

Uso di griglie computazionali per il calcolo degli esperimenti LHC

Claudio Grandi

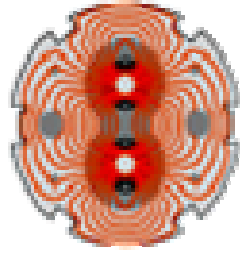
INFN - Bologna

Outline

- Le problematiche del calcolo ad LHC
- Griglie Computazionali (*GRID*)
- I progetti GLOBUS e Condor
- I progetti di sviluppo del *middleware* per HENP
- LHC Computing Grid (LCG)



Le problematiche del calcolo ad LHC



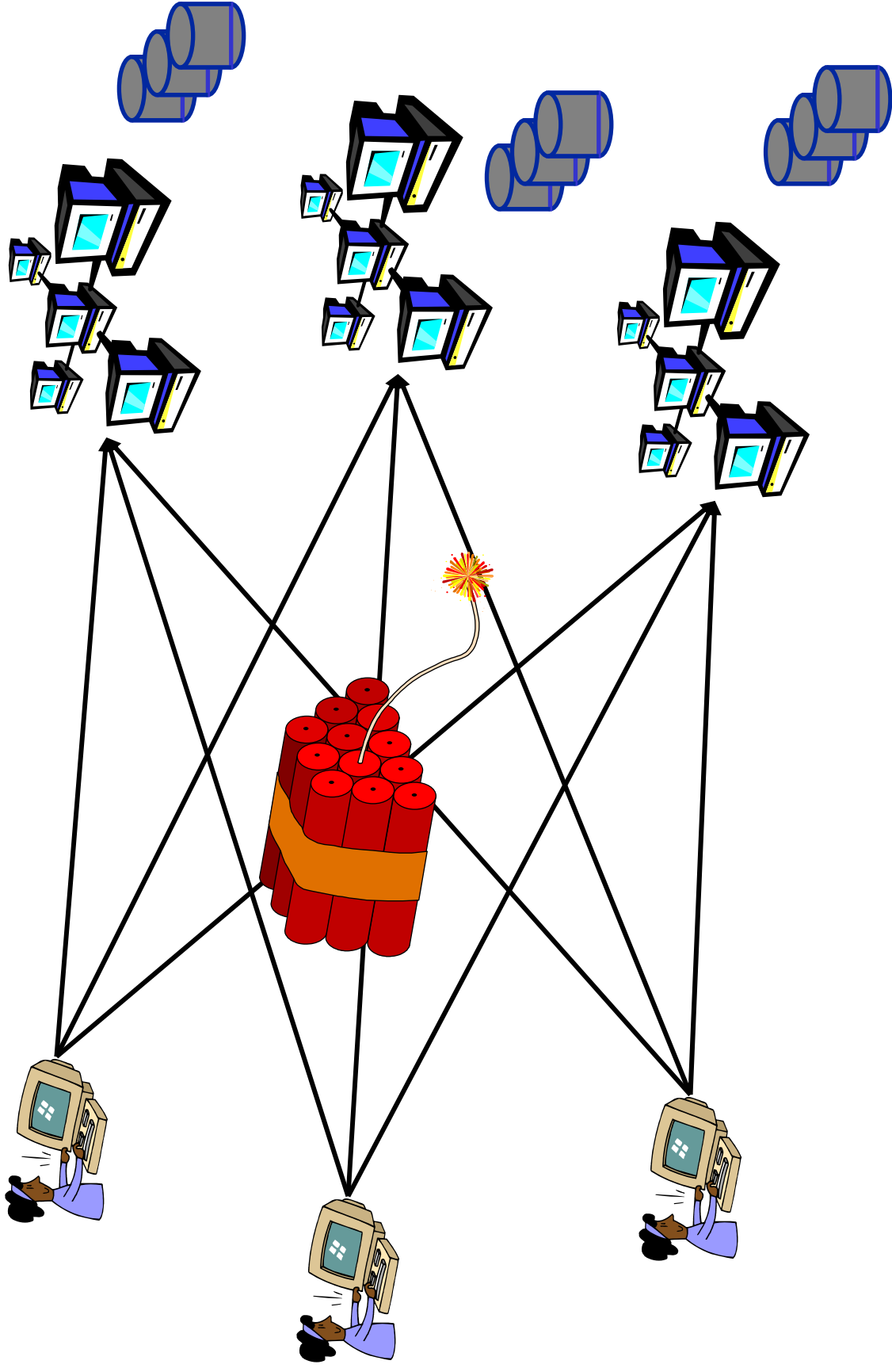
Gli esperimenti LHC sono “grandi”, con partecipanti distribuiti sull’intero globo.

Anche la mole dei dati è “grande”: non possono essere replicati tutti in tutti i siti.

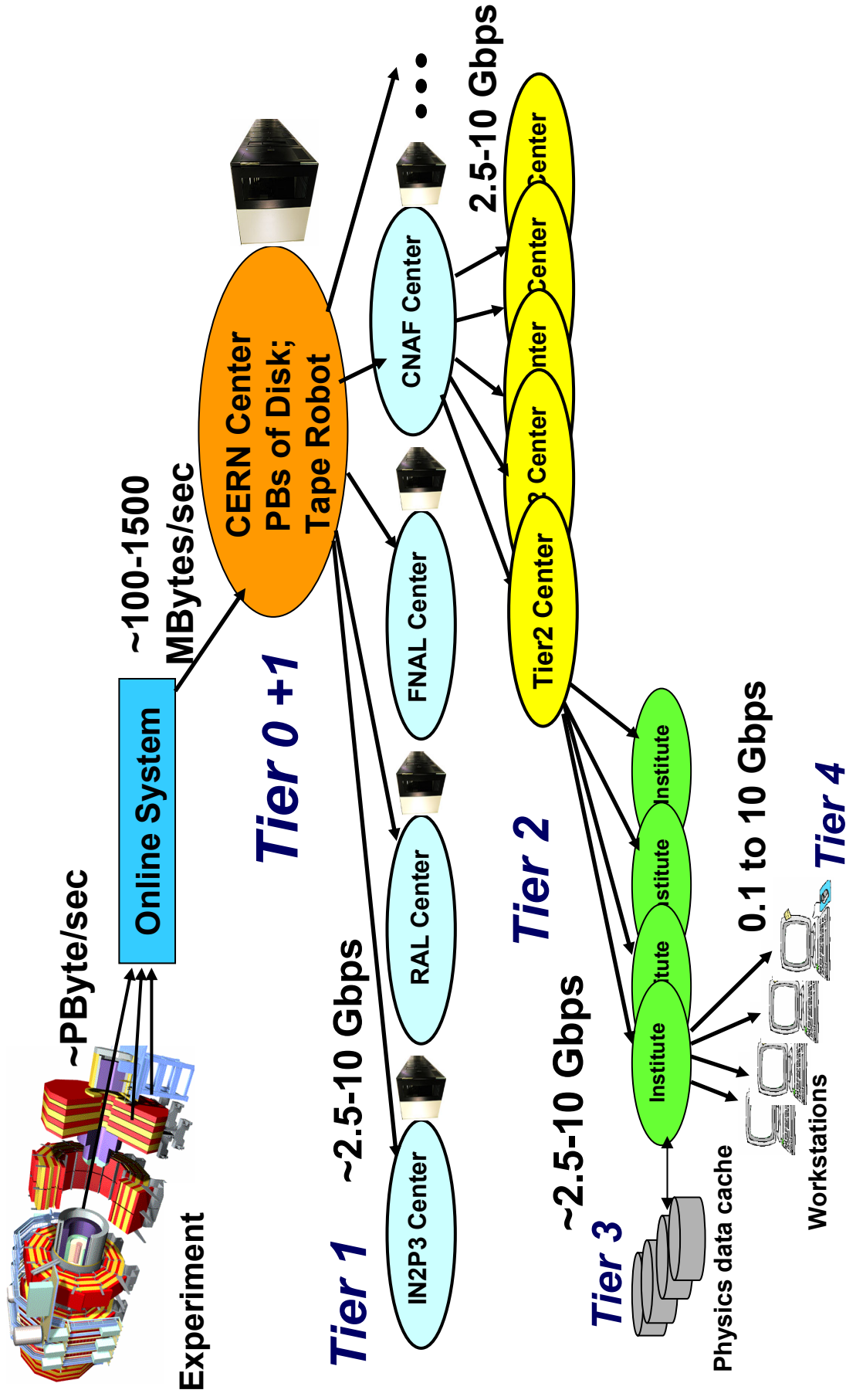
L’accesso ai dati deve essere garantito ad ognuno, indipendentemente dalla sua locazione e dalla sua preparazione informatica (l’utente non è in generale un esperto di software).

