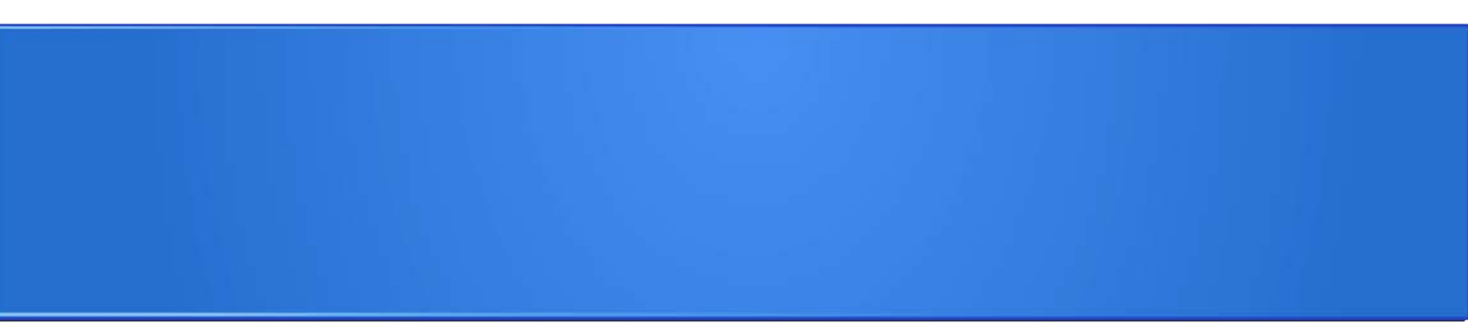




L'infrastruttura ENEA-GRID

caratteristiche, funzionalità, applicazioni

Ing. Fiorenzo Ambrosino, Ph.D.

ENEA – UTICT-HPC

C.R. Portici

24 Giugno 2013

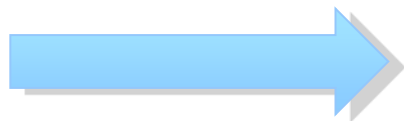
Sommario

- Panoramica sull'ENEA
 - L'Unità Tecnica ICT (UTICT)
- L'infrastruttura ENEA-GRID
 - I centri di Calcolo
 - La rete di interconnessione GARR
 - Componenti
- I sistemi HPC CRESCO
 - Overview
 - Architettura
- Utilizzo dell'ENEA-GRID
 - Accesso
 - Software & Tools
- Campi applicativi
 - ENEA-GRID e la Ricerca
 - ENEA-GRID e l'Industria
 - Casi di Studio

ENEA – Overview generale

L'ENEA è l'**Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile**. Le sue attività riguardano le seguenti tematiche:

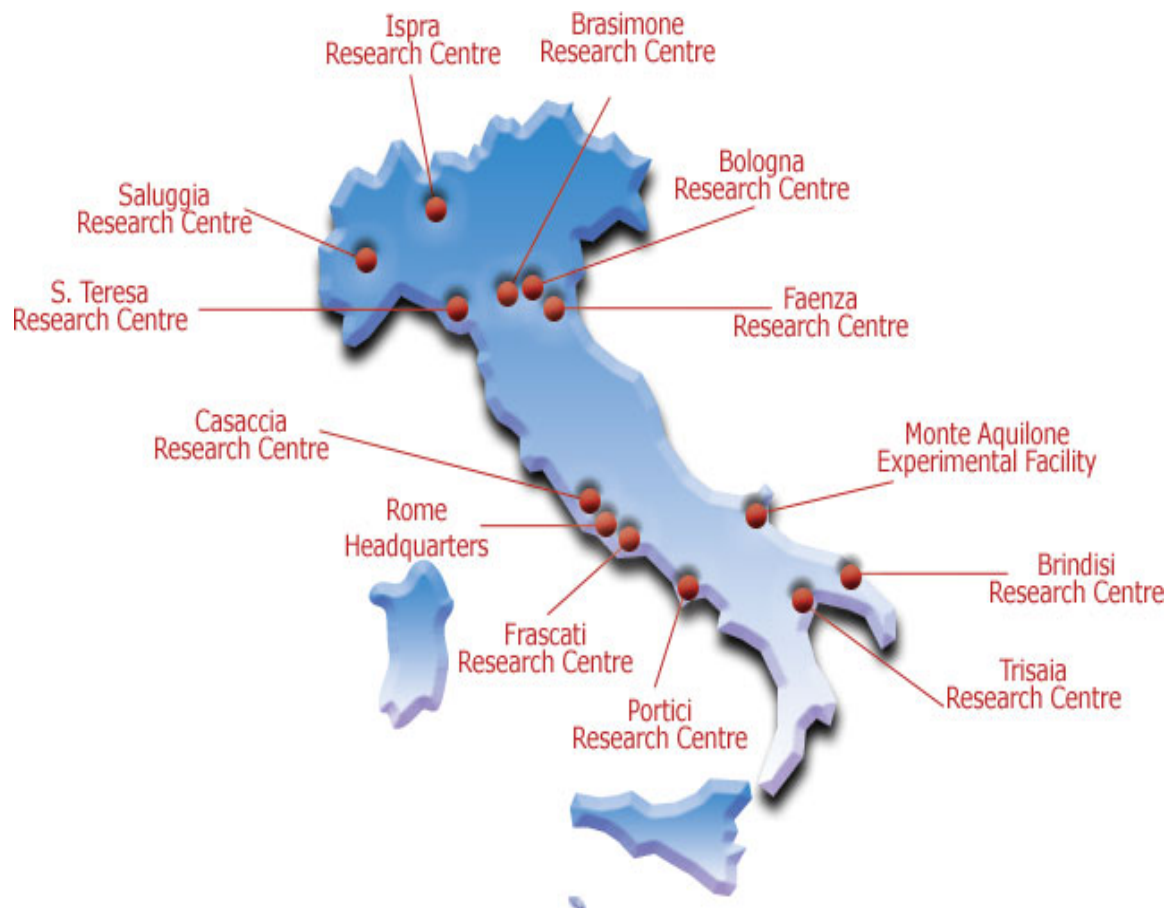
- Efficienza energetica
- Fonti rinnovabili
- Fusione e fissione nucleare
- Ambiente e clima
- Sicurezza e salute
- ***Nuove tecnologie***
- Ricerca di sistema elettrico



ICT

ENEA – Le sedi

- 13 sedi e Centri di Ricerca
- Uffici Territoriali
- Sede di rappresentanza a Bruxelles
- Circa 2.600 dipendenti



L'Unità Tecnica ICT

Circa 80 dipendenti dislocati nelle principali sedi dell'Agenzia.

