano i fisici e la Fisica con Internet ?"

Risposta:

"L'hanno inventata!"

Raccontiamone la storia e le prospettive.

Sommario

Da Arpanet...	Dal Web ...
<ul style="list-style-type: none"> • Cenni storici • Arpanet e la nascita di Internet • Anni '70: a che punto era la tecnologia? • Reti locali e geografiche 	<ul style="list-style-type: none"> • Archiviazione dati • Condivisione dei dati • Al Cern nasce il WEB
<p>... al Garr</p> <ul style="list-style-type: none"> • La Rete italiana • Il Garr 	<p>... alla Grid</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenza di calcolo per lunghi periodi • Condor: un precursore della Grid • La Rete e il Calcolo Parallelo • Esperimenti di fisica: grande quantità di dati ed esigenza di grandi potenze di calcolo • Nasce Grid • Trasferimento dati ad alta velocità • Campus Grid

Le reazioni americane al lancio dello Sputnik da parte dei sovietici

- I problemi di spionaggio risalgono fino ai tempi di *Giulio Cesare* che usava un codice segreto per le comunicazioni fra le legioni durante la guerra gallica
- Il Dipartimento della Difesa americana mostrò l'esigenza di una rete di computer di controllo e di comando per far fronte ad un'eventuale guerra nucleare contro l'Unione Sovietica.
- Le reti telematiche militari, fatte con i circuiti della telefonia tradizionale, venivano considerate *troppo vulnerabili*.

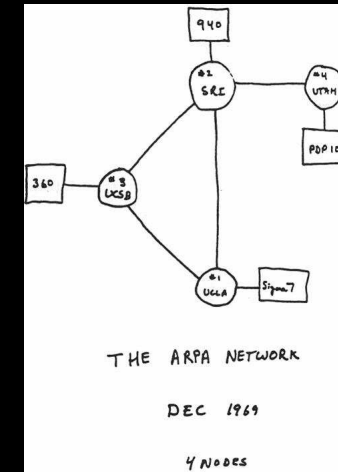
La rete ARPANET nel dicembre 1969

Nel 1958 nasce negli USA l'agenzia

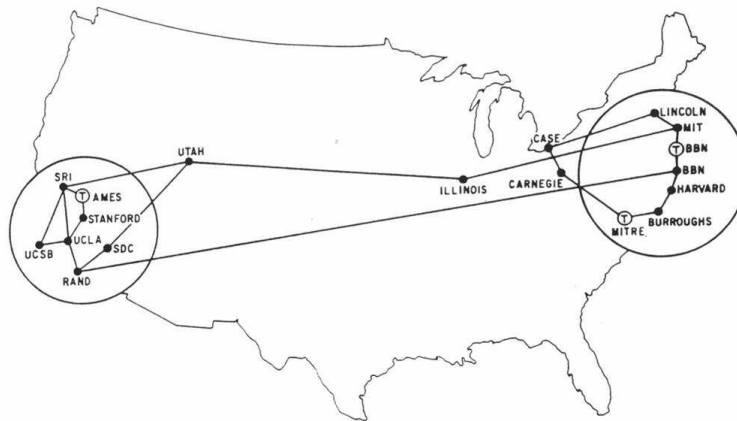
ARPA

(Advanced Research Project Agency)

