Infrastrutture di calcolo su GRID in Italia

IFAE 2007
Napoli, 12 aprile

Enzo Miccio
INFN/CNAF - CERN

Sommario

- In prospettiva
- Progetti attuali e futuri
- Lo stato attuale
  - GRID in produzione, ora
  - GRID in preparazione, per LHC
- Conclusioni

Infrastruttura GRID

La disponibilità di servizi di rete e **protocolli** *standard* su uno strato fisico costituto da **risorse** di calcolo, spazio di storage e supercomputers, reso accessibile e condivisibile da un'adeguata organizzazione

Un po' di storia

- All'inizio del 2000 viene approvato il progetto **INFN Grid** (*grid.infn.it*)
  - 20 sedi, un centinaio di persone coinvolte
  - collaborazione fra fisici, ignegneri, computer scientist...
  - la motivazione principe era rispondere alla sfida del *computing problem* per LHC, ma sin dall'inizio il progetto è stato aperto alle esigenze provenienti da altri campi di ricerca come quello biomedico o di osservazione terrestre, come pure ad applicazioni industriali
  - è stato il punto di partenza per lo sviluppo dell'infrastruttura GRID in Italia

Un po' di storia

- Nel 2001, grazie all'esperienza di INFN Grid, nasce il progetto **Grid.it**
  - vengono stanziati fondi dal ministero e vengono coinvolte altre istituzioni oltre all'INFN (CNR, ASI...)
  - l'obiettivo è quello di fornire le basi per un'infrastruttura comune a tutta l'area di ricerca italiana (IRA)

Un po' di storia

- Nel 2001, nell'ambito del V Programma Quadro europeo e in collaborazione con il CERN, diversi paesi europei e alcune industrie, INFN Grid lancia **DataGrid** (*cern.ch/eu-datagrid*), pietra miliare verso la costruzione di un'infrastruttura a livello dell'Area di Ricerca Europea (ERA).
- Il progetto sfocia in **EGEE** (**E**nabling **G**rids for **E**-scienc**E**, *eu-egee.org*), un progetto quadriennale (2004-08) finanziato nell'ambito del VI Programma Quadro europeo e orma a metà della sua seconda fase.

La strategia

- Sviluppo di middleware e infrastruttura all'interno di progetti europei ed internazionali (accedendo a fondi extra-INFN: EU, MIUR...), passando spesso per il coordinamento del CERN (DataGrid, EGEE, EGEE II, WLCG...), spesso promossi dallo stesso INFN
- Collaborazione internazionale (Open Science Grid, Open Grid Forum...) improntata a garantire l'interoperatività globale dei servizi sviluppati e l'adozione di standard internazionali
- Sviluppi nazionali del middleware nelle aree non coperte da progetti UE

Oggi

- L'infrastruttura di produzione GRID italiana
  - più di 40 centri di ricerca coinvolti
  - le risorse sono raggiungibili attraverso servizi specifici per ciascuna VO
  - la maggior parte di essi (~30) sono coinvolti anche a livello internazionale (EGEE/LCG)
  - gli altri sono accessibili attraverso servizi di grid su scala nazionale

Oggi

- Portale operativo: **http://grid-it.cnaf.infn.it/**

Domani (FP6)

- Garantire l'evoluzione del Middleware Grid Open Source verso standards internazionali (OMII-Europe)
- Contribuire alle attività informatiche di Ricerca e Sviluppo
- Coordinare l'espansione di EGEE nel mondo (EUMedGrid, Eu-IndiaGrid, EUChinaGrid...)
- Sostenere l'allargamento di EGEE a nuove comunità scientifiche
  - GRIDCC (Applicazioni real time e controllo apparati)
  - BionfoGrid (Bionformatici; Coordinato dal CNR)
  - LIBI (MIUR; Bionfomatici in Italia)
  - Cyclops (Protezione Civile)

Oggi

- La fase di R&S preliminare è ormai ampiamente superata
- L'infrastruttura di GRID è ormai funzionante a livello di produzione per oltre 20 VO e migliaia di job al giorno
- In particolare gli esperimenti di LHC (CMS, ATLAS) non potrebbero più fare a meno, *oggi*, della GRID
- Il successo scientifico stesso di LHC è strettamente vincolato al successo della GRID
- Il successo di GRID è strettamente vincolato alla sua capacità di soddisfare le richieste di LHC