Principali attività:

- Calcolo ad alte prestazioni, griglie computazionali, interoperabilità
- Modellistica per applicazioni scientifiche e industriali: energia, cambiamenti climatici, fluidodinamica, bioinformatica, materiali. Adattamento e porting di codici su piattaforme innovative
- Gestione di grandi database distribuiti
- Visualizzazione 3D
- Green computing e efficienza energetica nelle attività computazionali
- Reti di trasmissione dati ad alta banda e bassa latenza
- Applicazioni web-based
- E-learning e videocomunicazione
- Cloud Computing e servizi di virtualizzazione

ENEA-GRID

Overview

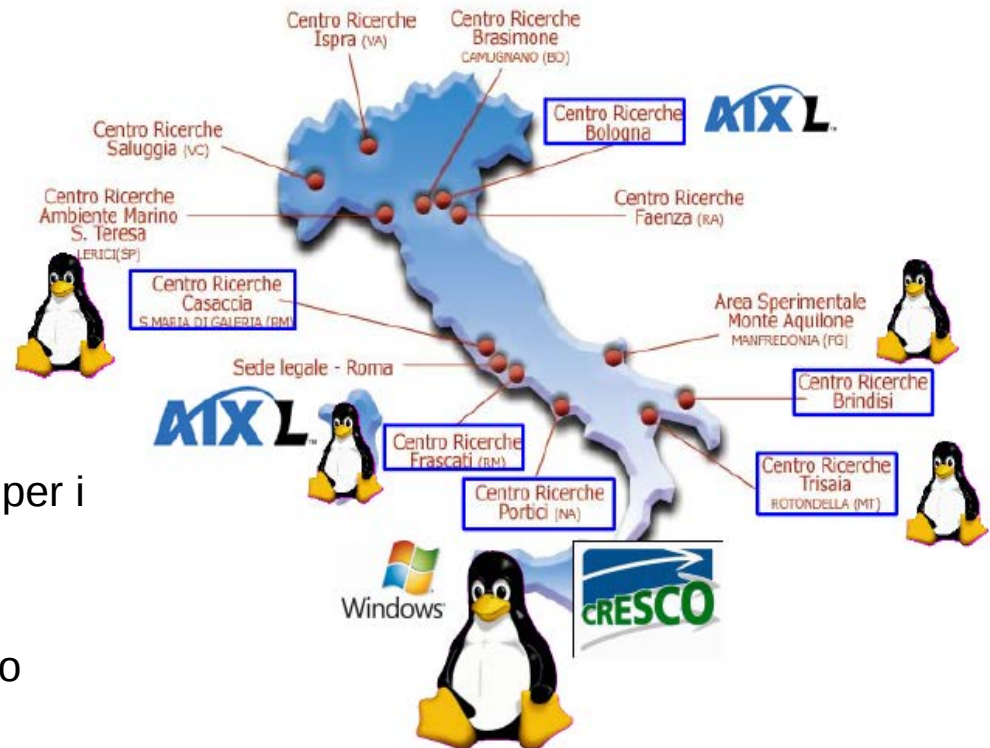
- L'ENEA ha 12 sedi di ricerca, di cui **6 sono centri di calcolo**

ENEA-GRID

Insieme dei centri di calcolo
ENEA interconnessi tra loro
dalla rete GARR

Caratteristiche:

- Ambiente unificato e accesso omogeneo per i ricercatori ENEA e per i loro collaboratori
- Utilizzo ottimizzato delle risorse
- Sistemi multi-piattaforma per calcolo seriale e parallelo (HPC)



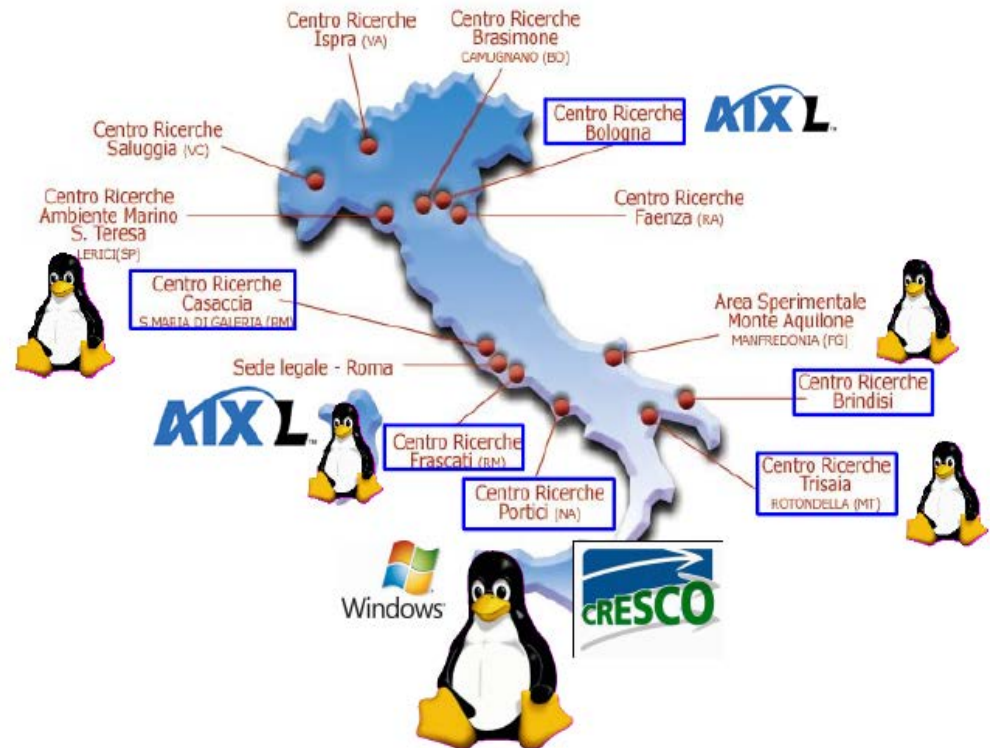
ENEA-GRID

Overview

- L'ENEA ha 12 sedi di ricerca, di cui **6 sono centri di calcolo**

Potenza di calcolo:

- Portici: > 5000core; ≈ 50Tfps
- Frascati: ≈ 500core; ≈ 5Tfps
- Casaccia: ≈ 200core; ≈ 2Tfps
- Brindisi: ≈ 100core; ≈ 1Tfps
- Trisaia: ≈ 20core;
- Bologna: ≈ 100core; ≈ 1Tfps

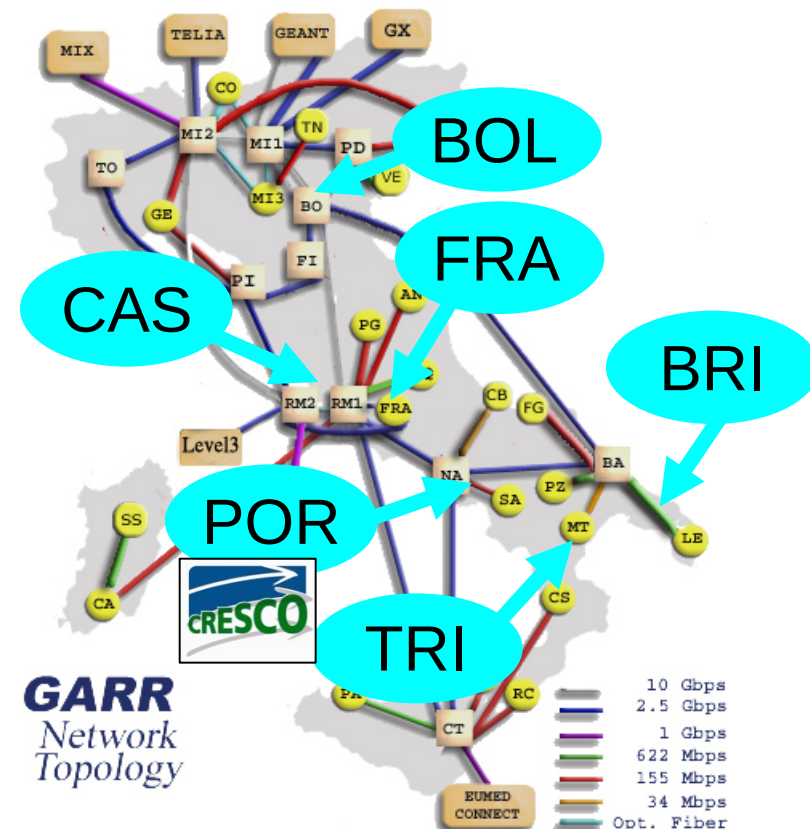


ENEA-GRID

La rete di interconnessione

- Connessione WAN fornita dal GARR – Consorzio che fornisce la rete telematica alle università e ai centri di ricerca
- 9 PoP, 150-2000 Mbps

Brindisi	150 Mb/s
Bologna	1000 Mb/s
Casaccia	1000 Mb/s
Frascati	1000 Mb/s
Portici	2000 Mb/s
Trisaia	200 Mb/s



ENEA-GRID

Overview

L'utenza di ENEAGRID

~200 utenti che sottomettono job seriali o a parallelismo contenuto e ~50 utenti che sottomettono job HPC altamente paralleli.

Gli ambiti applicativi a cui afferiscono i principali utenti sono:

- fluidodinamica della combustione
- chimica computazionale
- simulazioni climatiche
- analisi della diffusione degli inquinanti nell'atmosfera
- tecnologie nucleari
- fluidodinamica per l'aereospazio
- fisica della fusione nucleare

ENEA-GRID

Componenti

Componenti strutturali “maturi” per garanzia di affidabilità e semplicità di gestione, sistemi hardware e software:

- **Autenticazione:** Kerberos 5

- **File systems:**

- AFS/OpenAFS file system geografico
- GPFS: file system parallelo

- **Gestore delle risorse:** scheduler LSF Multicluster

ENEA-GRID

Kerberos

Progettato da MIT per protezione dei dati

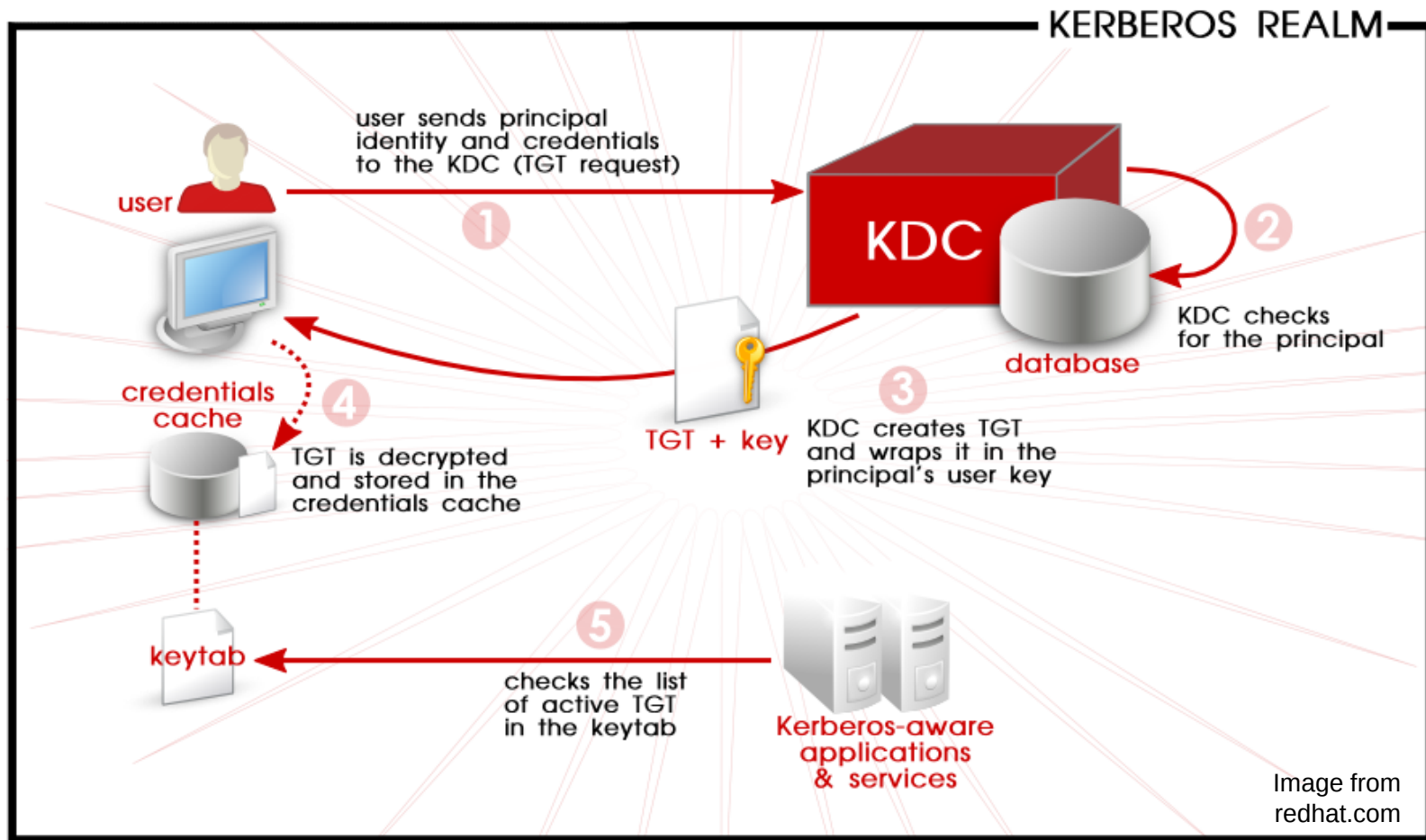
Kerberos si basa sul protocollo di Needham-Schroeder. Utilizza una terza parte affidabile per centralizzare la distribuzione delle chiavi detta Key Distribution Center (KDC), che consiste di due parti separate logicamente: l'Authentication Server (AS) e il Ticket Granting Server (TGS). Kerberos funziona utilizzando dei "biglietti" (detti ticket) che servono per provare l'identità degli utenti.