La *produzione* di dati simulati (oggi) ma soprattutto l’*analisi* (sempre) non sono concentrate in un unico sito ma distribuite su molti (se non tutti) i siti.

Accesso ai dati distribuiti



Modello di calcolo a-la Monarc



Il problema...

È necessario “nascondere” all’utente la complessità del sistema sottostante

L’utente deve lavorare come se:

avesse di fronte un unico cluster di macchine

i dati fossero su un unico pool di dischi accessibile da ogni macchina del cluster e da ogni utente

tutti i dati fossero sul pool di dischi

lo spazio disco accessibile in scrittura dall’utente fosse sul pool di dischi e “virtualmente” infinito

È impossibile?!?

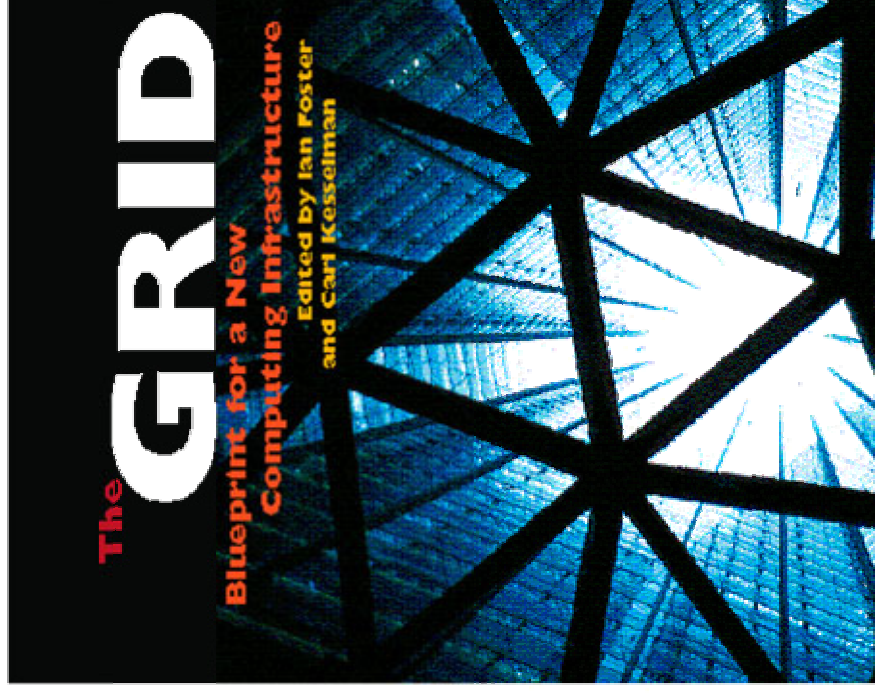
Griglie computazionali: *GRID*

Da dove nasce la Grid?

Il concetto è introdotto da Ian Foster e Carl Kesselman

È un “paradigma” di utilizzo delle risorse distribuite

Si materializza negli anni '90 in Globus, nato per interconnettere alcuni centri di calcolo USA



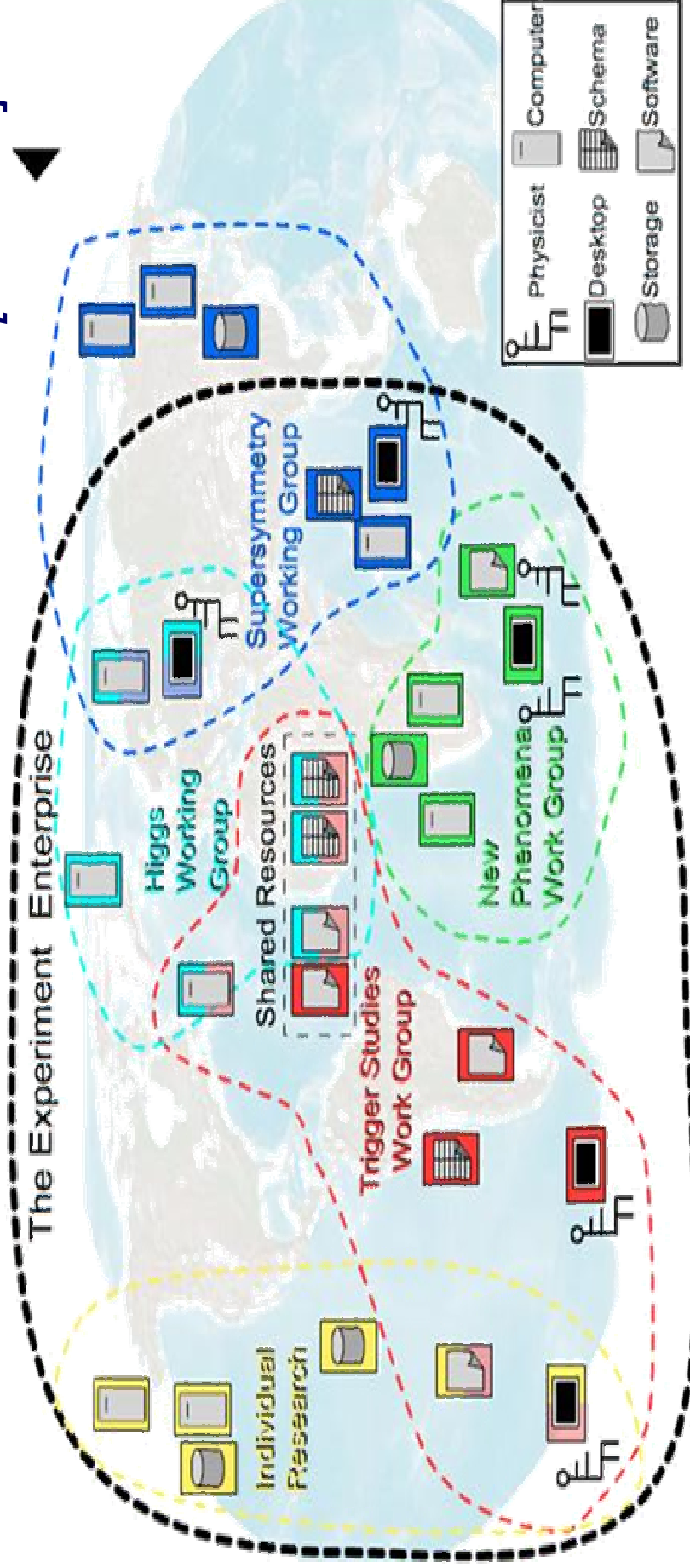
Evoluzione: utilizzo dei *Web Services* (WSDL)

- *Open Grid Service Infrastructure* (OGSI): introdotto nel 2001
- *WS Resource Framework* (WSRF): introdotto il 20/1/2004 (!) rimpiazza OGSI ma non c'è ancora nulla...