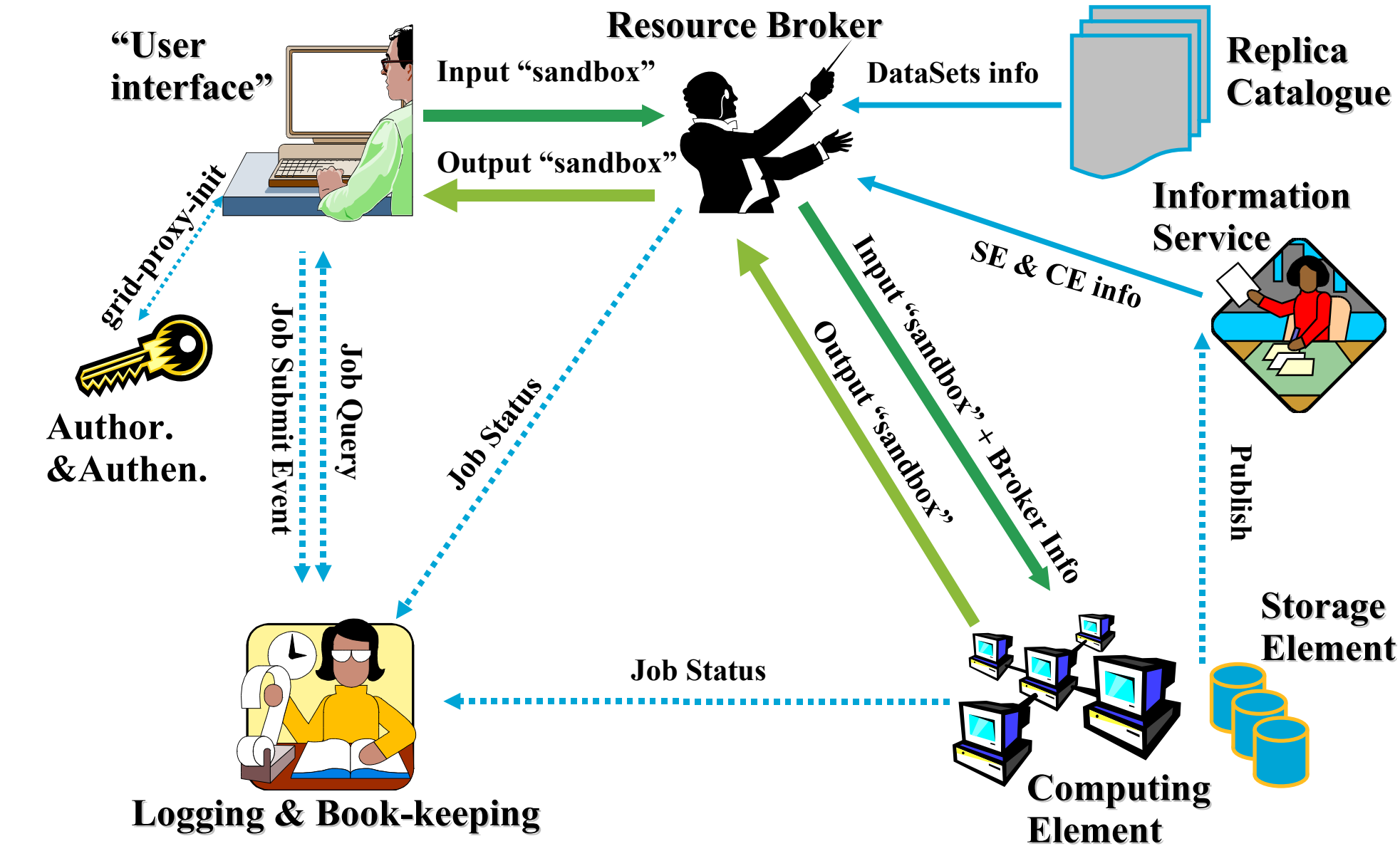
LHC e GRID

- Motivazioni
  - il CERN da solo può fornire solo una frazione delle risorse necessarie
  - decine di istituti possono contribuire con risorse
  - necessità di integrare tali risorse
- Requisiti
  - accesso uniforme e “user-friendly”
    - interfacce standard a risorse eterogenee
    - protocolli standard per l’accesso ai dati
  - ottimizzazione dell’accesso ai dati
    - distribuzione intelligente e il piú possibile automatica dei dati
    - assegnazione intelligente delle risorse di calcolo richieste