aveva il compito di fornire nuove ed avanzate tecnologie ai militari



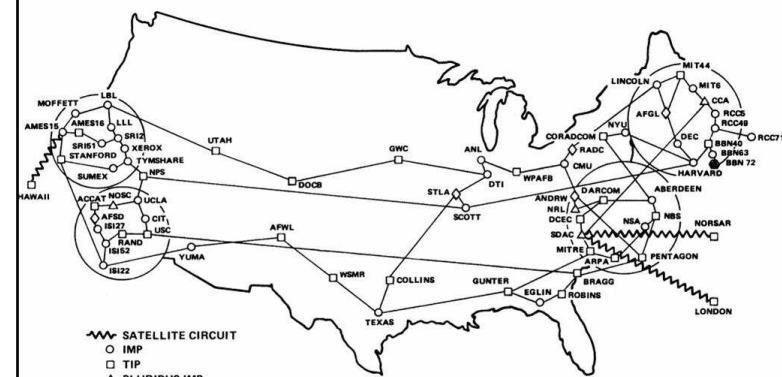
La rete ARPANET nel 1971



MAP 4 September 1971

La rete ARPANET nel 1980

ARPANET GEOGRAPHIC MAP, OCTOBER 1980



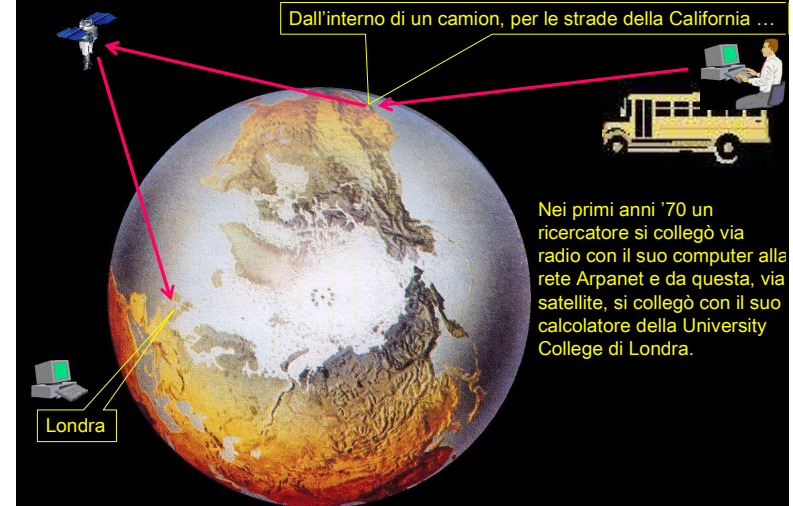
(NOTE: THIS MAP DOES NOT SHOW ARPA'S EXPERIMENTAL SATELLITE CONNECTIONS)
 NAMES SHOWN ARE IMP NAMES, NOT (NECESSARILY) HOST NAMES

Sviluppo di ARPANET

• dicembre	1969	4 nodi
• luglio	1970	7 nodi
• marzo	1971	15 nodi
• aprile	1972	23 nodi
• settembre	1972	34 nodi
• gennaio	1983	>200 nodi
• gennaio	1996	100.000

Oggi nel mondo abbiamo milioni di nodi !

Primi collegamenti satellitari



Nascita dei protocolli di Internet

Gli studi sui collegamenti tra reti remote culminarono
nel 1974

con la definizione ad opera di

Cerf e Kahn

dei protocolli

TCP/IP

(Transfer Control Protocol/Internet Protocol)

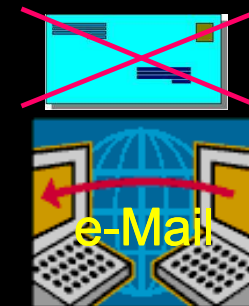
Nel 1977 nasce la posta elettronica

Dagli anni '60 fino alla fine degli anni '80 Internet fu praticamente un'esclusiva dei dipartimenti scientifici delle università, impiegata da una ristretta cerchia di studiosi e ricercatori

Nel 1977 a Los Angeles in California decollò lo strumento fondamentale che favorì la comunicazione di messaggi in tempo reale e a costi irrisori:

la POSTA ELETTRONICA

Oggi in Italia si spediscono
400 milioni di mail al giorno
pari a circa
146 miliardi di mail all'anno.



Agli inizi del 2005 è stata pubblicata la legge che conferisce valore legale alla Posta Elettronica

Nel 1983 MILNET, la rete militare USA, si stacca da ARPANET e nascono nuove reti

- NFSNET (mondo accademico USA)
- HEPNET (fisici delle alte energie)
- BITNET (mainframe IBM)
- EARN (mondo accademico europeo)

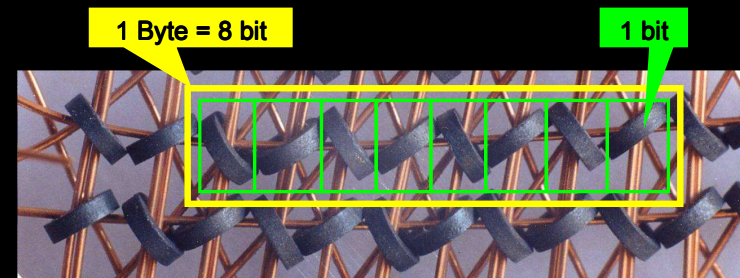
Evoluzione velocità trasmissione dati

- Anni '70: collegamenti a 56 kbps
- Anni '90: collegamenti a 1 Gbps
- Oggi: collegamenti a 10 Gbps

Strumenti di calcolo anni '70



Anni 70: a che punto era la tecnologia ?

