

“Scienza Orienta 2006”

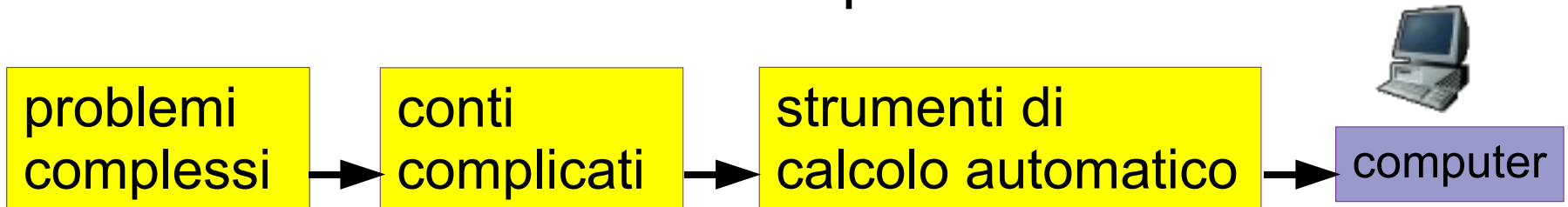
Università Tor Vergata, Roma 13-17 Febbraio 2006

La soluzione ENEA per l'ICT a supporto della Scienza

G. Bracco

ENEA INFO [Servizio Centralizzato Informatica e Reti]
bracco@frascati.enea.it

Il metodo scientifico: analisi quantitativa!



Sviluppo di sistemi automatici di calcolo, di trattamento e trasferimento di dati ==> Sviluppo dell'**Informatica** e di un'area di tecnologie che viene spesso indicata come

ICT: Information and Communication Technology

La ricerca scientifica ha una esigenza di base:

strumenti potenti per il calcolo scientifico

La disponibilità di risorse informatiche sempre più potenti ha prodotto strumenti nati da esigenze di ricerca ma diventati poi di uso comune: **Internet, posta elettronica, le pagine Web....**

Contenuto

- il calcolo scientifico, ieri e oggi
- l'ENEA
- le risorse per il calcolo scientifico in ENEA
- la struttura di ENEA GRID
- esempi di applicazioni
- partecipazione a progetti internazionali
- altre risorse: grafica 3D

“ieri”

1757 : la data di ritorno della **cometa di Halley** viene calcolata da tre matematici francesi Alexis Clairault, Joseph Lalande e Nicole-Reine Lepaute:

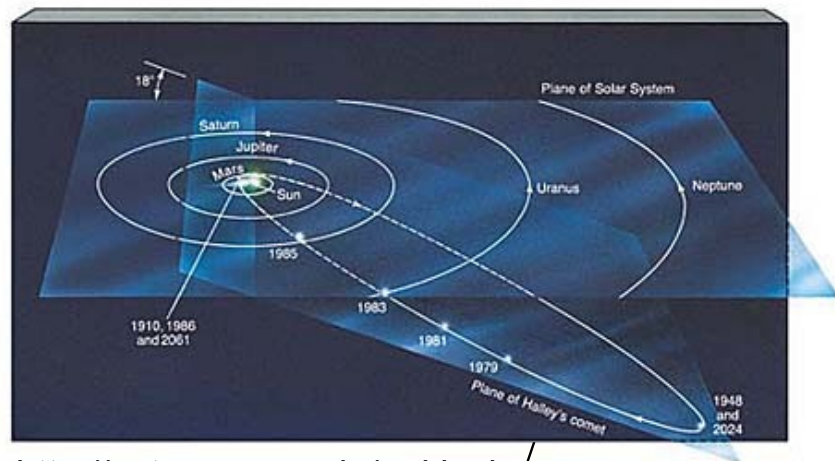
“il ritorno della cometa avverrà con 651 giorni di ritardo, per effetto dei pianeti Giove e Saturno”

La cometa anticipa di soli 31 giorni la data prevista.

Il calcolo aveva impegnato a tempo pieno per 5 mesi i tre matematici.



<http://www.mtwilson.edu/>



<http://astro.nmsu.edu/~aklypin/>

“ieri”

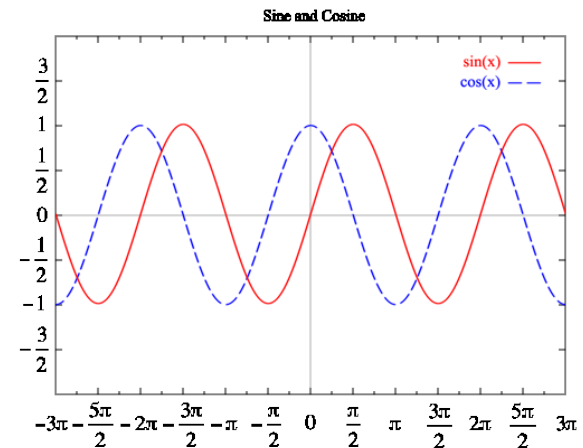
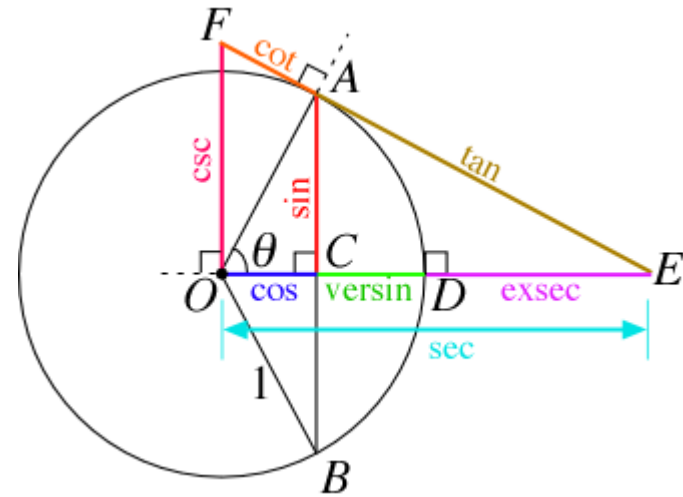
1790 : l'Assemblea Nazionale francese introduce il sistema metrico. La proposta si estende anche alla misura degli angoli: **l'angolo retto viene diviso in 100 parti.**

Servono **nuove tavole trigonometriche!**

L'incarico viene assegnato ad un ingegnere, Gaspard de Prony:

una squadra di 90 “calcolatori” lavora per 3 anni producendo 18 volumi manoscritti.