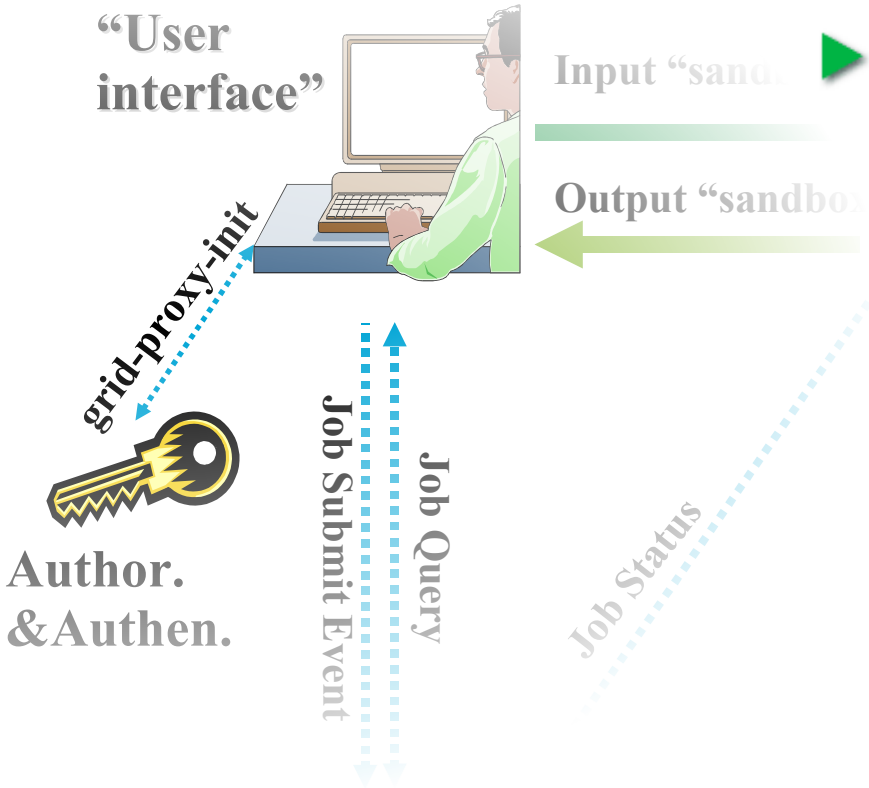
LHC e GRID

- Componenti principali:
  - Servizi di autenticazione e autorizzazione
  - Workload Management
  - Information System
  - Data Management
  - Computing Element
  - Monitoraggio

La vita di un job



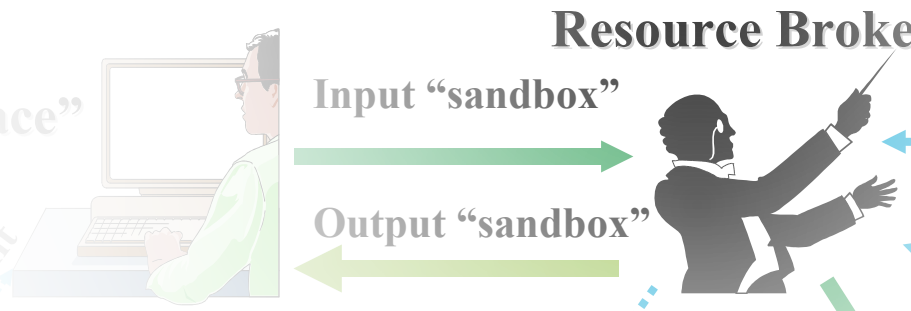
User Interface



- da accesso alle funzionalità del WMS:
  - elencare risorse compatibili (dato un insieme di requisiti)
  - mandare un job
  - ottenere lo stato di un job
  - cancellare un job
  - ottenere informazioni di logging
  - recuperare l'output

- Autenticazione e autorizzazione
  - Gestione delle VO e dei privilegi degli utenti
  - corrispondenza tra utenti (identificati via certificato X.509) e account locali