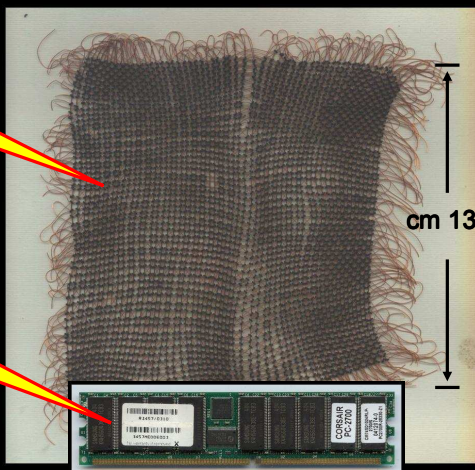


memoria a nuclei di ferrite

Confronto tra le dimensioni delle memorie di ieri e di oggi

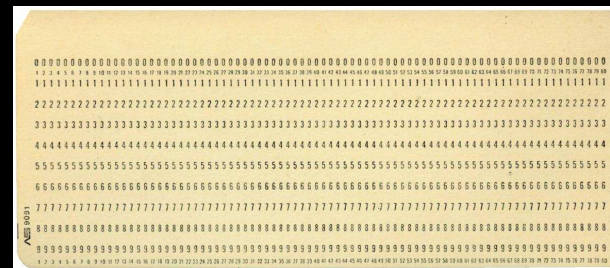
Anni '70
128 Byte = 1024 bit

Nel 2004
Scheda di memoria da 4
Gbyte, pari a 32 Gbit,
cioè 32 miliardi di bit circa



Anni 70: a che punto era la tecnologia ?

Le schede perforate

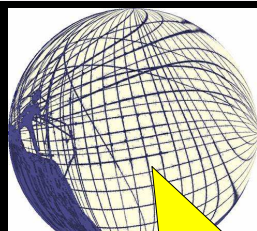
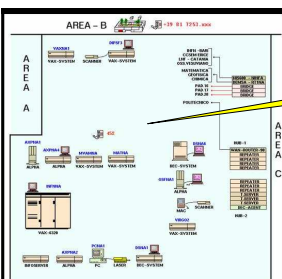


- All'epoca i terminali erano poco diffusi, i programmi venivano scritti, tramite macchine perforatrici, su schede che potevano contenere al massimo 80 caratteri
- In una seconda fase le schede venivano lette da apposite macchine ed incamerate dal calcolatore