Una definizione di Grid

Grid è l'insieme delle tecnologie software che consentono la *condivisione di risorse e la risoluzione coordinata di problemi nell'ambito di organizzazioni virtuali multi istituzionali, dinamiche e scalabili*

[I.Foster]



I partecipanti: insieme dinamico di individui e istituzioni

Le risorse: computers, software, dati, strumenti

Grid fornisce la capacità di negoziare la condivisione delle risorse fra le diverse parti in causa (fornitori e clienti) e quindi uso dell'insieme delle risorse risultanti per perseguire uno scopo

[I.Foster]

Un parallelo: la rete elettrica

La rete elettrica

Richiesta di risorse (potenza:
KWatt installati)

Si inserisce la spina di un
apparecchio elettrico

Si usa l'apparecchio: non è
necessario sapere da dove
arriva l'energia elettrica!!

La manutenzione è a carico
del fornitore

La Grid Computazionale

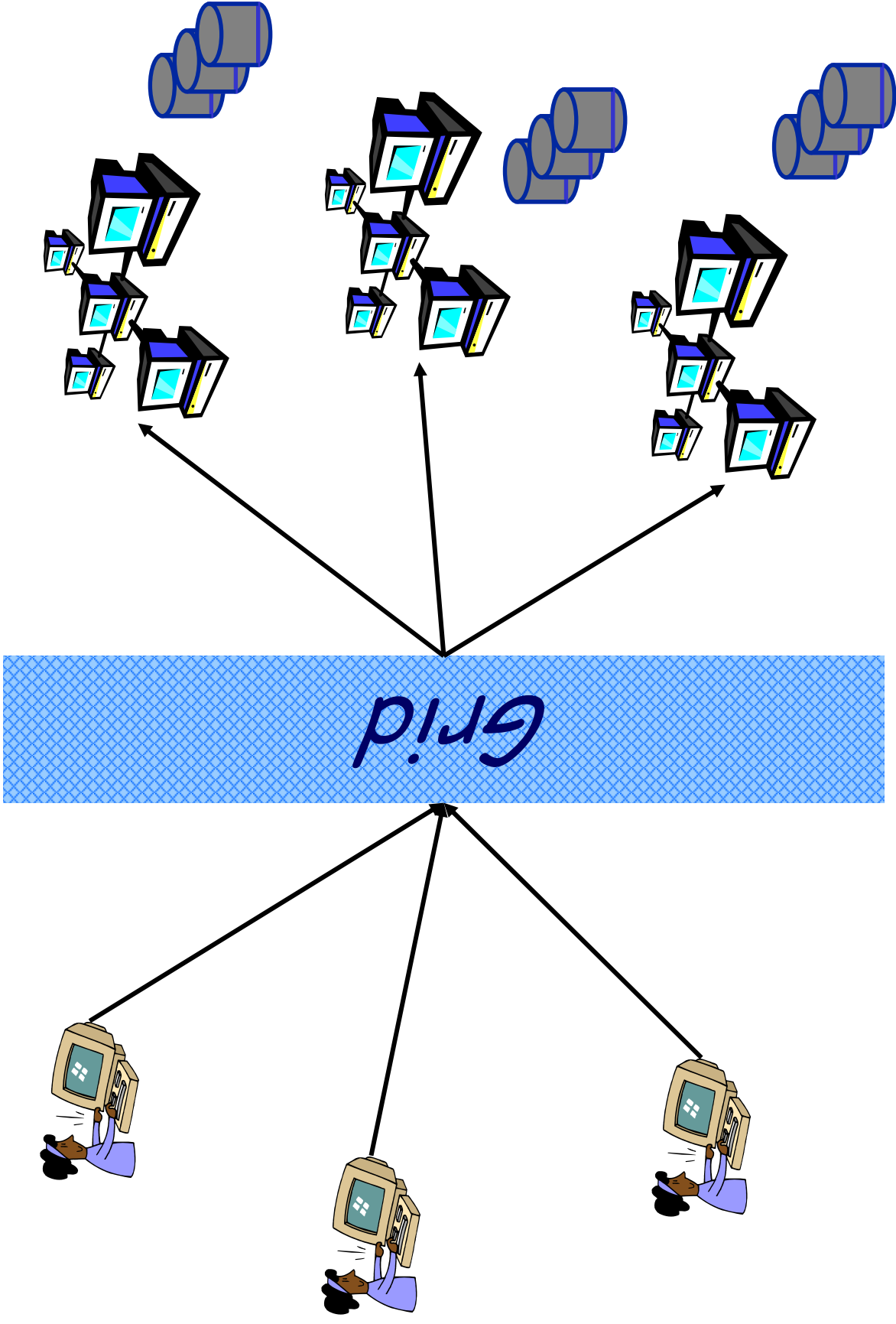
Richiesta di risorse (CPU,
disco, ecc...)

Si collega alla rete un
computer

Si usa il computer: non è
necessario sapere da dove
arrivano le risorse!!