1795: la nuova unità viene abbandonata.



http://en.wikipedia.org/wiki/Trigonometric_function

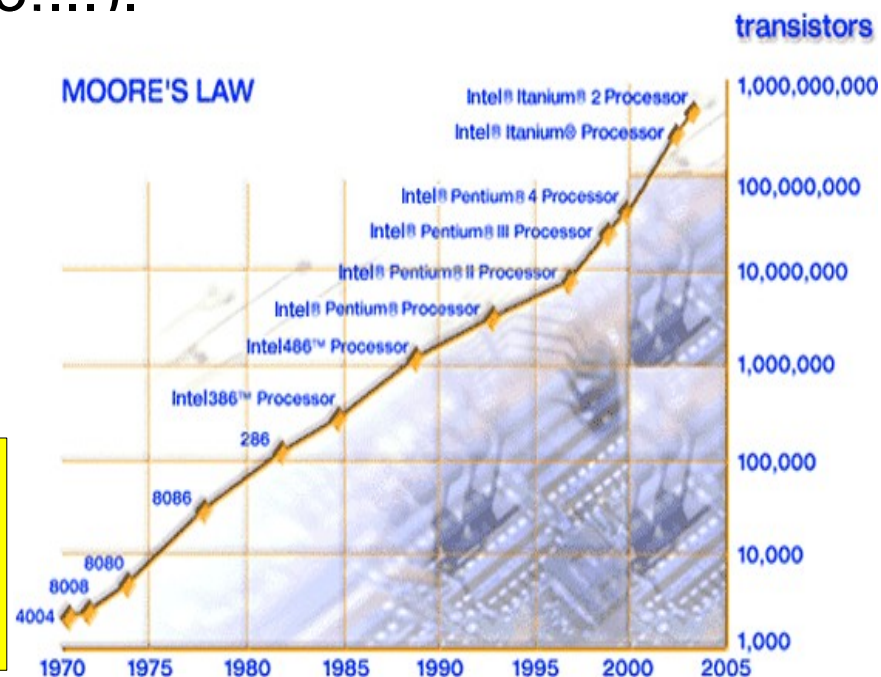
l'informatica moderna

Fino alla II guerra mondiale “**computer**” indica una professione: il “Mathematical Table project” (USA, 1938) impiega 450 “computers” per preparare tavole matematiche di ogni tipo.

L'evoluzione delle tecnologie elettromeccaniche/elettroniche negli anni di guerra produce i primi “computer” automatici (Z3, Germania 1941, ENIAC, USA 1943....).

L'invenzione del **microprocessore** (1970) rende possibile lo sviluppo dell'**informatica di consumo** (>1980) e della **connettività** diffusa (>1990).

Oggi il PC di casa esegue $\sim 10^9$ operazioni/secondo e comunica a 10^5 - 10^6 caratteri al secondo.



i sistemi di calcolo più potenti

Poiché è più agevole progredire nella miniaturizzazione dei processori piuttosto che aumentarne ulteriormente la velocità: i computer più potenti: **sistemi massicciamente paralleli**.

Novembre 2005 un censimento mondiale: www.top500.org.

N°1: “BlueGene/L” (US) 131072 processori, $2.8 \cdot 10^{14}$ operazioni/s

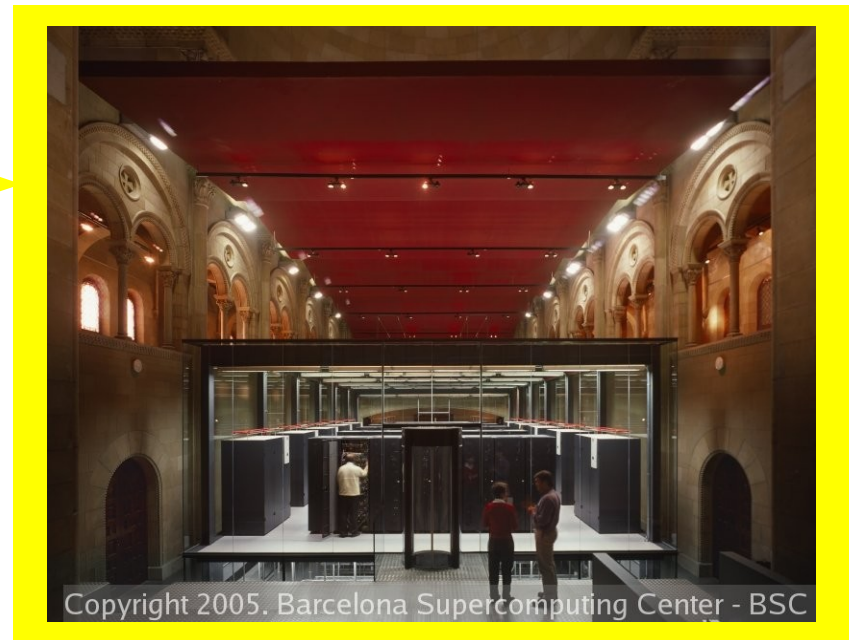
Europa:

N° 8 “Mare Nostrum” (Spagna)
4800 processori

N° 26, Cina, 3200 processori

Italia: 6 sistemi

N°131 CINECA 512 processori.



il futuro

SUPERCALCOLO:

Nel 2002 un sistema giapponese [“Earth Simulator”] risultò essere il N°1 e come reazione negli USA venne lanciato un programma con l'obiettivo di realizzare un sistema capace di **10¹⁵ operazioni/s nel 2010.** I valori raggiunti sinora sono in linea con le previsioni.

GRID COMPUTING:

La disponibilità di connessione di rete ad alta velocità ha suggerito la possibilità di ottenere **grandi prestazioni di calcolo collegando tra loro sistemi disponibili in siti remoti.**

Negli ultimi anni vari progetti internazionali (US, UE) stanno sviluppando le tecnologie necessarie ed hanno già raggiunto risultati significativi. In Europa: EGEE, DEISA.