L'AS mantiene un database delle chiavi segrete; ogni entità sulla rete — che sia un client o un server — condivide la chiave segreta solo con l'AS. La conoscenza di questa chiave serve per provare l'identità di un'entità. Per comunicazioni tra due entità, Kerberos genera una chiave di sessione, che può essere utilizzata dai due terminali per comunicare.

Non necessita che la rete sia sicura

ENEA-GRID

Kerberos



ENEA-GRID

AFS file system

File system AFS / OpenAFS

AFS (Andrew File System) è un file system distribuito che permette l'accesso a files o directory residenti su macchine connesse in rete locale e geografica.

La struttura e i meccanismi di indirizzamento di AFS consentono la creazione di file system distribuiti su un gran numero di nodi che possono risiedere in siti geografici diversi.

I comandi di AFS consentono un accesso semplice, soprattutto per coloro che conoscono l'ambiente Unix, rapido ed efficiente.

AFS si basa sul modello client/server; i dati sono memorizzati su una o più macchine server e vengono trasferiti alle macchine client (cached) soltanto quando vengono richiesti. Da questo momento in poi, tutte le modifiche sono eseguite sulla copia locale e sono riportate sul server solo alla chiusura del file.

In AFS viene definita "cell" un'unità amministrativa autonoma che generalmente coincide con il dominio TCP/IP (la cell Enea è «enea.it»)

ENEA-GRID

AFS file system

File system AFS / OpenAFS

Autenticazione tramite Kerberos

(tokens, klog, unlog, kpasswd)

Il file system di AFS usa una struttura gerarchica ad albero, simile a quella di Unix, in cui ogni pathname inizia con /afs seguito dal nome della cella

in ENEA il path iniziale è /afs/enea.it/

AFS divide le partizioni in sottosezioni chiamate volumi. Un volume quindi contiene un sottoalbero di directory e di files.

Affidabilità e disponibilità, AFS fornisce la possibilità di duplicare i volumi su più macchine server

Cache Manager

ENEA-GRID

AFS file system

File system AFS / OpenAFS

Protezione file e permessi di accesso (Access Control List):

owner-name:group-name è la key che identifica l'utenza

7 diritti di accesso associati alla directory:

READ (r)

LOOKUP (l)

INSERT (i)

DELETE (d)

WRITE (w)

ADMINISTER (a)

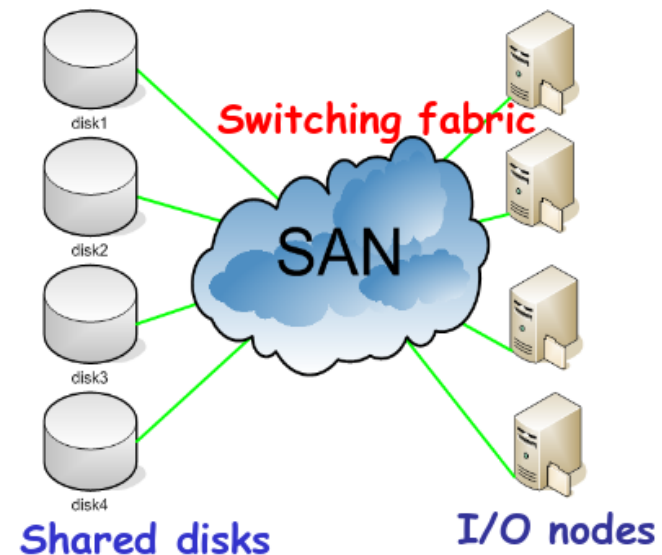
LOCK (k)

ENE-GRID

GPFS file system

GPFS= General Parallel File System
IBM's shared-disk, parallel cluster file system.