La manutenzione è a carico
del fornitore

Accesso alle risorse con Grid





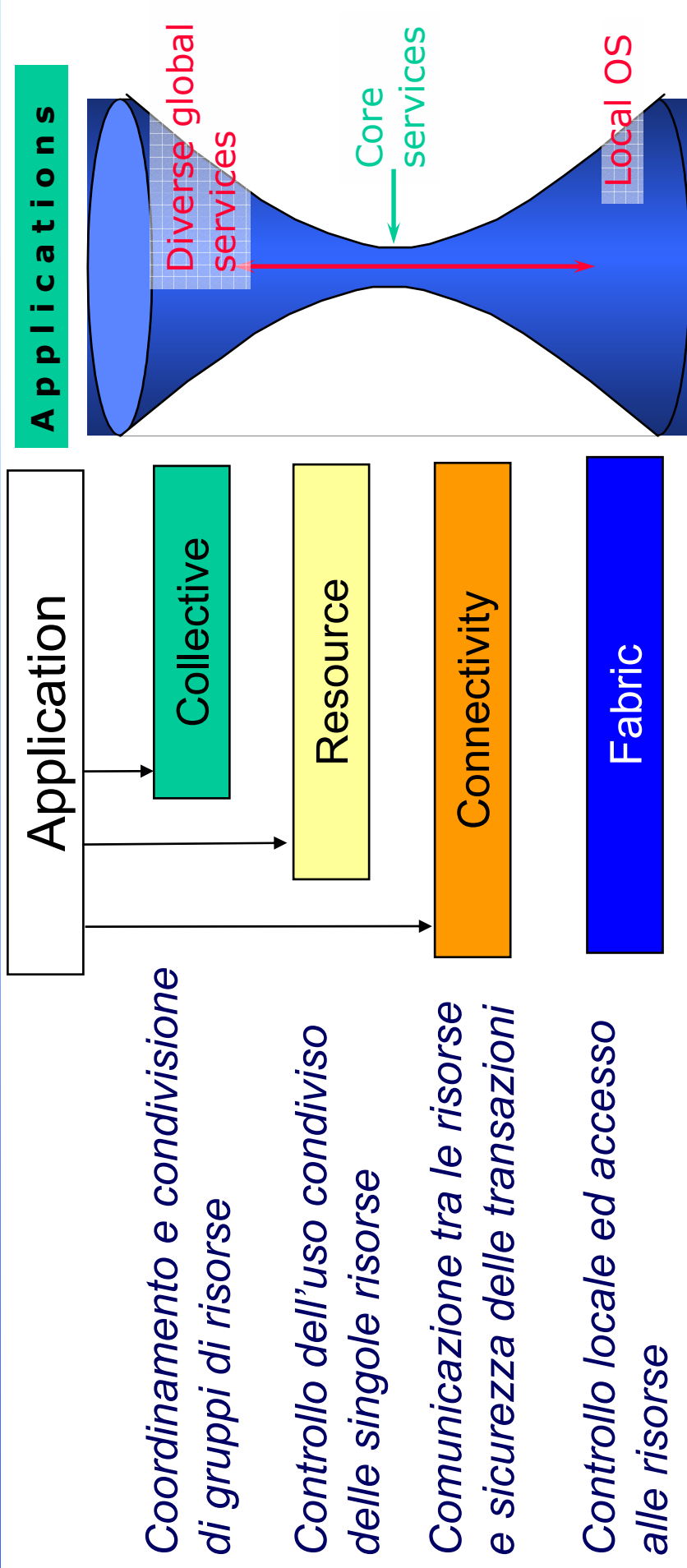
I progetti GLOBUS e Condor



L'iniziativa Globus

Nasce agli Argonne National Laboratories (ANL)
E' un toolkit e un insieme di servizi che indirizzano problemi tecnici chiave:
modello “*bag of services*” modulare
non è una soluzione “verticalmente integrata”
strumenti di infrastruttura generale (*middleware*) che possono essere applicati a molti domini applicativi
Utilizza standard e implementazioni “*open source*” ovunque possibile

Globus: architettura a layers



Supporto per una varietà di ambienti locali (OS, etc...)

Supporto per una varietà di utenti finali

Il toolkit implementa i *Core services* che devono essere semplici e generali

Globus: componenti base

Fabric Layer:

- meccanismi di base:
 - start di programmi
 - accesso ai files
 - ...

Connectivity Layer:

- comunicazione via IP
- sicurezza tramite *Grid Security Infrastructure (GSI)*
 - basata su meccanismi a chiave pubblica (TSL/SSL, certificati X.509 & *Certification Authorities*, ecc...).
 - meccanismo uniforme per la autenticazione e autorizzazione degli utenti

Autenticazione: *verifica dell'identità di un utente (o una risorsa)*

Autorizzazione: *accesso alle risorse ad uno specifico utente*

Globus: componenti base

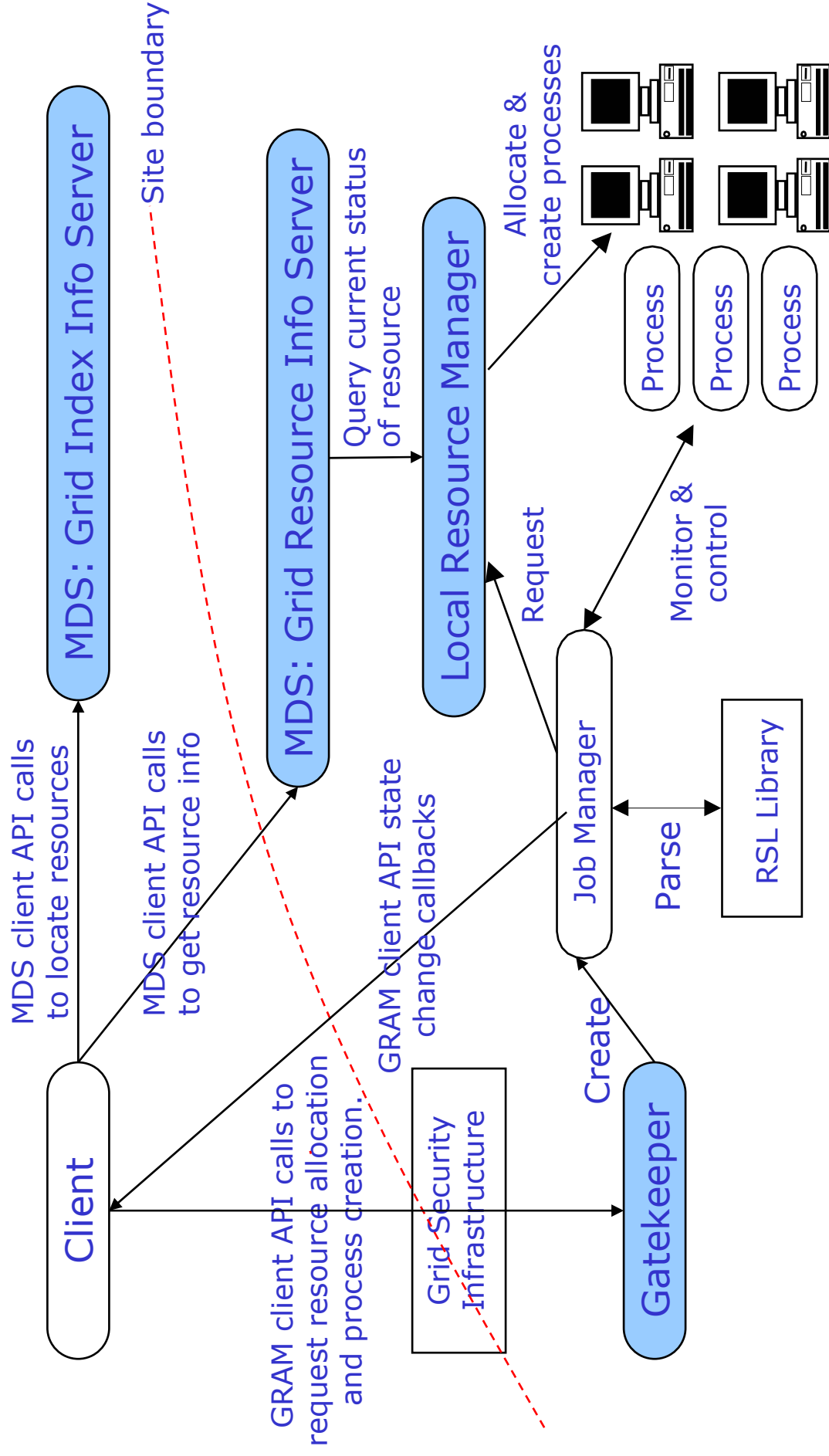
Resource Layer:

- Usa *GSI* per la sicurezza
- *Grid Resource Allocation Management (GRAM)* gira su ogni risorsa; garantisce il controllo remoto delle risorse
- *GridFTP* (FTP modificato) per il trasferimento files
- *Grid Resource Information Server (GRIS)* raccoglie e pubblica dinamicamente le informazioni sulla risorsa (ad es. memoria installata, code disponibili, ecc...)