**Ente per le Nuove Tecnologie
l'Energia e l'Ambiente**

Aree di ricerca:

**SOLARE TERMODINAMICO
IDROGENO/Celle Combustibile
FUSIONE NUCLEARE
FONTI RINNOVABILI
CLIMA GLOBALE
BIOTECNOLOGIE
AMBIENTE
NUOVI MATERIALI
ANTARTIDE
RIFIUTI RADIOATTIVI
RADIAZIONI IONIZZANTI
CALCOLO E MODELLISTICA**

....



ENEA-INFO

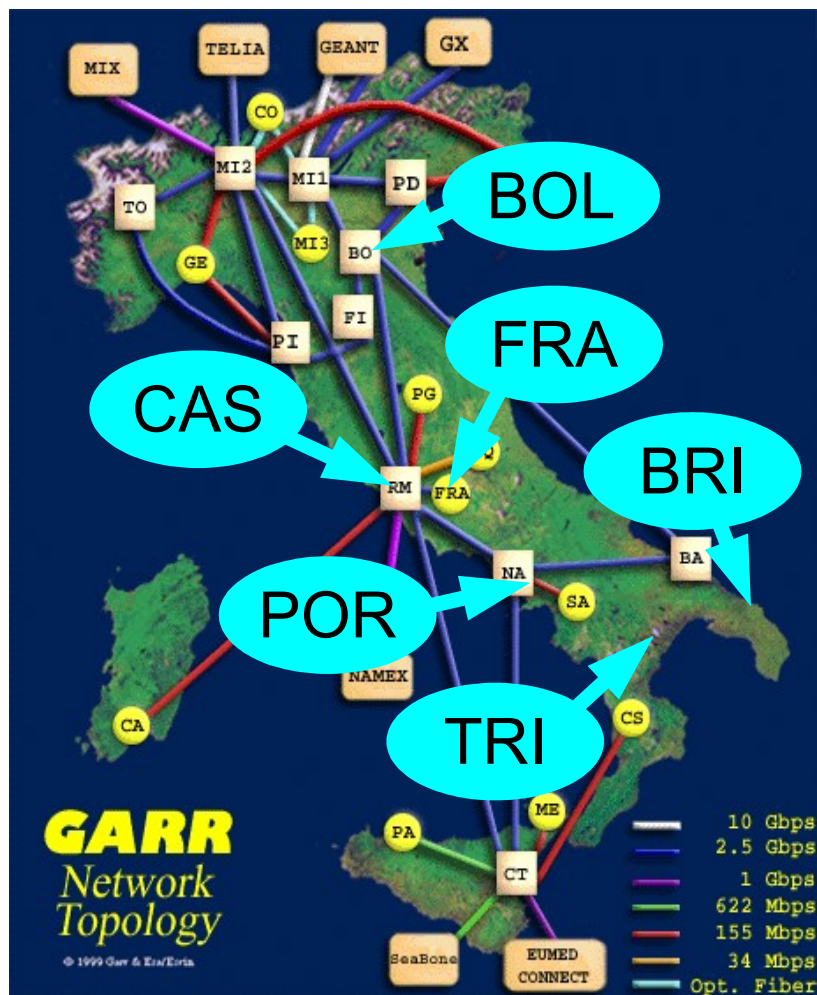
ENEA ha 12 centri di ricerca
in Italia

ENEA-INFO:
il servizio Centralizzato di
Informatica e Reti

6 Centri di Calcolo
Casaccia, Frascati,
Bologna, Trisaia, Portici,
Brindisi



ENEA-INFO



i 12 centri ENEA sono collegati tra loro utilizzando la RETE GARR

GARR è l'organizzazione che gestisce la connessione di rete in Italia tra gli enti di ricerca e le università.

ENEA GRID

ENEA GRID è un sistema integrato capace di rispondere ai seguenti obiettivi:

- mettere a disposizione un **sistema** capace di offrire i **servizi necessari al calcolo scientifico**.
- integrare l'insieme di risorse informatiche di ENEA-INFO, distribuite su molti siti.
- fornire un **ambiente di lavoro unificato** e **metodi di accesso omogenei** per tutti i ricercatori dell'ENEA indipendentemente dalla loro sede di lavoro.

Risorse di Calcolo in ENEA-GRID

Sistema Oper.	N°proc.	
AIX	428*	Frascati(384*),Bologna(8), Portici(18), Brindisi (2) (*) 192 attualmente in installazione
Linux 32	64	Frascati (28), Casaccia(24), Portici(4),Trisaia(4), Brindisi(4)
Linux 64	44	Casaccia (44)
IRIX	27	Frascati(8), Casaccia(4), Portici(1),Trisaia(8), Brindisi(1), Bologna(5)
Solaris	8	Trisaia(4), Casaccia(2), Bologna(2)
Windows	18	Frascati(6), Portici(4),Trisaia(4), Brindisi(4)
Mac OS X	27	Frascati(1), Trisaia(13)



Molti sistemi operativi: varie esigenze degli utenti

I servizi di ENEA GRID

Servizi per il calcolo scientifico:

- Sistemi per il calcolo
 - AIX, Linux (Alpha,x86,x86_64,IA64), IRIX, Mac OS X, Solaris
- Risorse 3D e il post-processamento grafico
 - SGI + 3D immersivo
- Risorse Software:
 - Codici commerciali e Codici di “ricerca”
 - Ambienti di sviluppo & analisi: IDL, Matlab, Mathematica, SAS
 - Applicazioni Windows

L'architettura di ENEA GRID

I componenti:

File system distribuito: **AFS/OpenAFS**

I dati e i programmi dell'utente sono accessibili allo stesso modo da tutti i sistemi a disposizione.

Gestore delle risorse: **LSF Multicluster**

L'utente usa gli stessi comandi per lanciare e monitorare l'esecuzione di un codice su tutti i sistemi.

Il gestore delle risorse ne ottimizza l'utilizzo.

Interfaccia grafica: **Java and Citrix Technologies**

Volendo l'utente può ricorrere ad un insieme di pannelli di comando e controllo, anche da Web.