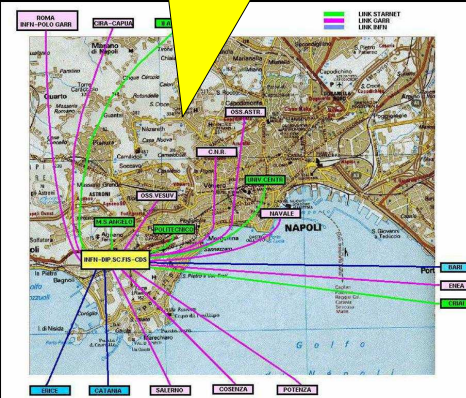
Un po' di nomenclatura

LAN: Local Area Network

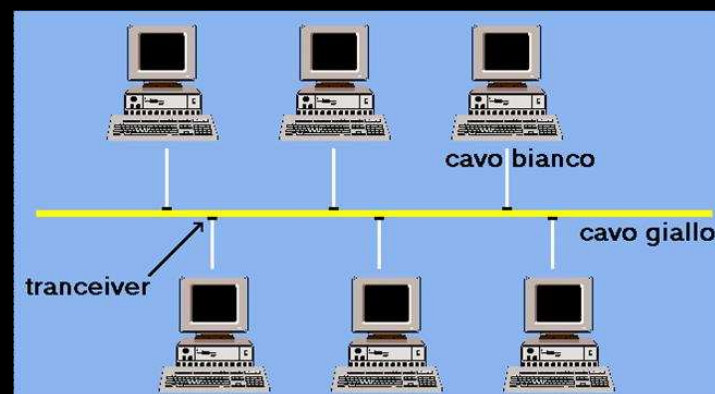
MAN: Metropolitan Area Network



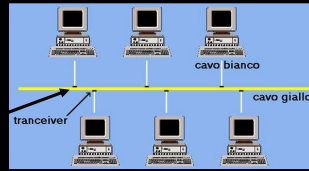
WAN: Wide Area Network



Reti locali (LAN) a bus

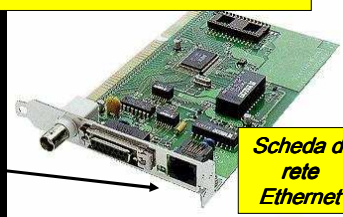


Connessione al Cavo Giallo



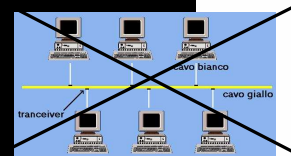
Confrontiamo il vecchio e grosso
Tranceiver ...

con l'attuale e minuscolo connettore
RJ45



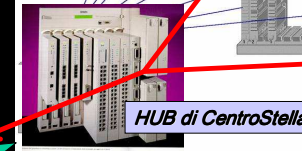
Scheda di
rete
Ethernet

Anni 90: fine delle reti a BUS e ...



... nascita dei Sistemi a Stella

Internet



Fibre ottiche

Piano III

Piano II

Piano I

La rete senza fili (wireless o wifi)



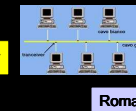
I Router

I ROUTER

sono macchine che consentono la
comunicazione tra calcolatori
appartenenti a reti locali remote

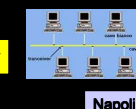
Internet

Router



Roma

Router



Napoli



I Router da Napoli al Fermilab di Chicago

tracert www.fnal.gov (tracert significa trace route, cioè *traccia la rotta*)

1	modl3-134 (192.84.134.254)	0.452 ms	0.412 ms	0.416 ms
2	mercurio205 (193.205.223.254)	0.774 ms	1.255 ms	1.476 ms
3	rc-infnna.na.garr.net (193.206.130.117)	0.452 ms	0.412 ms	0.416 ms
4	rt-na1-rt-bo1.bo1.garr.net (193.206.134.24)	0.452 ms	0.412 ms	0.416 ms
5	rt2-bo1-rt1-bo1.bo1.garr.net (193.206.134.24)	0.452 ms	0.412 ms	0.416 ms
6	rt-bo1-rt-mil1.mil1.garr.net (193.206.134.24)	0.452 ms	0.412 ms	0.416 ms
7	garr.it1.it.geant.net (62.40.103.189)	15.368 ms	15.368 ms	15.368 ms
8	it.ch1.ch.geant.net (62.40.96.33)	29.368 ms	29.368 ms	29.368 ms
9	chfr1.fr.geant.net (62.40.96.30)	36.763 ms	36.763 ms	36.763 ms
10	fr.uk1.uk.geant.net (62.40.96.90)	100.412 ms	100.412 ms	100.412 ms
11	uk.nyl.ny.geant.net (62.40.96.169)	112.368 ms	112.368 ms	112.368 ms
12	esnet-gw.nyl.ny.geant.net (62.40.103.214)	112.368 ms	112.368 ms	112.368 ms
13	chicr1-oc192-aoacr1.es.net (134.55.209.5)	133.763 ms	133.763 ms	133.763 ms
14	fnal-pos-chi.es.net (134.55.209.37)	133.763 ms	133.763 ms	133.763 ms
15	ge2-1-r-s-bdr.fnal.gov (198.49.208.4)	135.264 ms	135.216 ms	135.262 ms
16	vlan313.r-s-hub-fcc.fnal.gov (131.225.15.62)	133.806 ms	133.889 ms	133.839 ms
17	vlan305.r-s-fcc2-server.fnal.gov (131.225.15.33)	133.761 ms	133.939 ms	134.030 ms
18	s-s-alteon-fcc.fnal.gov (131.225.70.254)	133.962 ms	134.197 ms	134.320 ms