- *Cluster*: 1..8192 nodes (4100 tested), fast reliable communication, common admin domain
- *Shared disk*: all data and metadata on disk accessible from any node through disk I/O interface (i.e., "any to any" connectivity)
- *Parallel*: data and metadata flows from all of the nodes to all of the disks in parallel
- *RAS*: reliability, accessibility, serviceability
- *General*: supports wide range of HPC application needs over a wide range of configurations



ENEA-GRID

GPFS file system

GPFS – caratteristiche dell'implementazione ENEA-GRID:

Connessione Infiniband (IB)

4x DDR – 20 Gb/s

Storage DDN – 500 Gb SATA disks – 180 Tb RAW

Storage DDN2 – 2 Tb SATA disks – 120 Tb RAW

ENEA-GRID

LSF Scheduler

LSF – Resource Manager

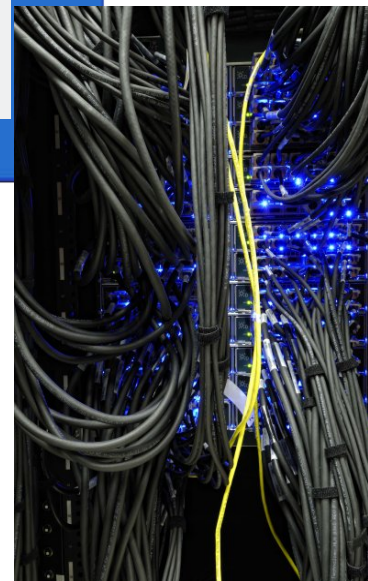
LSF (Load Sharing Facility) è il software che si occupa di distribuire i job sull' ENEA-GRID. Più in generale svolge mansioni di gestione e monitoraggio delle risorse, dei job utente, accounting ed altro.

Abbina i «produttori» di risorse (hardware e software) alle richieste dei «consumatori» (utenti).

Permette di vedere tutte le risorse in modo astratto, nascondendo la complessità agli utenti.



- Progetto ENEA in collaborazione con il MIUR, nell'ambito dei PON 2000-2006
- Dal progetto è stato implementato un sistema di calcolo HPC nel C.R. **Portici** (NA):
 - È un sistema general purpose multi-core (>3000) che utilizza la tecnologia x86_64
 - In funzione dalla primavera del 2008
#128 in Top500 Giugno2008 (#2 tra gli italiani)
- Successivamente sono stati implementati altri cluster Cresco anche in altri centri di calcolo (**Brindisi, Frascati, Casaccia**)



Website: <http://www.cresco.enea.it>

I cluster Cresco

CRESCO1 & 2 -
Portici (NA)

CRESCO3 -
Portici (NA)

CRESCO4 -
Portici (NA)



CRESCOF -
Frascati (RM)

CRESCOC -
Casaccia (RM)

CRESCOB -
Brindisi (BR)

CRESCO1 & 2

Architettura

Tre sezioni

Sezione 1 – large memory (672 core)

- 42 nodes IBM x3850/x3950-M2, 4 Xeon Quad-Core Tigerton E7330 processors (2.4GHz/1066MHz/6MB L2), 32/64 GB RAM
- 4 coupled nodes with 64 cores/256 GB RAM
- 2 coupled nodes with 32 cores/128 GB RAM)

Sezione 2 – high salability (2720 core)

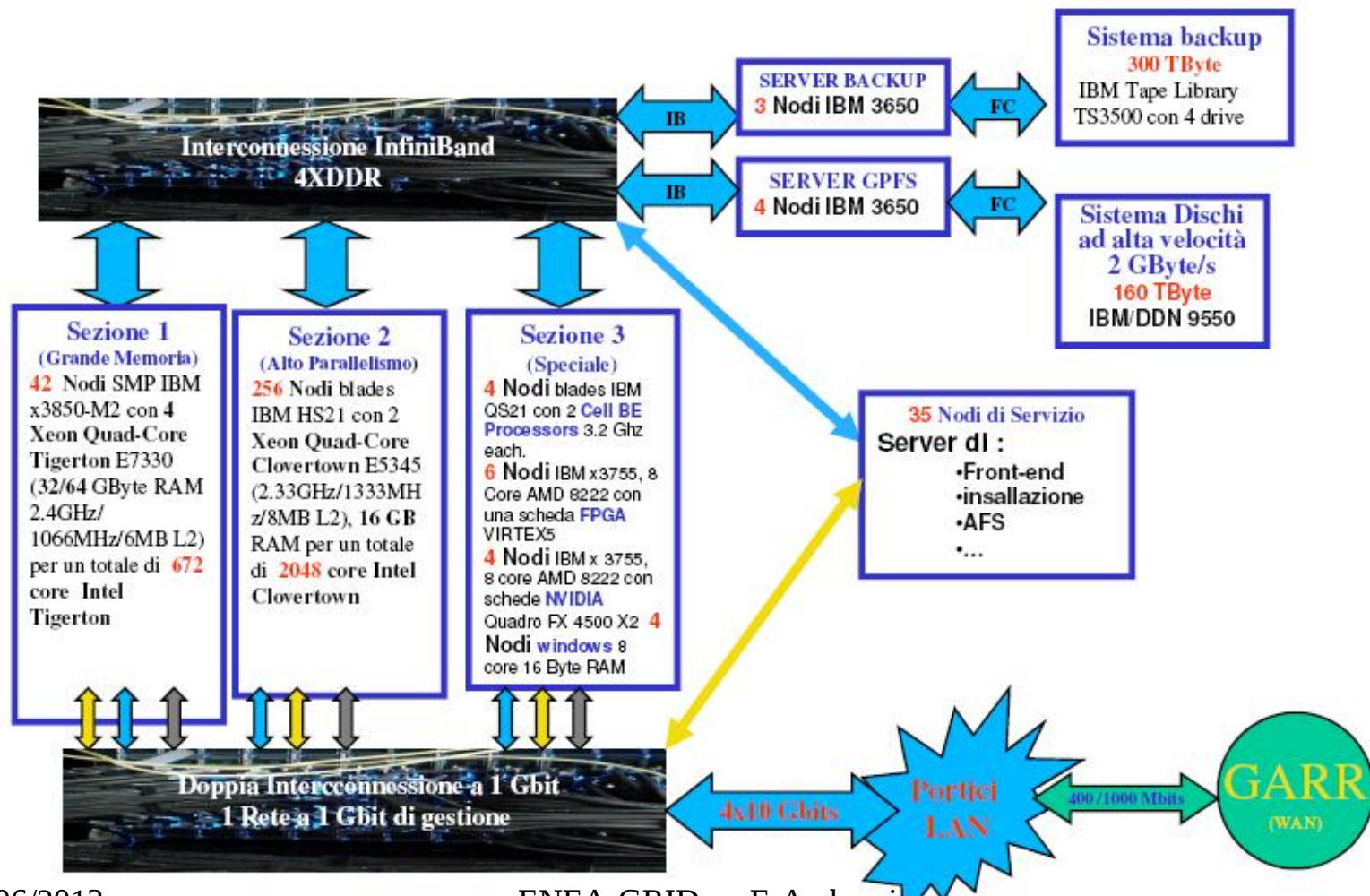
- 256 blades IBM HS21, Xeon Quad-Core Clovertown E5345 processors (2.33GHz/1333MHz/8MB L2), 16 GB RAM
- 56 blades IBM HS21, Xeon Quad-Core Nehalem E5530 processors (2.53GHz/8MB L3)), 16 GB RAM
- 28 blades IBM HS21, Xeon Quad-Core Westmere E5620 processors (2.40 GHz/12MB L3)), 16 GB RAM