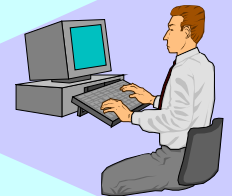
ENEA GRID: OpenAFS file system geografico

```
<bracco@sp4-1 ~/programmi%ls -lF
codice.c
codice.exe
dati.dat
documento.txt
libreria/
<bracco@sp4-1 ~/programmi%
```

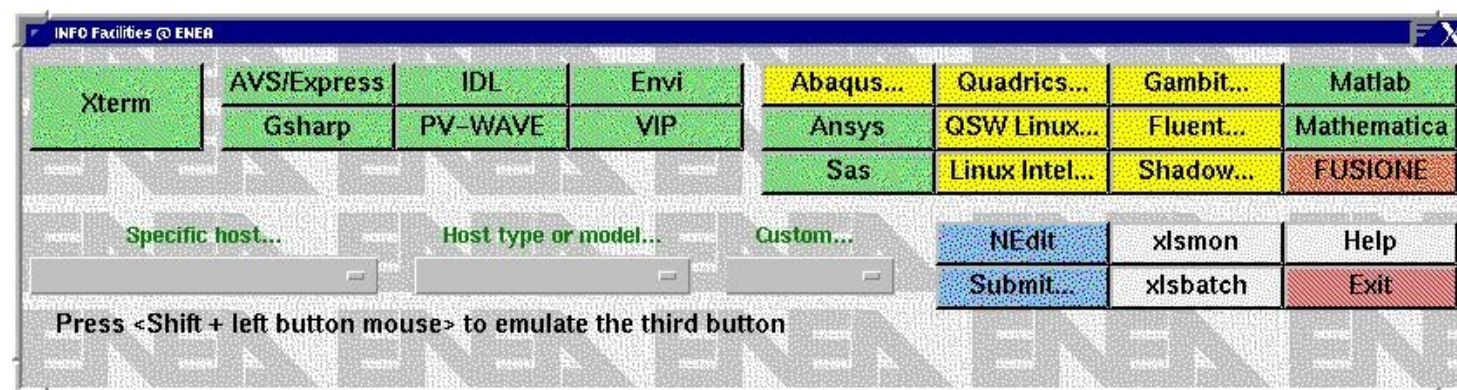
sp4-1; AIX Frascati

```
<bracco@campus3 ~/programmi%ls -lF
codice.c
codice.exe
dati.dat
documento.txt
libreria/
<bracco@campus3 ~/programmi%
```

campus3; Linux Portici

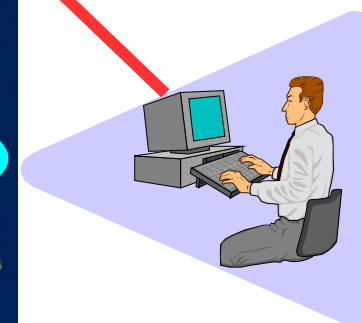


Interfaccia grafica utente

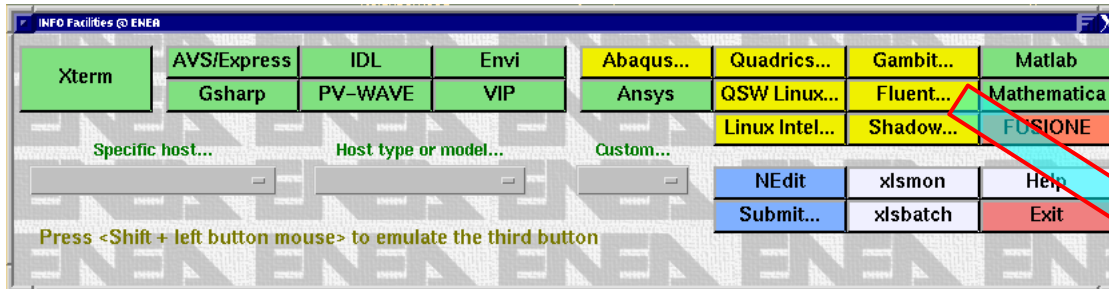


L'interfaccia grafica permette di accedere direttamente ai sistemi e alle risorse più utilizzate.

La tecnologia Citrix fornisce buone prestazioni anche in connessioni remote.



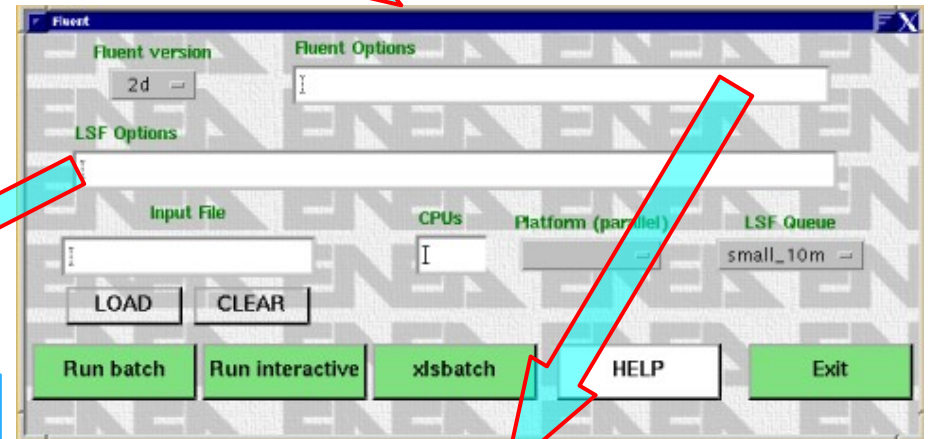
esempio: codice FLUENT



Pannello di richiedere la
sottomissione del codice
FLUENT

LSF Options

- o *filename.%J* - output file
- w "*done(idjob)*" - start after *idjob*
- u *e-mail userid* - output by E-mail
- b *begintime* - job start time
-



```
-cl following argument passed to fluent.  
-cxarg following argument passed to cortex.  
-cx host:plip2 connect to the specified cortex process.  
-driver [ gl | opengl | null | pex | sbx | x11 | xgl ],  
sets the graphics driver (available drivers vary by platform).  
-env show environment variables.  
-g run without gui or graphics.  
-gu run without gui.  
-gr run without graphics.  
-help this listing.  
-i journal read the specified journal file.  
-nocheck disable checks for valid license file and server.  
-post run a post-processing-only executable.  
-project x write project x start and end times to license log.  
-r list all releases.  
-rx specify release x.  
-v list all versions.  
-vx specify version x.  
-n no execute.  
-hcl following argument passed to fluent host.  
-loadx load app from host x.  
-manspa manually spawn compute nodes.  
-nel following argument passed to fluent node.  
-px specify communicator x.  
-pathx specify root path x to Fluent,Inc.  
-tx specify number of processors x.
```