Otteniamo:

- Traccia della rotta che compiono i nostri byte per arrivare a destinazione
- Capiamo dove si trova un'eventuale interruzione lungo la tratta

- Traccia della rotta che compiono i nostri byte per arrivare a destinazione
- Capiamo dove si trova un'eventuale interruzione lungo la tratta



La rete in Italia nel 1978



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

1978
INFN



● Prima rete sperimentale a linee dedicate

● Ulteriore rete sperimentale: la "mini rete romana" su protocollo DECnet



La rete in Italia nel 1984



Reti Enti di Ricerca

INFNET (rete dei fisici dell'INFN)
ASTRONET (rete degli Astrofisici)
CNRNET (rete dei ricercatori del CNR)

Reti universitarie

CINECA (Bologna)
CILEA (Milano)

Prima connessione internazionale

CNAF INFN BO ↔ CERN Ginevra, 1986

La rete GARR

Nel 1988 su iniziativa del ministro
 Ruberti nasce la rete
GARR
 (Gruppo di Armonizzazione Reti della Ricerca)

Scopo del **GARR** era quello di
 collegare organicamente le reti della
 ricerca che fino ad allora si erano
 formate indipendentemente l'una
 dall'altra

Nel 1991 nasce il

Polo GARR di Napoli



*Il problema dell'archiviazione
 e della distribuzione dei dati*

Floppy disk anni 80-90: da 80 KB a 1,44 MB

Floppy da 3"



Floppy da 5 1/4"

Floppy da 3 1/2"

Hard Disk dei anni 80-90



da 30 a 60
MByte



da 5 MByte

Hard Disk odierni



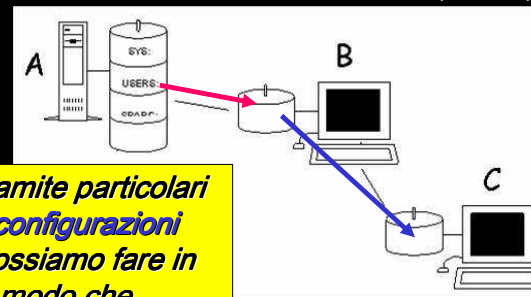
Hard disk fino a 1.000 GByte = 1 TeraByte

Memorie flash di oggi



Memoria da 4 GByte

Condivisione dischi tramite NFS, AFS, ecc.



Tramite particolari
configurazioni
possiamo fare in
modo che ...

- Il calcolatore **B** possa leggere i dati presenti sul disco del calcolatore **A** e ...
- Il calcolatore **C** possa leggere i dati presenti sul disco del calcolatore **B**

Soluzioni troppo complesse!

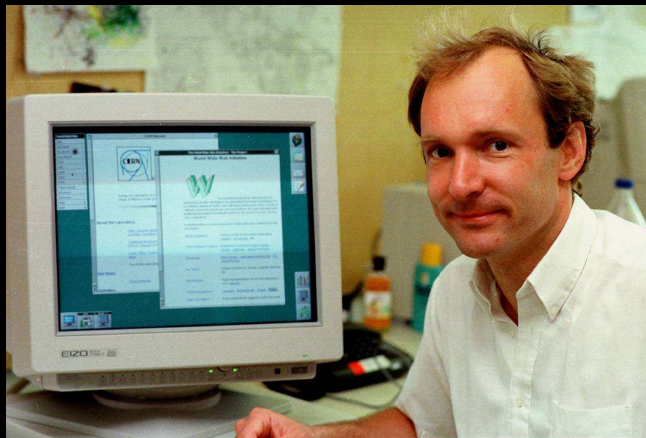
Ciò che abbiamo visto sono soluzioni
tecnicamente complesse destinate
ad essere utilizzate solo dagli addetti
ai lavori,
ma ...

Al CERN di Ginevra
(Centro Europeo Ricerche Nucleari),
nel 1989 ...