Collective Layer: esempi:

- *Metacomputing Directory Service (MDS): GRIS e GIIS*
- *Grid Index Info Server (GIIS)* raccoglie, e pubblica informazioni selezionate da diversi *GRIS*
- *Resource Broker* seleziona risorse adatte per un job
- *Replica Catalog* e *Replica Services* gestiscono l'accesso e la copia dei dati distribuiti

Accesso ad una risorsa



Sviluppato alla University of Wisconsin negli anni '80

Punta a fornire “cicli di CPU” altrimenti non utilizzati

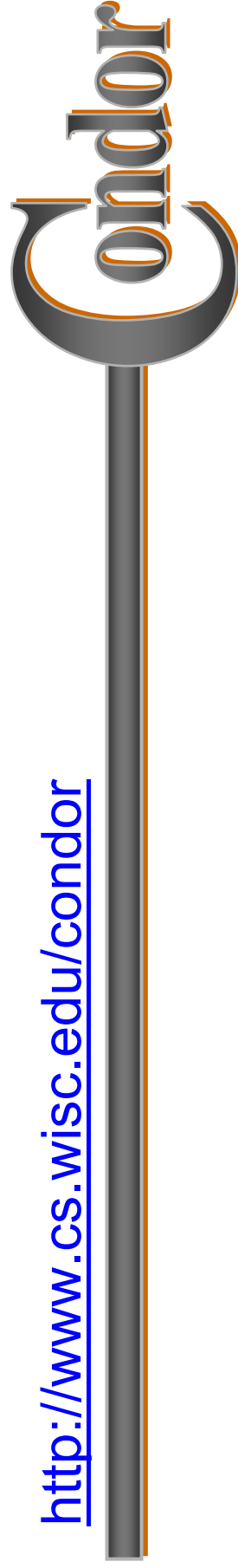
Gestiti insieme (*pool*) di calcolatori eterogenei

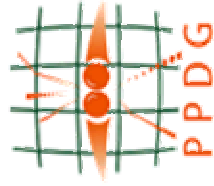
L'INFN lo utilizza dal 1997 su scala geografica

Robusto, ma ha alcune limitazioni per HEP:

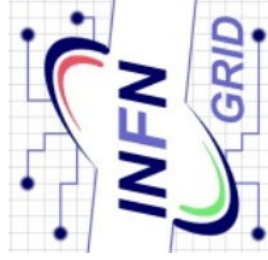
- sistema monolitico (e non totalmente *open source*)
- inefficiente nell'accesso a grandi moli di dati distribuiti
- usa canali di rete non sicuri per la comunicazione
- alcune componenti di Condor usate dai progetti grid

<http://www.cs.wisc.edu/condor>





I progetti di sviluppo del *middleware* per HEP



Principali progetti Grid per HENP

PPDG

- Produce il Virtual Data Toolkit (include Globus, Condor, ...)
- Stretta collaborazione con ciascuno degli esperimenti

European DataGrid

- Servizi di alto livello basati su Globus e Condor-G
- Supporto per diverse scienze

GriPhyN

- Partner di PPDG per VDT. Introduce i *Virtual Data*

European DataTAG

- Europeo, dedicato all'interoperabilità con gli USA

iVDGL

- Americano, dedicato all'interoperabilità con l'Europa

Progetti in fase di start-up: EGEE (UE), Grid3 (USA)

Architettura di DataGrid

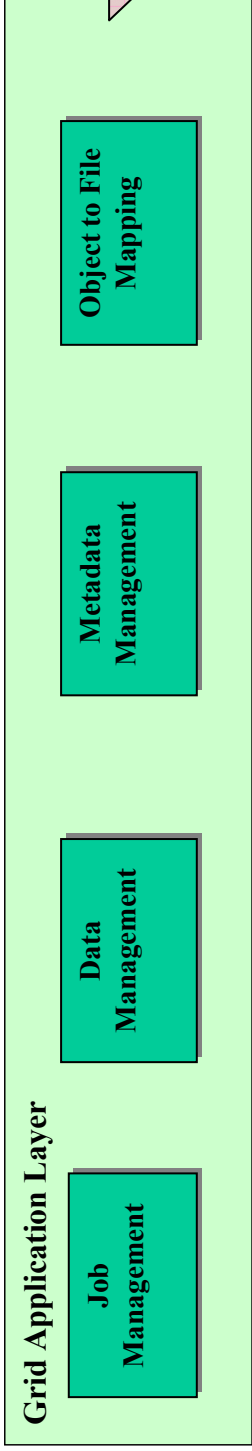


Local Computing

Local Application

Local Database

Grid



Collective Services

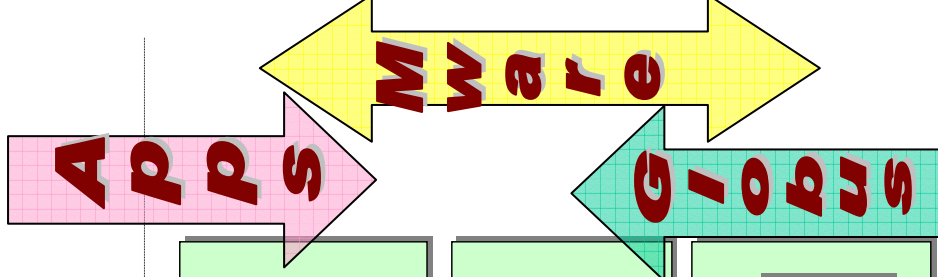
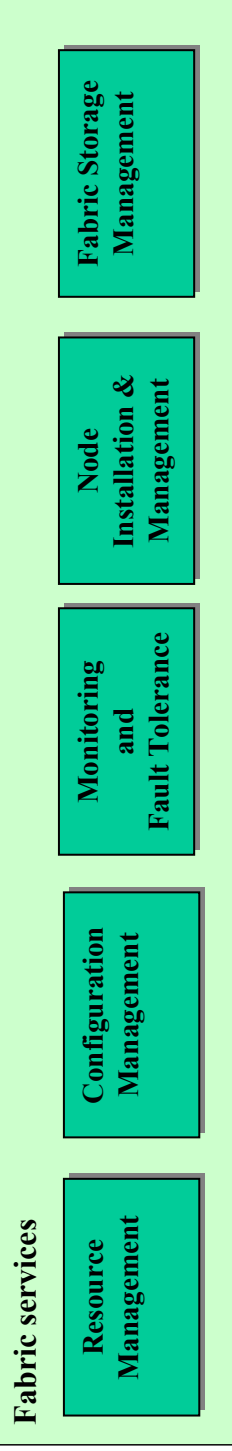