Sezione 3 – experimental

- 4 blades IBM QS21, 2 Cell BE Processors 3.2 Ghz
- 1 nodes IBM x3755, 4 sockets AMD Dualcore 8222, FPGA VIRTEX5 LX330
- 4 node IBM x 3755, 4 sockets AMD Dualcore 8222, NVIDIA Quadro FX 4500 X2 video card
- 2 nodes E7118, 2 sockets Intel Xeon Quad-Core E5620, NVIDIA TESLA S2050 (4 GPU).

CRESCO1 & 2

Architettura

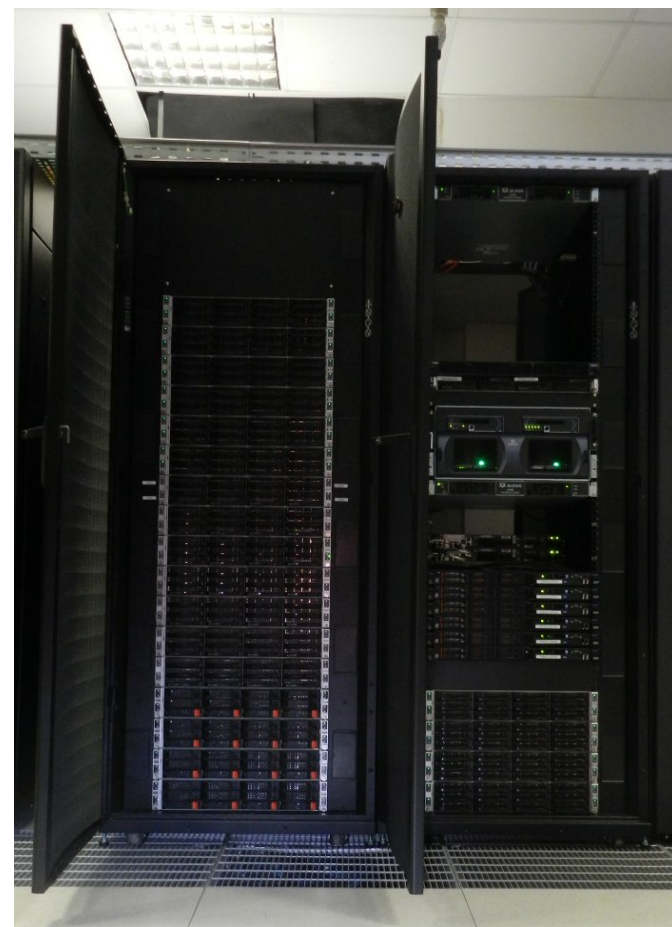


CRESCO 3

Il cluster CRESCO 3 di Portici è un sistema di calcolo costituito da 84 server con le seguenti caratteristiche:

- 2 socket AMD® con processori Opteron® Opteron 6234TM
- 12 cores 2.4 GHz 64 GB/RAM
- 1 disco 500GB SATA II
- Interfaccia IB QDR
- Due interfacce GEthernet
- 1 scheda video
- Supporto BMC/IPMI 2.0 e software per la gestione remota della console

Si hanno a disposizione un totale di 2016 core connessi tra loro da una rete a bassa latenza basata su Infiniband 4xQDR a 40 Gbps gestita da uno switch Qlogic 12800.

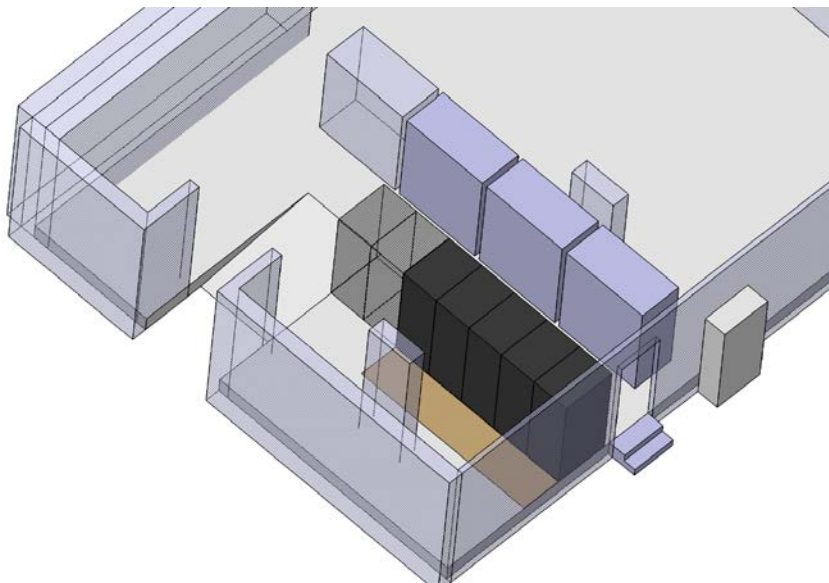


CRESCO 4

Incrementi Infrastrutturali **futuri**:

CRESCO 4

304 computing nodes Intel E2670, 2.6 GHz, 4864 cores
5 Racks for computing nodes, 1 network rack



CRESCOB

Cluster di Brindisi

Il cluster CRESCO di Brindisi è un sistema di calcolo costituito da 6 server, di cui una macchina di front-end e 5 nodi di calcolo.

Le caratteristiche delle due tipologie di macchine sono le seguenti:

Front-end

`brindisi-fg1.brindisi.enea.it`

2 socket con processori Intel Xeon E5405 2.00GHz 24 GB di RAM

1 disco 160GB SATA

Due interfacce GEthernet

1 scheda video

Nodi di calcolo

`crescobX.brindisi.enea.it`, dove X va da 1 a 5

4 socket con processori Intel Xeon X7350 2.93GHz 64 GB di RAM

1 disco 145GB SATA

Due interfacce GEthernet

1 scheda video

Si hanno a disposizione un totale di 88 core, dei quali 80 dedicati al calcolo, connessi tra loro da una rete Gigabit Ethernet.