**... viene proposta una nuova e rivoluzionaria
soluzione alla distribuzione dei dati ...**

... al Cern nasce il WWW (World Wide Web)



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

Problemi di compatibilità risolti

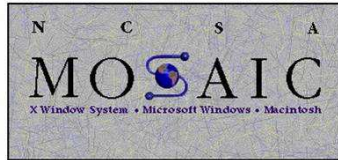
*Il Web risolse in
maniera brillante i
problemi di
comunicazione tra
calcolatori
completamente
diversi tra loro sia
come hardware sia
come software*



Il primo server Web al Cern di Ginevra

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

Il primo server WWW ufficiale dell'Italia meridionale fu realizzato presso la

Sezione di Napoli
dell'Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare
(INFN)

ed il

**Dipartimento di
Scienze Fisiche dell'
Università di Napoli
Federico II**

ad opera di

**Luca Lista
Leonardo Merola**

INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare)
Sezione di Napoli

and

Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Dipartimento di Scienze Fisiche



Napoli - Vista con Castel dell'Ovo e Vesuvio

Ecco come si presentava il primo server www ufficiale dell'Italia meridionale

Esigenze dei fisici

Archiviazione

di grandi quantità di dati

Elaborazione

di grandi quantità di dati

Un po' di nomenclatura

KiloByte = 10^3 Byte (mille)

MegaByte = 10^6 Byte (un milione)

GigaByte = 10^9 Byte (un miliardo)

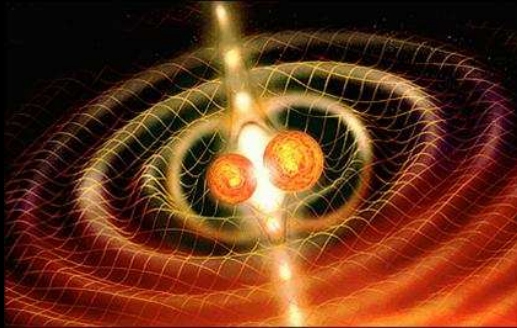
TeraByte = 10^{12} Byte (mille miliardi)

PetaByte = 10^{15} Byte (un milione di miliardi)

Le onde gravitazionali

Secondo Einstein masse accelerate producono perturbazioni dette onde gravitazionali.

Questa teoria non è stata ancora dimostrata



Rappresentazione artistica di onde gravitazionali prodotte da una stella doppia

L'esperimento Virgo a Cascina (Pisa)

Antenna gravitazionale basata su interferometro Michelson

Le onde gravitazionali, se esistono, avranno un'energia debolissima e faranno muovere l'interferometro di una quantità estremamente piccola: 10^{-19} m.

A regime verranno acquisiti
500 GB al giorno
pari a 200 TB all'anno
(200 milioni di miliardi di byte all'anno)



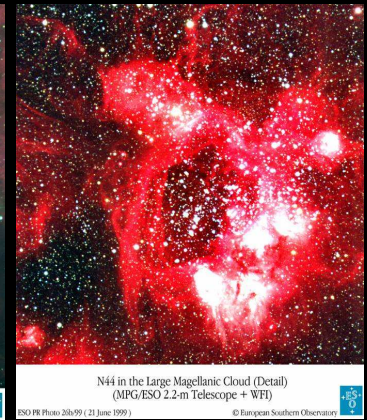
Osservatorio astronomico di La Silla in Cile



Immagini dallo spazio

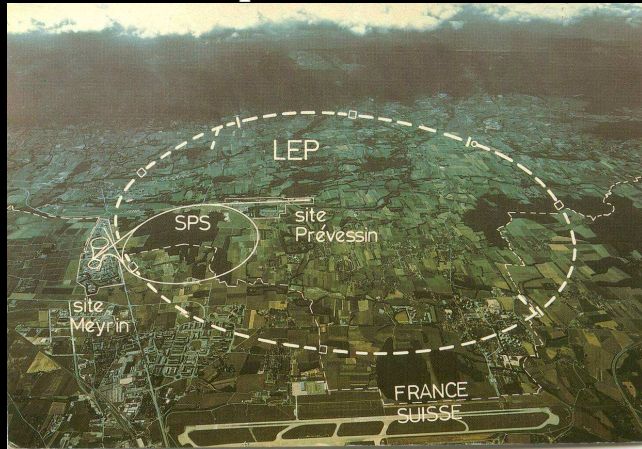


Star Forming Region RCW 108 in ARA
(Detail at Full Resolution)
(MPG/ESO 2.2-m + WFI)
ESO PR Photo 20a/99 (20 April 1999) © European Southern Observatory