Workload Management



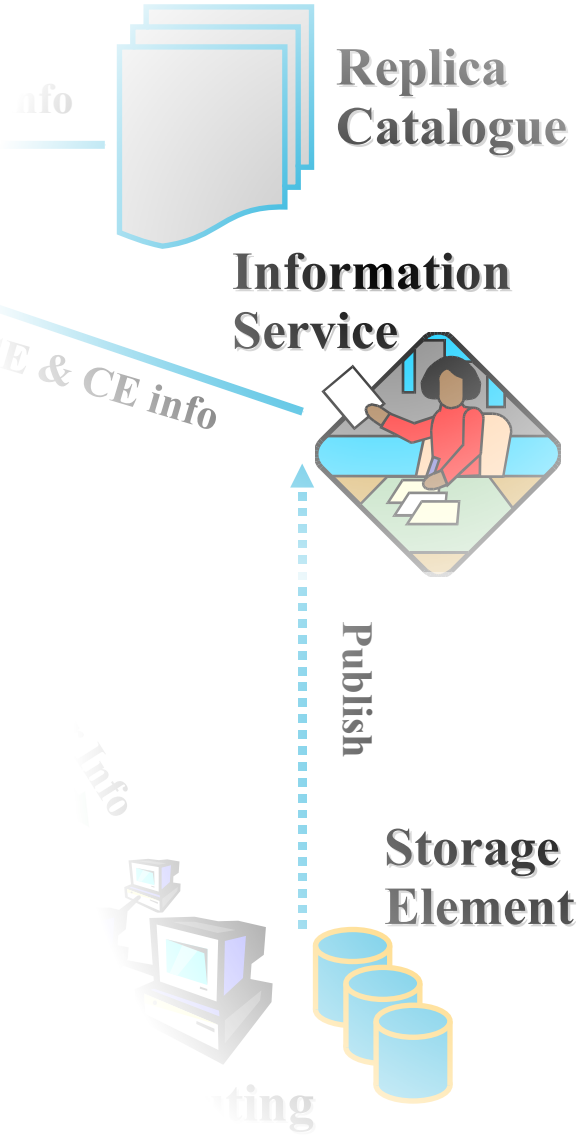
- accetta e gestisce i job degli utenti
- seleziona le risorse più appropriate
- tiene traccia di quello che succede ai job
- restituisce l'output all'utente

Information System

- Fornisce in tempo reale lo stato della Grid (servizi e risorse)
- usato dal WMS
  - per sapere quali risorse di calcolo possono soddisfare le richieste degli utenti

Data Management

- Catalogo dei file
  - contiene le mappe tra
    - *Logical File Names* (LFN)
    - *Globally Unique Identifiers* (GUID)
    - *Physical File Names* (PFN)
  - è centralizzato (backend Oracle o MySQL)



- Storage Element
  - Essenzialmente un disk server (eventualmente front-end a un sistema di mass storage)

Monitoraggio

- visualizza lo stato presente e passato della Grid
- consente di diagnosticare i problemi
- modello gerarchico (come per l'IS)
  - l'informazione viene generata sulle singole macchine da appositi sensori
  - poi viene raccolta a livello di sito
  - infine viene spedita e immagazzinata in un database centrale

Logging & Book-keeping

- diversi sistemi attualmente in funzione, con finalità spesso diverse
  - R-GMA
  - GridICE
  - Site Functional Tests