CRESCOC

Cluster di Casaccia

Il cluster CRESCO di Casaccia è un sistema di calcolo costituito da 16 server con le seguenti caratteristiche:

- 2 socket AMD® con processori Six-Core Opteron® 2427
- per un totale di 12 cores per nodo 2.2 GHz 32 GB/RAM
- 1 disco 250GB SATA II
- Interfaccia IB
- Due interfacce GEthernet
- 1 scheda video
- Supporto BMC/IPMI 2.0 e software per la gestione remota della console

Si hanno a disposizione un totale di 192 core connessi tra loro da una rete a bassa latenza basata su Infiniband.

Il sistema sarà dotato anche di un file system GPFS.

CRESCOF

Cluster di Frascati

Il cluster CRESCO di Frascati è un sistema di calcolo costituito da 20 server con le seguenti caratteristiche:

- 2 socket AMD® con processori Opteron® Magny Cours 6174MS 12 cores 2.2 GHz 64 GB/RAM
- 1 disco 250GB SATA II
- Interfaccia IB QDR
- Due interfacce GEthernet
- 1 scheda video
- Supporto BMC/IPMI 2.0 e software per la gestione remota della console

Si hanno a disposizione un totale di 480 core connessi tra loro da una rete a bassa latenza basata su Infiniband 4xQDR a 40 Gbps.
Il sistema sarà dotato anche di un file system GPFS.

Utilizzo dell'ENEA-GRID

Accesso

Accesso via FARO/NX

FARO è un portale web scritto inJava che utilizza la tecnologia NX per accedere ad ENEA-GRID.

Per questo, e' necessario inserire le proprie credenziali per visualizzare l'interfaccia ed iniziare la propria sessione di lavoro.

The screenshot displays the ENEA-GRID website interface. At the top, there is a navigation bar with links: FARO-TEST, AFS Password Changer, Ticket System, WARC & AMACA, Contatti, Riservato, Area Progetti, and CERCA. Below this, logos for ENEA, UNIONE EUROPEA, CRESCO, PONTI, and Ministero dell'Università e della Ricerca are visible. The main content area is divided into sections: 'Il Progetto' (Elaborato Progettuale), 'Linea di Attività 1' (Polo di calcolo e GRID computing), 'Linea di Attività 2' (Sistemi complessi e materiali innovativi), and 'Linea di Attività 3' (Reti tecnologiche complesse). A central banner for 'CRESCO: Centro computazionale di RicErca sui Sistemi Complessi ENEA GRID UTICT' features a red circle highlighting two options: 'ENEA-GRID Web Access (Portici)' and 'ENEA-GRID Web Access (Frascati)'. Other links include 'Helpdesk e How To' and 'Documentazione sull'utilizzo dei clusters CRESCO'. The left sidebar contains 'NEWS' (Intervento di G. PONTI, Online il nuovo sito UTICT, ENEA @ SuperComputing 2010, ENEA-GRID e FARO Client Port Tester, FARO: l'accesso web ad ENEA-GRID) and 'All News'. The right sidebar lists 'CONTATTI' (Contattaci!, Come arrivare, Contatti, Elenco ENEA (intranet)), 'SIAMO ANCHE SU' (LinkedIn), and 'STRUMENTI E SERVIZI' (CERCA, Help Desk e How To, Accedi a FARO, ENEA-GRID Port Tester, AFS Password Changer, ENEA-GRID ticketing system, Cresco/Grid Jobs Monitor, Upload/Download File, ENEA-GRID Status, ENEA Web GRID Access, Accesso a WARC e AMACA, Videoconferenza). At the bottom, there is a section for 'Registrazioni Corsi e Seminari CRESCO' and a photo of the 'Inaugurazione CRESCO' event.

Utilizzo dell'ENEA-GRID

Accesso

Accesso via ssh

La tecnologia client/server ssh (secure shell) è uno standard molto diffuso.

Il protocollo di comunicazione è cifrato.

Il collegamento avviene verso macchine dedicate (front-end) aperti verso la rete sia interna Enea che esterna.

Utilizzo dell'ENEA-GRID Tools

Strumenti per la gestione dell'infrastruttura, per il monitoring, per l'accesso ai dati, etc..

La maggior parte sono accessibili attraverso il sito del progetto CRESCO: www.cresco.enea.it

Alcuni esempi:

- Ticketing system;
- WARC
- Jobrama
- Okbox
- Video conferenza

ENEA-GRID e la Ricerca

Requisiti:

- Potenza di calcolo: alte performance / alto throughput
- Progettato secondo lo stato dell'arte per sistemi di calcolo ad alte prestazioni
- Ambiente utente sicuro, affidabile e stabile
- Supporto utenti

ENEA-GRID e la Ricerca

- Collaborazioni con le più importanti Università Italiane e Centri di Ricerca
- *(esempi di tematiche)*
 - Chimica computazionale
 - Fusione nucleare, stabilità del plasma
 - Simulazione climatiche, meteorologiche, oceaniche
 - Analisi e studio di dinamiche per l'inquinamento atmosferico
 - Simulazioni di fluidodinamica
 - Combustione
 - etc...

ENEA-GRID e l'Industria

Requisiti:

- Gestione delle licenze:
Accesso a codici proprietari e requisiti di certificazione
- Ridurre il tempo di simulazione
- Sinergia e interoperabilità tra codici proprietari e open source (e.g., Fluent vs OpenFOAM)
- Sicurezza e tracciabilità
- Privacy e “protezione dell'intelligenza”

ENEA-GRID e l'Industria (esempi)

- **AVIO**
Gruppo internazionale leader nella progettazione e produzione di componenti e sistemi per la propulsione aerospaziale
- **AnsaldoEnergia / AnsaldoRicerche**
Prodotti innovativi nell'ambito della produzione di energia elettrica e termica
- **AAPS Informatica**
Società nell'ICT che offre servizi nel campo pubblico e privato
- **CETMA**
Centro di Progettazione, Design e Tecnologia dei Materiali