ENEA GRID: monitoraggio dei job

xlshbatch information

Jobid

Users

Job status

Queues

Submission host

Run host

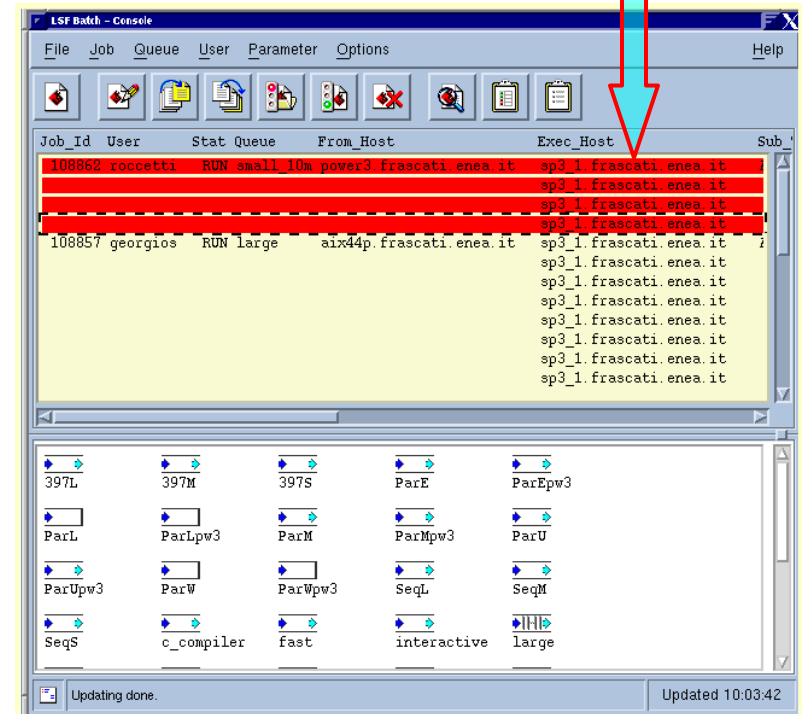
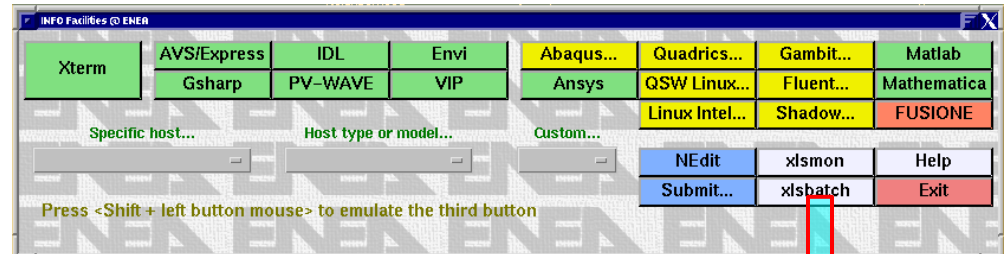
Submission time

Submission command

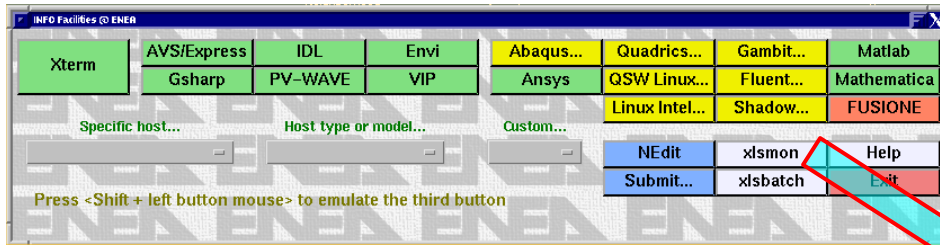
.....

Job status:

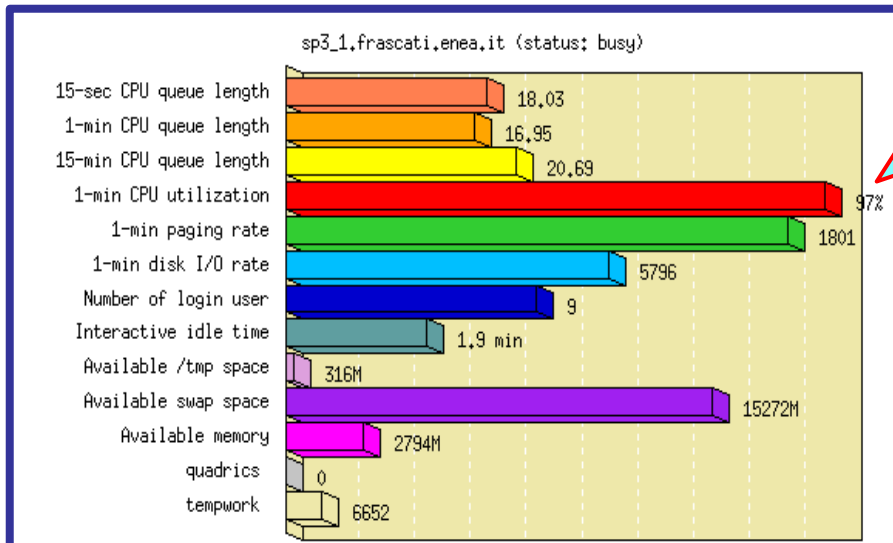
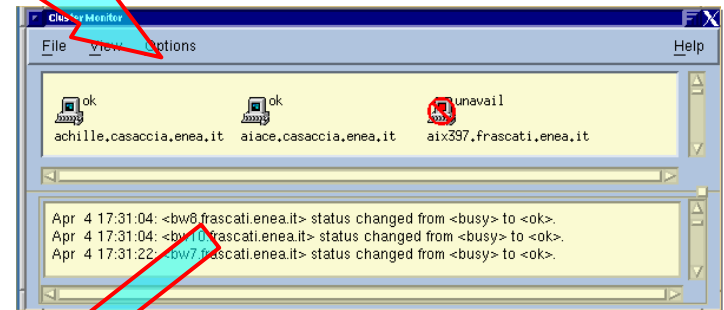
- ☒ running
- ☒ done
- ☒ exit
- ☒ zombi
- ☒ pending
- ☒ suspended
- ☒ unknown