Underlying Grid Services

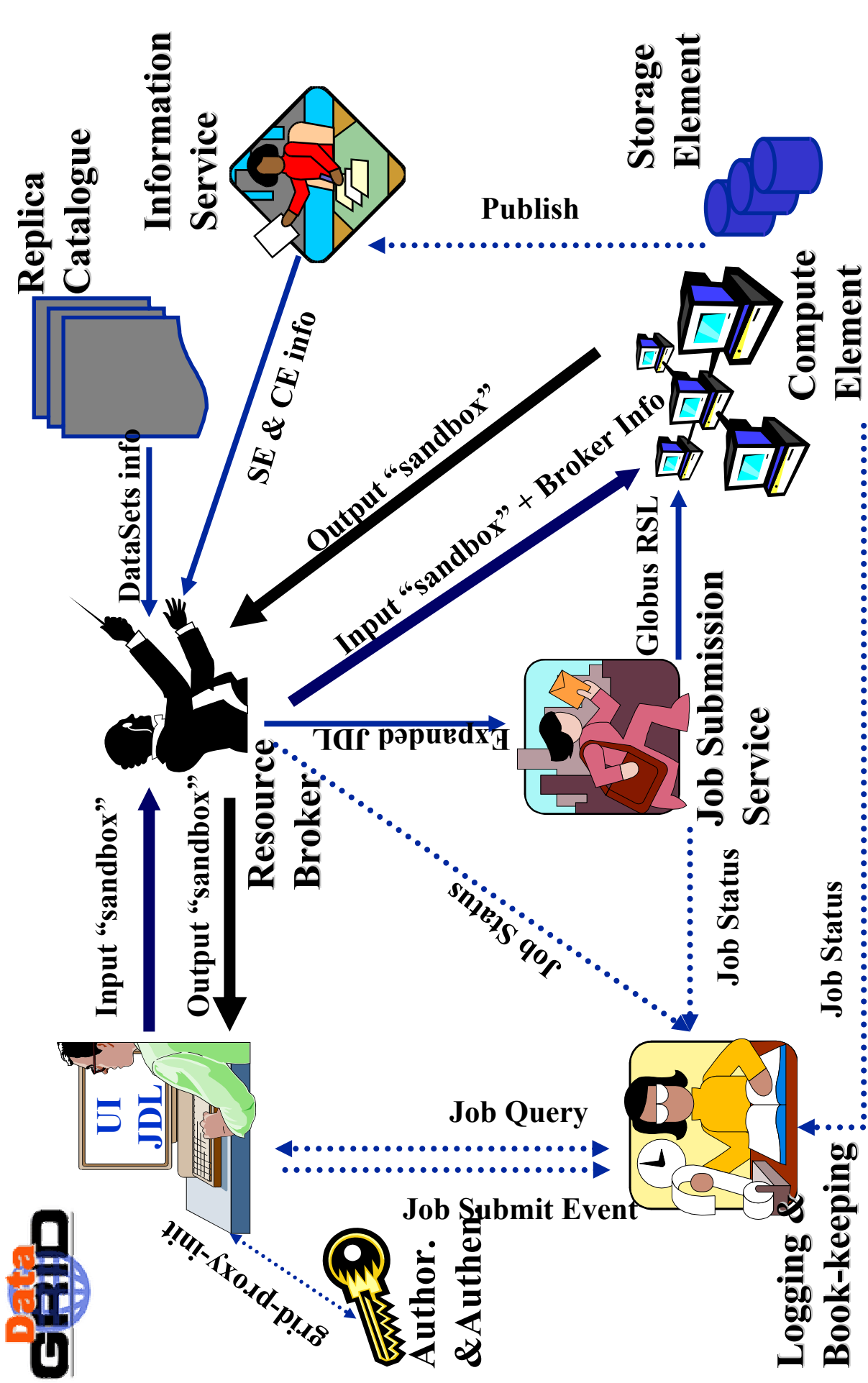


Grid

Fabric



Esempio di Job Submission





LHC Computing Grid

LCG



LCG è il progetto CERN nato nel 2002 che supporta tutte le esigenze di calcolo di LHC

- infrastruttura hardware, librerie numeriche, event-generators, persistenza dei dati, *grid*, ecc...

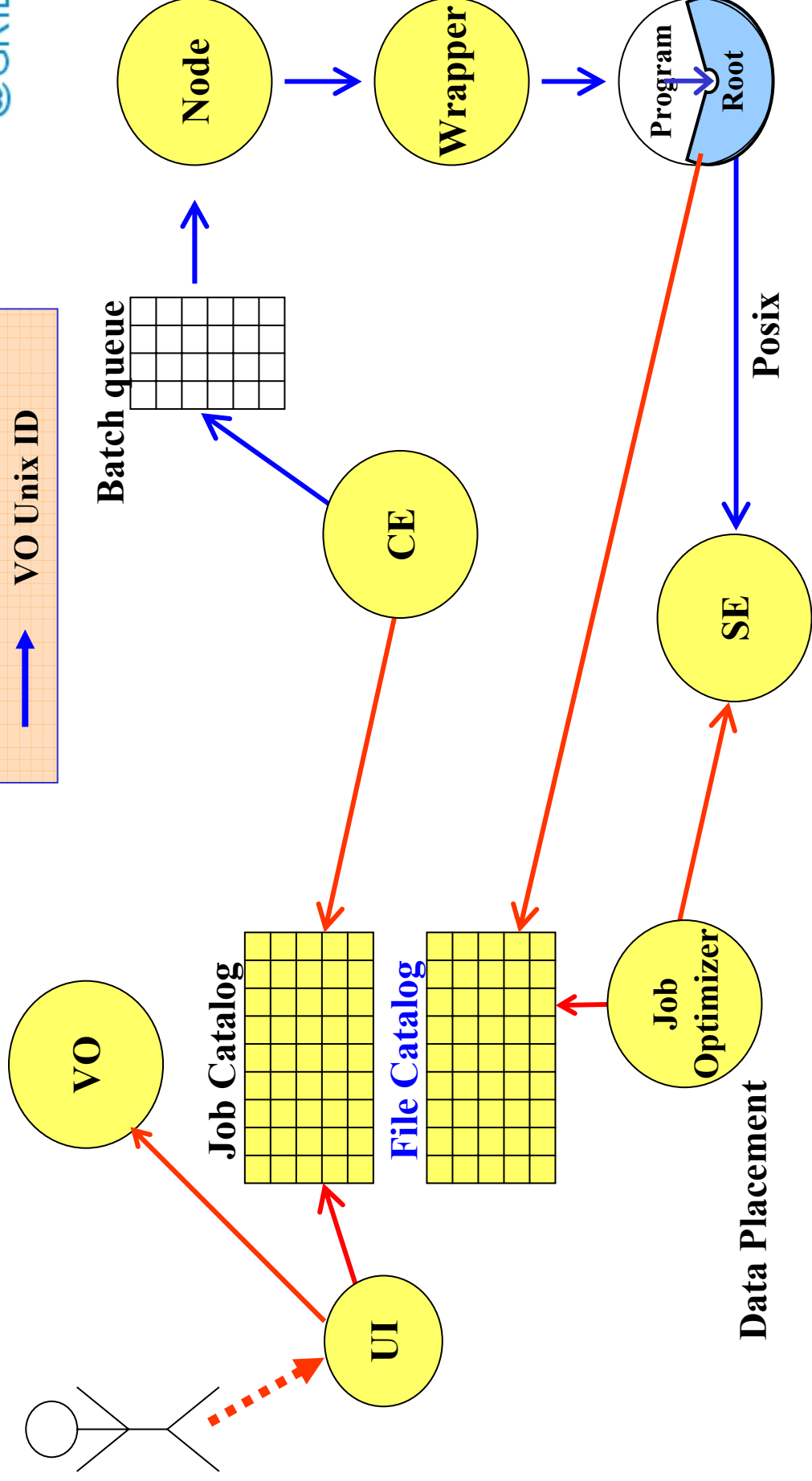
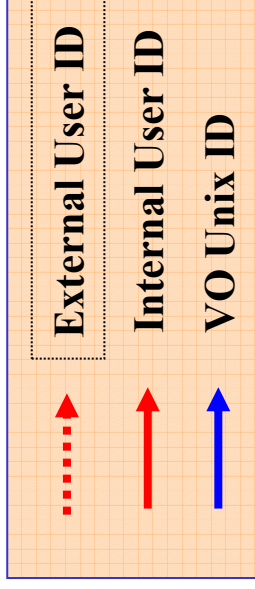
Due releases di sistemi *grid*: LCG-1 e LCG-2