N44 in the Large Magellanic Cloud (Detail)
(MPG/ESO 2.2-m Telescope + WFI)
ESO PR Photo 20b/99 (21 June 1999) © European Southern Observatory

Ginevra
Centro Europeo Ricerche Nucleari



Il Cern



Il Cern



*L'esperimento
 LHC al Cern*

L'acceleratore sarà pronto nel 2007;
 vi lavorano **6000** persone;

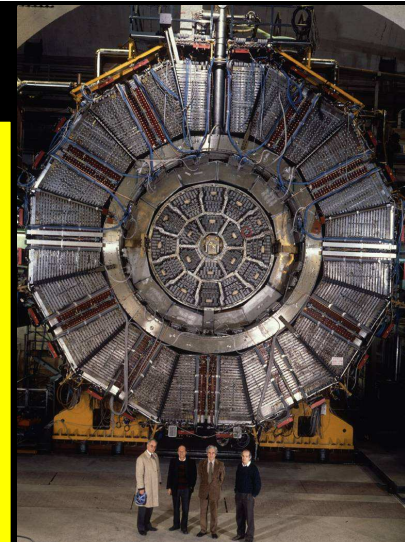
produrrà **circa 12 PetaBytes** di dati
 all'anno cioè:

12.000.000.000.000.000 Byte
 pari a circa **20 milioni di CD !**

L'analisi dei dati richiederà una
 potenza di calcolo

pari a 70.000 PC !!!

**Da dove prenderemo tutte
 queste risorse di calcolo ?**



Dal WEB ...

Il WEB

ha trasformato i calcolatori di tutto il mondo in
un unico grande archivio
accessibile molto facilmente
da tutti



... alla GRID

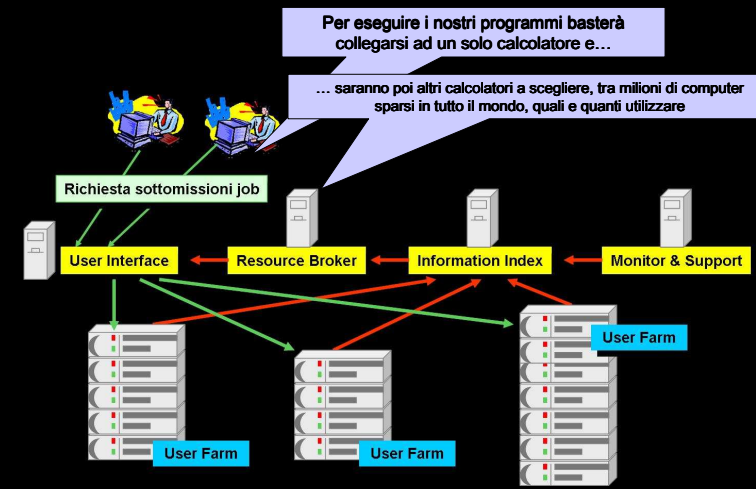
Il progetto GRID

vuole unire i calcolatori di tutto il mondo
in un'unica grande risorsa
per l'archiviazione **dei DATI**
e l'elaborazione
da fruire in modo semplice e immediato

L'ambizione:

Creare una
WWG,
ovvero una
World Wide Grid

Macchine e Servizi GRID



Stato della Grid

Clicca qui per mostrare animazione USA EUROPA (ESC per uscire dall'animazione)

Status for Resource Broker CERN_lxn1188: Fri Nov 26 17:46:07 GMT 2004

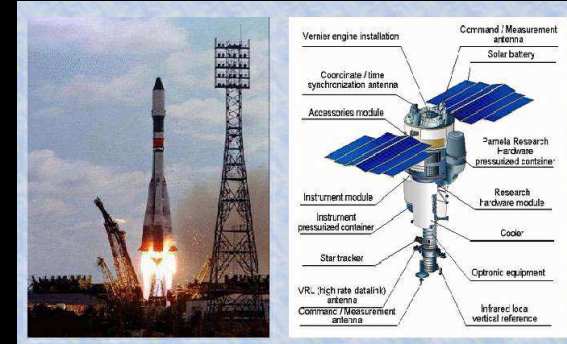


Pamela P A M E L A

Pamela is a permanent magnet core facility with specialized detectors. Goals:

- origin and evolution of matter in the galaxy
- search for antimatter and dark matter of cosmological significance
- understanding of origin and acceleration of relativistic particles in the galaxy.