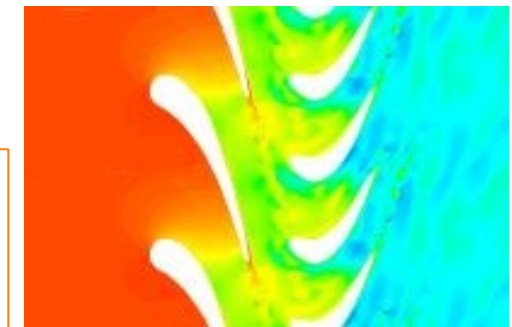
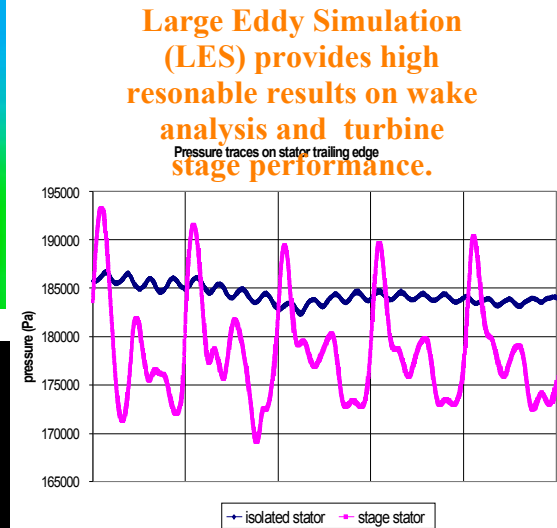
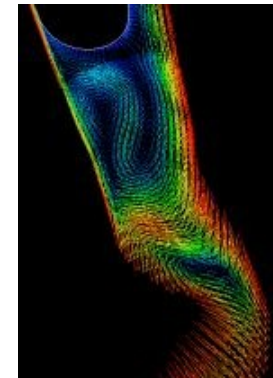
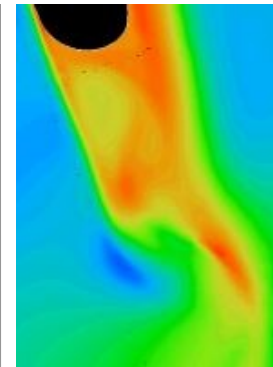
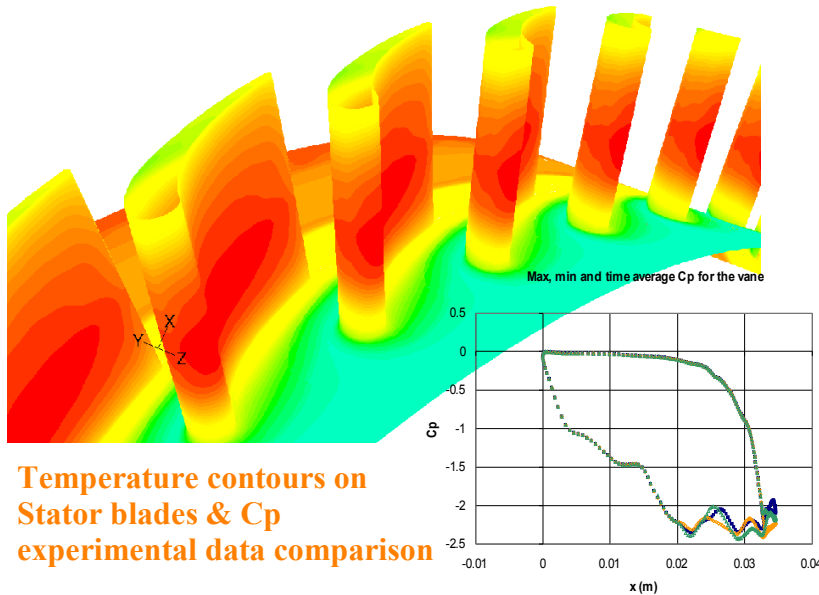
ENEA GRID: monitoraggio dei sistemi



Lo stato di un sistema di calcolo con gli strumenti di monitoraggio



3D CFD Simulation on Aircraft Axial Turbin Stage with Wake & Vortex Shedding Analysis on Turbine Blades [FLUENT]