- Basate su middleware di VDT, DataGrid e DataTAG

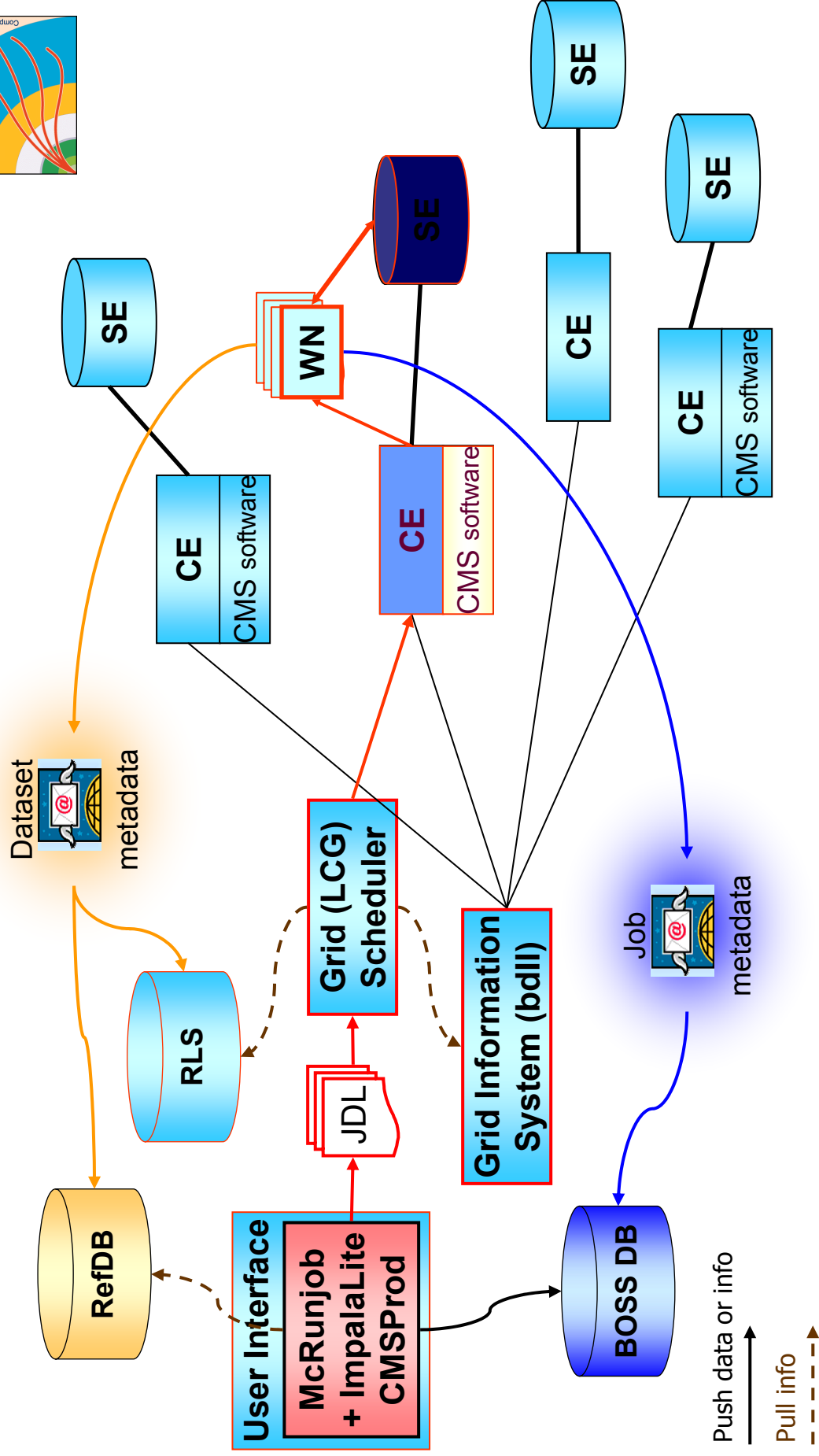
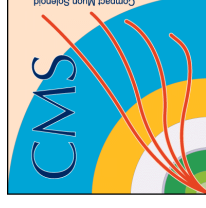
E' in fase iniziale il progetto ARDA (assieme ad EGEE)

- Middleware e strumenti software comuni agli esperimenti per il supporto all'analisi dei dati
- Userà anche software dagli esperimenti, in particolare Alien: sistema grid per il supporto all'analisi dati distribuita di ALICE, che usa direttamente middleware di basso livello (non dai "grid projects")