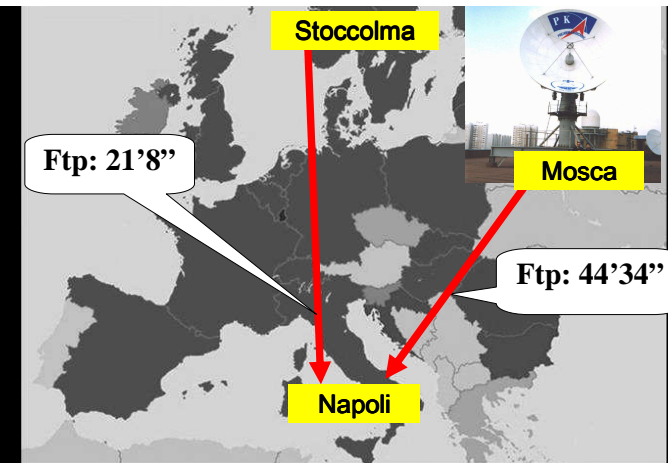
Pamela will be put in an elliptical orbit at an altitude between 300 and 600 Km, on board of the Resurs DK1 Russian satellite in the fall of the year 2005.



L'antenna ricevente dell'agenzia NTsOMZ a Mosca

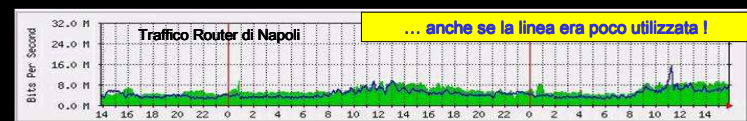
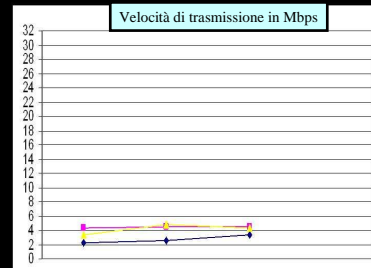


Trasferimento file da 1 GByte con tecniche tradizionali

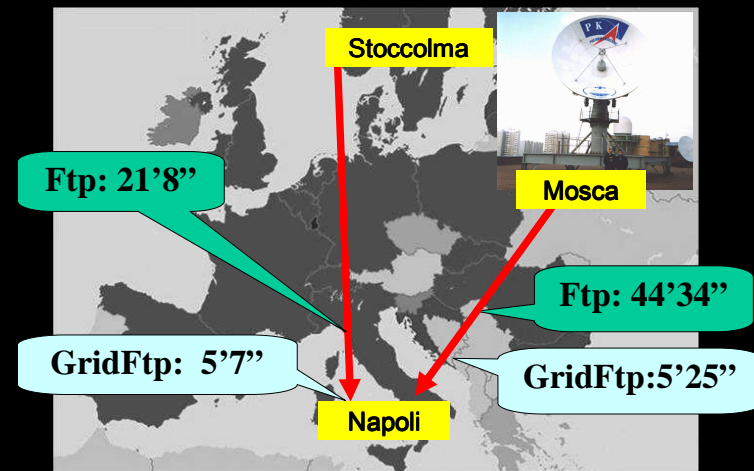


Velocità di trasferimento file

A Napoli,
pur avendo un
collegamento a
32 Mbps
non si riusciva a trasferire
file ad una velocità
maggiore di
6 Mbps ...



Trasferimento file da 1 GByte con GridFtp



Campus Grid a Napoli

Fisica

Matematica

Complesso Universitario
di Monte Sant'Angelo

Chimica

Rischio
Ambientale





I Fisici e Internet *da Arpanet al Garr* *dal Web alla Grid*

Paolo Mastroserio

Domande ?