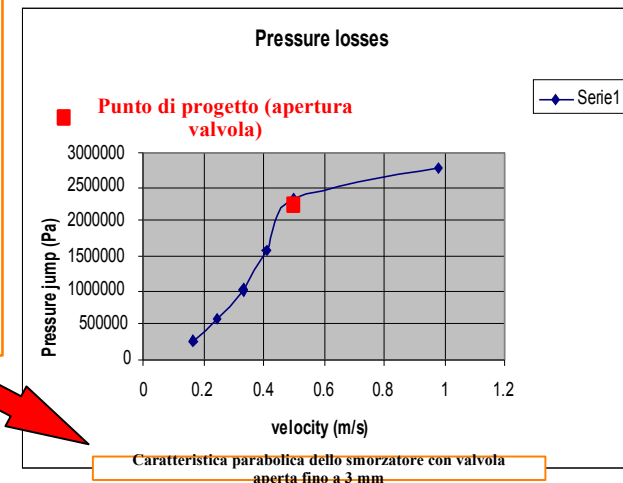
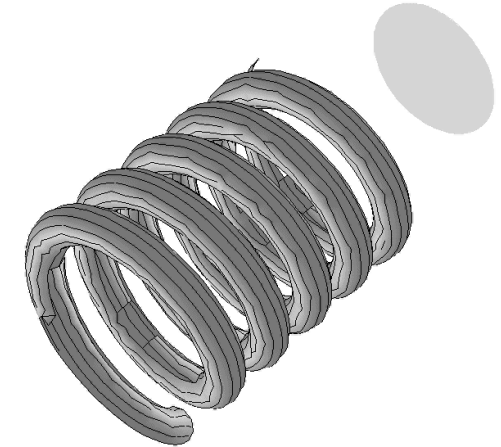
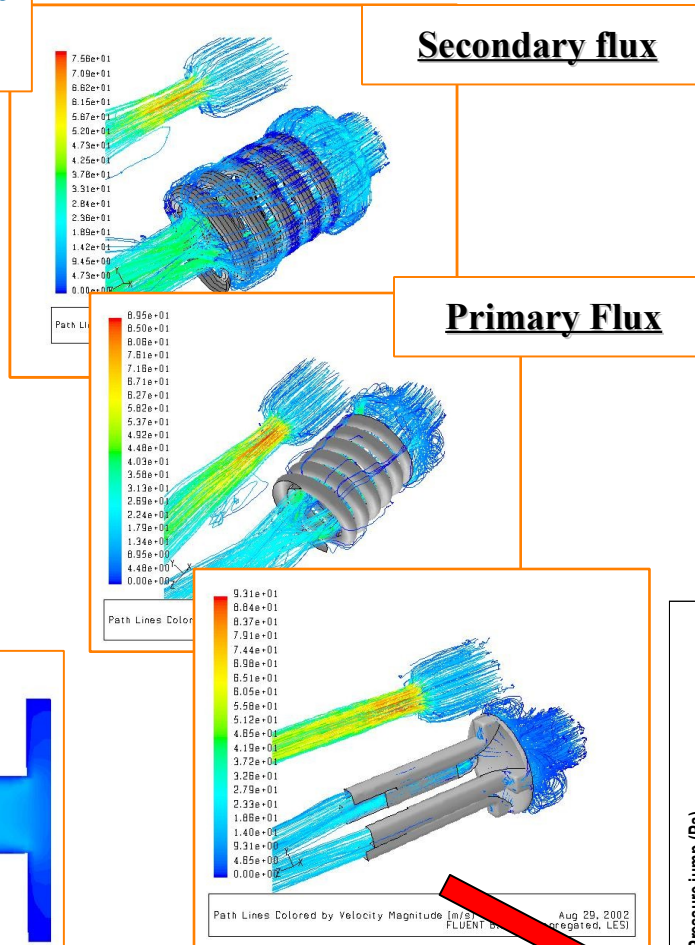
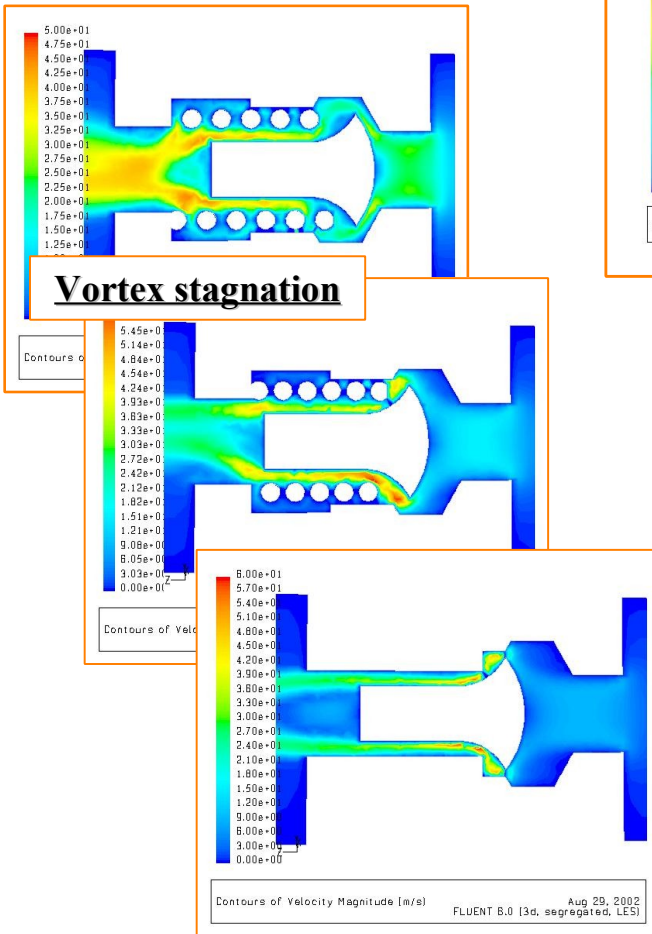


Temperature & wakes interactions

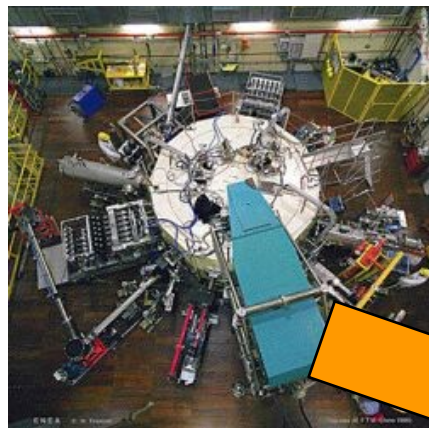
Mesh: 1 million cells
CPU Time: 6000 hours
Elapsed Time:
525 hours on
12 IBM SP3 platforms

Mesh: 600,000 cells
CPU Time: 960 hours
Elapsed Time: 130 hours
on 8 Linux platforms

CFD Analysis of a fluid dumper [FLUENT]

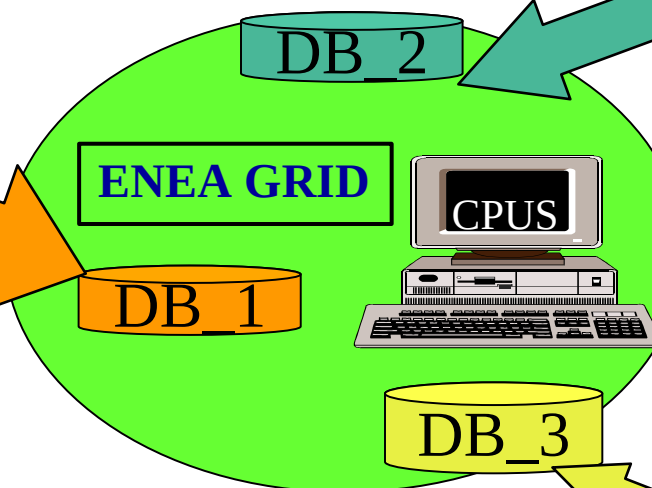
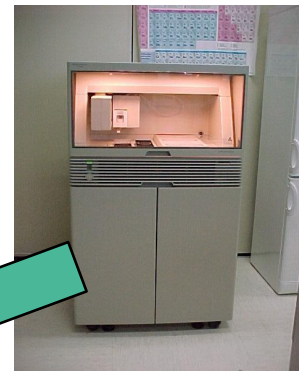