Decomposizione funzionale di Alien

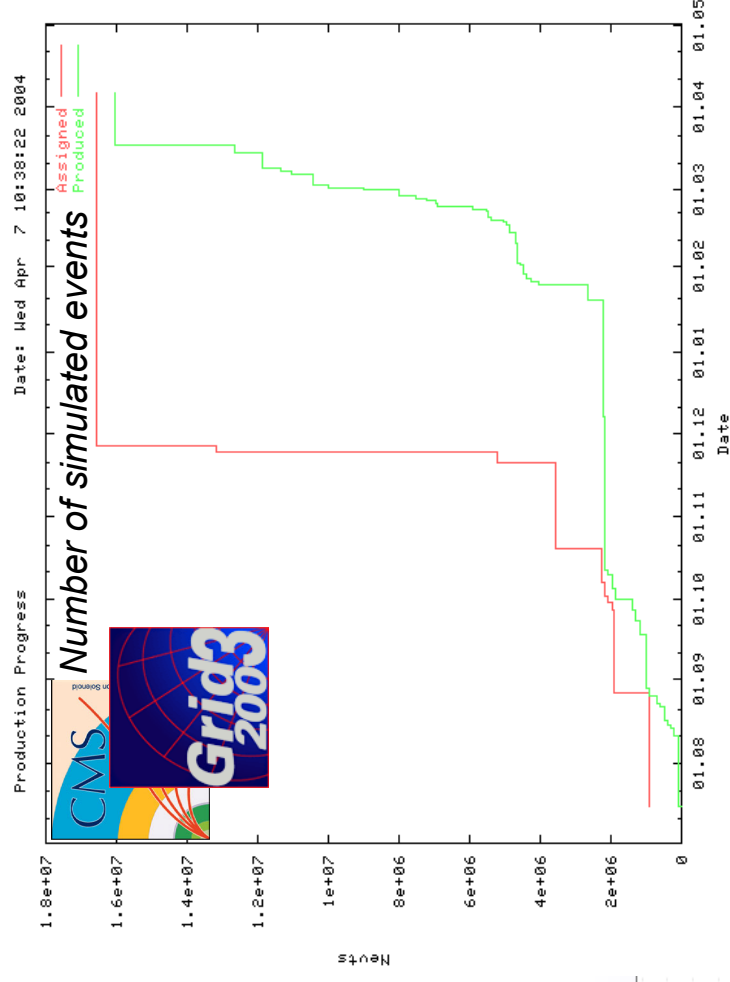


Utilizzo di LCG in CMS

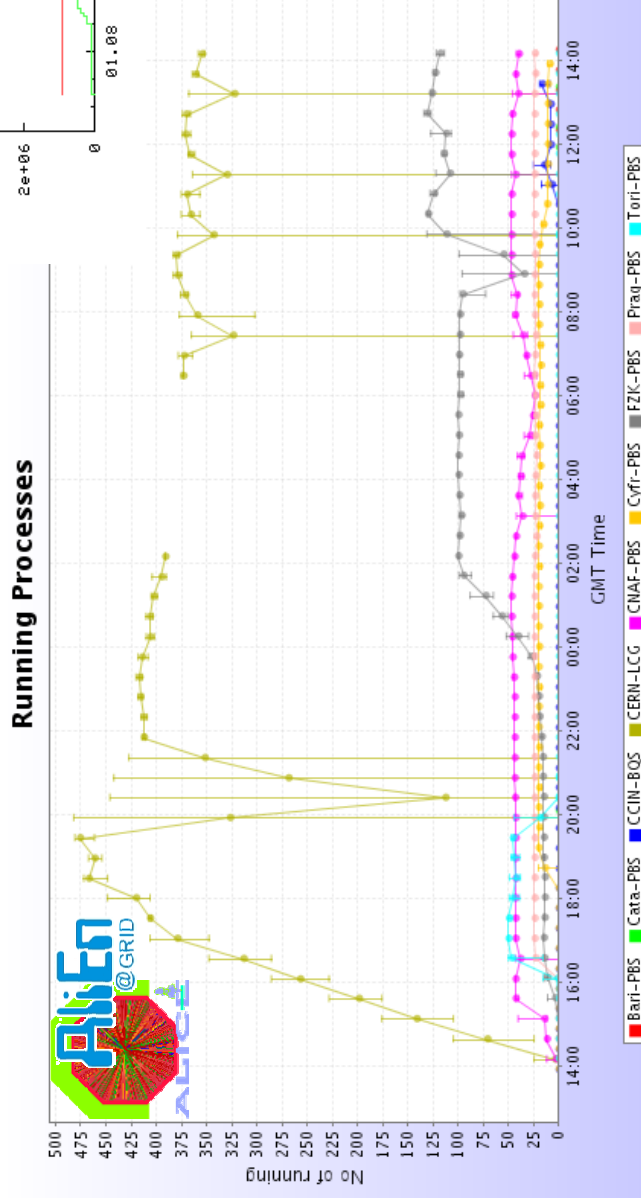


Data challenges su grid

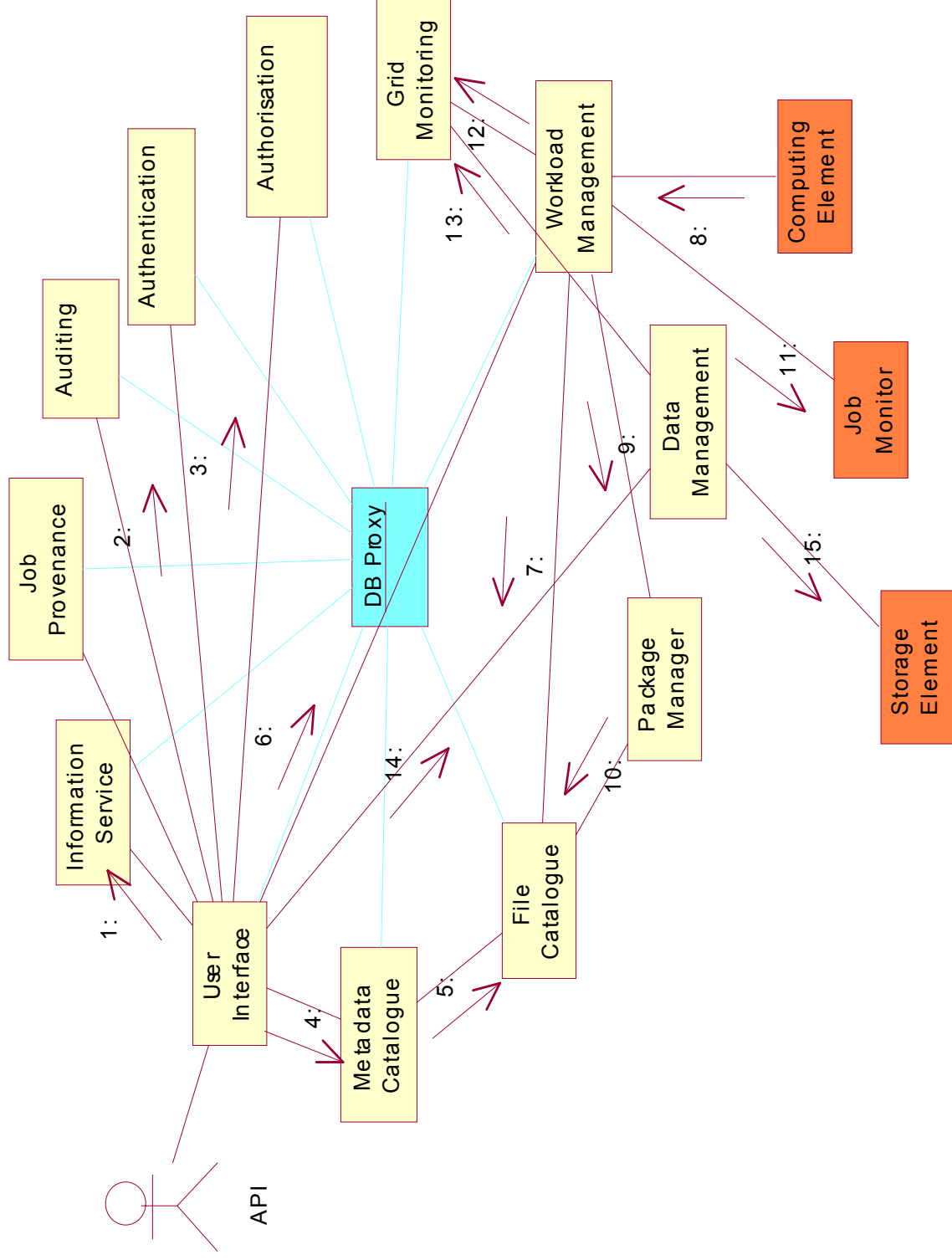
Produzione dati simulati su
Grid3 negli USA per il Data
Challenge 2004 di CMS



Jobs nel sistema AliEn di Alice
durante il Data Challenge 2004



I servizi di ARDA



Gli strumenti *grid* forniscono una grande opportunità per gestire l'accesso a dati e risorse distribuiti

- In modo sicuro e con la corretta gestione dei privilegi
- In modo trasparente per l'utente

Tre anni di (faticosa) esperienza con i progetti *grid* hanno permesso di identificare le componenti base

- Gli esperimenti hanno costruito prototipi per i loro sistemi di calcolo anche se a volte privilegiando aspetti diversi
 - sia in termini di funzionalità che di affidabilità
- Alcuni strumenti sono già “in produzione”

Il prossimo passo è quello di consolidare gli strumenti per reggere all'impatto dell'analisi dati di LHC

- LCG al CERN, assieme ai progetti *grid* EGEE e Grid3, ci **deve** fornire il sistema in tempo per l'inizio della presa dati
 - Non ci sono vere alternative a *grid* per gestire i dati di LHC!!!