ENEA-GRID e l'Industria AVIO



Ariane 5



Vega



Ariane 5

**criogenic
propulsion**



Aster

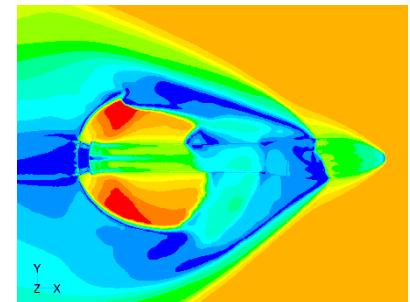
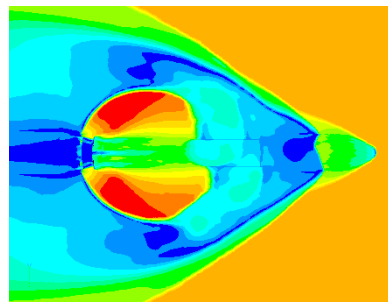
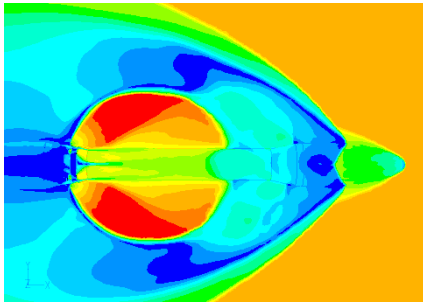
Gruppo internazionale leader nella
progettazione e produzione di
componenti e sistemi per la propulsione
aerospaziale



ENEA-GRID e l'Industria AVIO

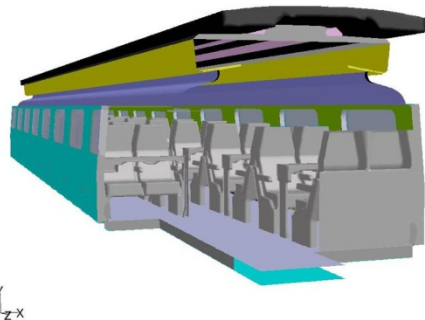
- Caso di studio: ***Analisi con Codici di Fluidodinamica (CFD) per la separazione della prima parte del lancio di VEGA***
- Dieci simulazioni 3D con flusso di turbolenza usando il codice Fluent sulle risorse computazionali in ENEA-GRID

Celle di calcolo	Tempo macchina per 1 CFD [gg]		Guadagno tempo [%]
	AVIO hardware (4CPU)	ENEA Grid (16CPU)	
2,000,000	55	30	45%



ENEA-GRID e l'Industria CETMA

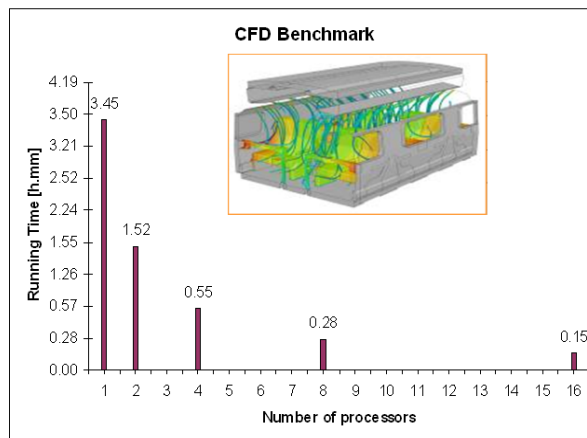
- Caso di studio: ***Analisi di fluidodinamica sui condotti termici in una carrozza di treno***



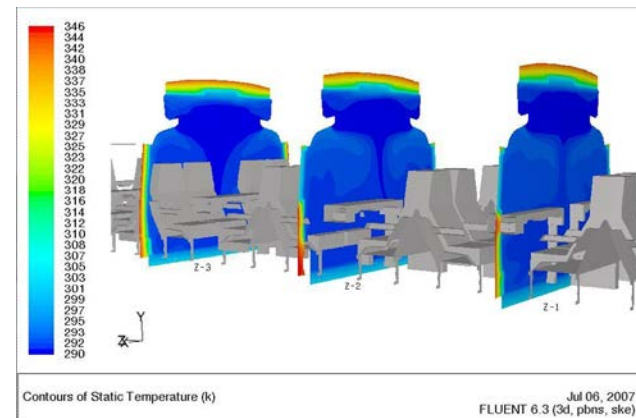
Grid

May 30, 2007
FLUENT 6.2 (3d, segregated, ske)

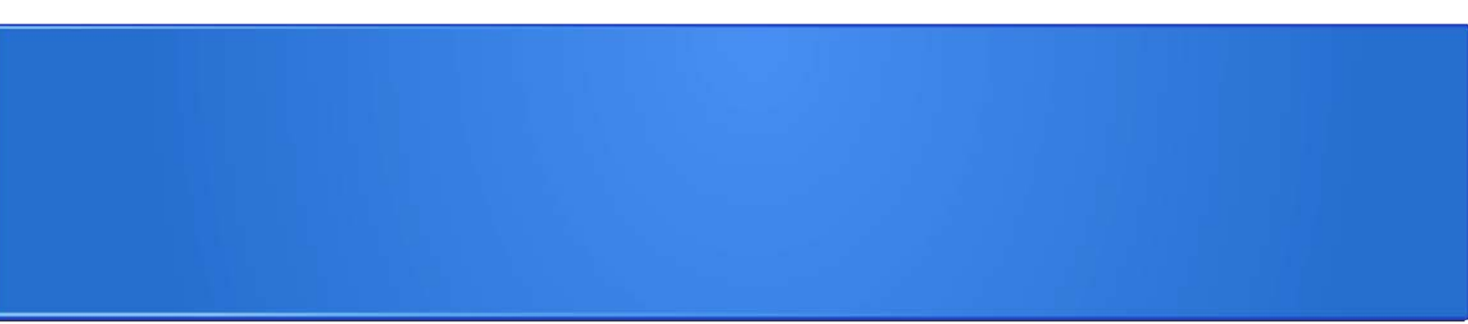
**Modello CFD
3D**



**HPC: scalabilità del tempo di esecuzione
all'aumentare del numero di processori**



Diffusione della temperatura dell'aria



**Grazie per la cortese
attenzione!**

Ing. Fiorenzo Ambrosino, Ph.D.
ENEA – UTICT-HPC

<http://www.afs.enea.it/ambrosino>
fiorenzo.ambrosino@enea.it