ENEA GRID e gli esperimenti



**Fusione nucleare
FTU
Frascati Tokamak Upgrade
acquisizione video**

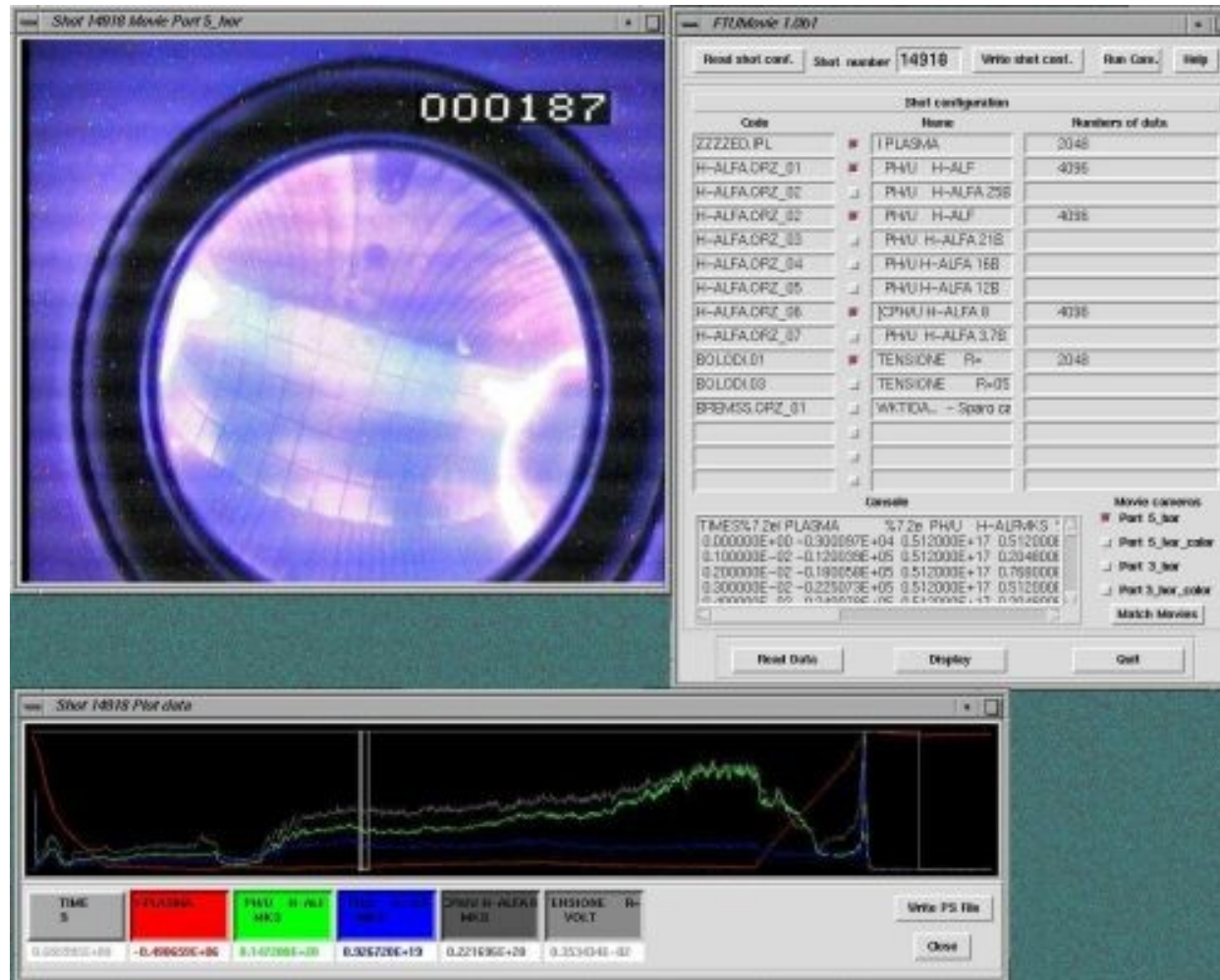
**sequenziatore DNA
(ABI Prism 3700)
Trisaia**



**Microscopio
elettronico (Brindisi)
300 Kev**



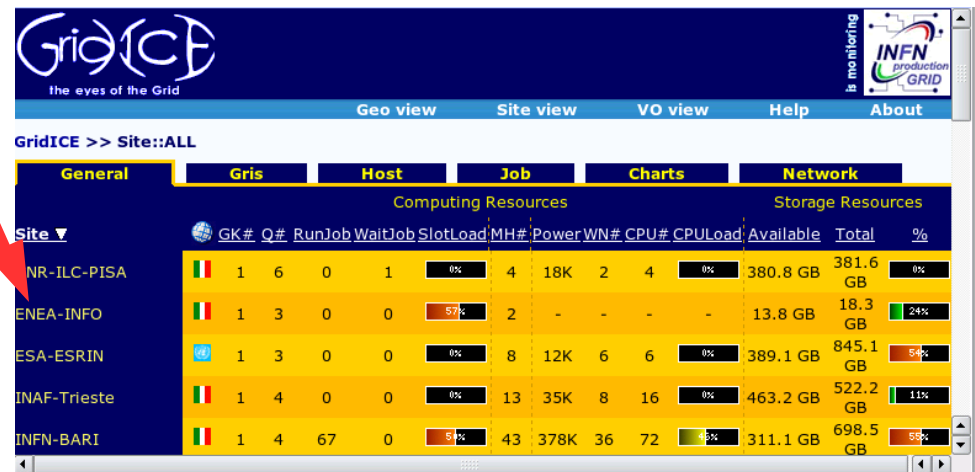
ENEA GRID: acquisizione immagini video sull'esperimento FTU



Progetti internazionali

Il progetto europeo EGEE (Enabling Grid for E-Science) è uno dei maggiori progetti di GRID Computing in Europa. (totale 170 siti, 17000 processori). ENEA partecipa ad EGEE e il sito ENEA-INFO è attualmente in funzione attraverso la realizzazione di **un sistema di interfaccia EGEE->ENEA GRID**. ENEA ha partecipato in passato a DATAGRID e parteciperà a EGEE2 e E-DEISA.

sito EGEE ENEA-INFO



<http://public.eu-egee.org/>

Risorse grafiche 3D in ENEA GRID

Sistemi per la grafica
“immersiva”



ENEA Frascati



ENEA Casaccia



ENEA Bologna