GridICE — the eyes of the Grid

is monitoring INFN production GRID

Geo view | Site view | VO view | Help | About

GridICE >> Site::ALL

General | Gris | Host | Job | Charts | Network

Site ▼		GK#	Q#	RunJob	WaitJob	SlotLoad	MH#	Power	WN#	CPU#	CPULoad	Computing Resources: Available	Computing Resources: Total	Storage Resources: %
CNR-ILC-PISA		1	6	4	5	100%	4	18K	2	4	100%	380.9 GB	381.6 GB	0%
ENEA-INFO		1	3	0	0	3%	18	72K	15	15	2%	13.8 GB	18.3 GB	24%
ESA-ESRIN		1	3	0	0	0%	8	12K	6	6	0%	12.3 GB	16.9 GB	27%
INAF-Trieste		1	4	0	0	0%	9	35K	8	16	0%	463.2 GB	522.2 GB	11%
INFN-BARI		1	4	50	1	87%	43	378K	36	72	34%	311 GB	698.5 GB	55%
INFN-BOLOGNA		1	6	0	0	-	7	102K	5	18	5%	33.6 GB	71.3 GB	53%
INFN-BOLOGNA-CMS		1	2	0	0	0%	8	54K	6	12	0%	1.2 TB	1.7 TB	30%
INFN-CAGLIARI		1	6	7	0	25%	14	92K	11	22	5%	910.5 GB	938.1 GB	3%
INFN-CATANIA		1	5	0	0	-	95	1M	76	224	4%	2.3 TB	3.5 TB	35%
INFN-CNAF		1	33	7	80	75%	27	38K	4	8	38%	960.2 GB	1.7 TB	44%
INFN-FERRARA		1	4	1	0	6%	13	82K	9	18	11%	10 GB	32.9 GB	70%
INFN-FIRENZE		1	6	22	4	39%	18	379K	16	64	36%	511.3 GB	722.1 GB	29%
INFN-FRASCATI		1	3	5	0	83%	5	34K	3	6	68%	1.1 TB	1.2 TB	14%
INFN-GENOVA		1	3	0	0	0%	6	42K	4	8	0%	337.9 GB	341.7 GB	1%
INFN-LECCE		1	3	0	0	0%	4	11K	2	4	1%	15.2 GB	17.9 GB	15%
INFN-LNL-2		1	5	8	0	7%	77	776K	70	140	6%	752.8 GB	2 TB	63%
INFN-LNS		1	5	0	0	0%	6	90K	4	16	0%	475.8 GB	476.2 GB	0%
INFN-MILANO		1	13	2	8	96%	32	274K	29	58	80%	1.7 GB	169.1 GB	99%
INFN-NAPOLI		1	6	35	0	97%	27	251K	24	48	81%	115.2 GB	870.3 GB	87%
INFN-NAPOLI-ATLAS		1	6	11	3	92%	-	-	-	-	-	-	-	-
INFN-NAPOLI-CMS		1	6	3	0	25%	8	59K	6	12	25%	169 GB	417.8 GB	60%
INFN-NAPOLI-VIRGO		1	7	0	2	0%	3	4K	1	2	0%	3.4 GB	7 GB	52%
INFN-PADOVA		1	19	96	82	100%	60	531K	50	100	91%	9.2 TB	10.8 TB	14%
INFN-PERUGIA		1	4	14	0	61%	24	200K	22	44	66%	201.7 GB	216.5 GB	7%
INFN-PISA		1	3	0	3	0%	5	12K	2	4	0%	8.2 GB	9.3 GB	12%
INFN-PISA2		1	6	15	0	89%	16	75K	13	23	54%	854.6 GB	4 TB	79%
INFN-ROMA1		1	21	12	0	29%	26	280K	23	50	11%	1.6 TB	3 TB	47%
INFN-ROMA1-CMS		1	2	1	6	10%	10	54K	5	12	0%	1.7 TB	1.9 TB	6%
INFN-ROMA1-VIRGO		1	2	4	0	40%	8	35K	6	12	42%	194.6 GB	238.1 GB	18%
INFN-ROMA2	-	1	3	1	0	0%	6	38K	4	8	0%	-	-	-
INFN-ROMA3		1	3	0	0	0%	6	38K	4	8	0%	955.2 GB	956.7 GB	0%
INFN-T1		2	13	306	0	86%	8	-	-	-	-	373 TB	559.3 TB	33%
INFN-TORINO		1	9	2	0	4%	27	248K	24	48	0%	479.6 GB	2 TB	77%
INFN-TRIESTE		1	6	2	11	100%	3	4K	1	2	53%	15 GB	26.1 GB	42%
ITB-BARI		1	6	0	0	21%	14	294K	12	48	16%	51.9 GB	58.7 GB	12%
SNS-PISA		1	6	0	0	0%	5	24K	3	6	0%	182 GB	203.2 GB	10%
SPACI-LECCE-IA64		1	6	5	0	32%	9	15K	7	14	11%	18.7 GB	29.4 GB	36%
SPACI-NAPOLI		1	6	0	0	0%	4	8K	3	3	0%	-	-	-
SPACI-NAPOLI-IA64		1	6	1	79	26%	62	251K	60	120	11%	47.1 GB	63.4 GB	26%
UNI-PERUGIA		1	5	0	0	0%	15	52K	13	26	0%	-	-	-
TOTAL		**#40**	**41**	**265**	**614**	**35%**	**740**	**6M**	**589**	**1301**	**23%**	**398.4 TB**	**598.4 TB**	**33%**

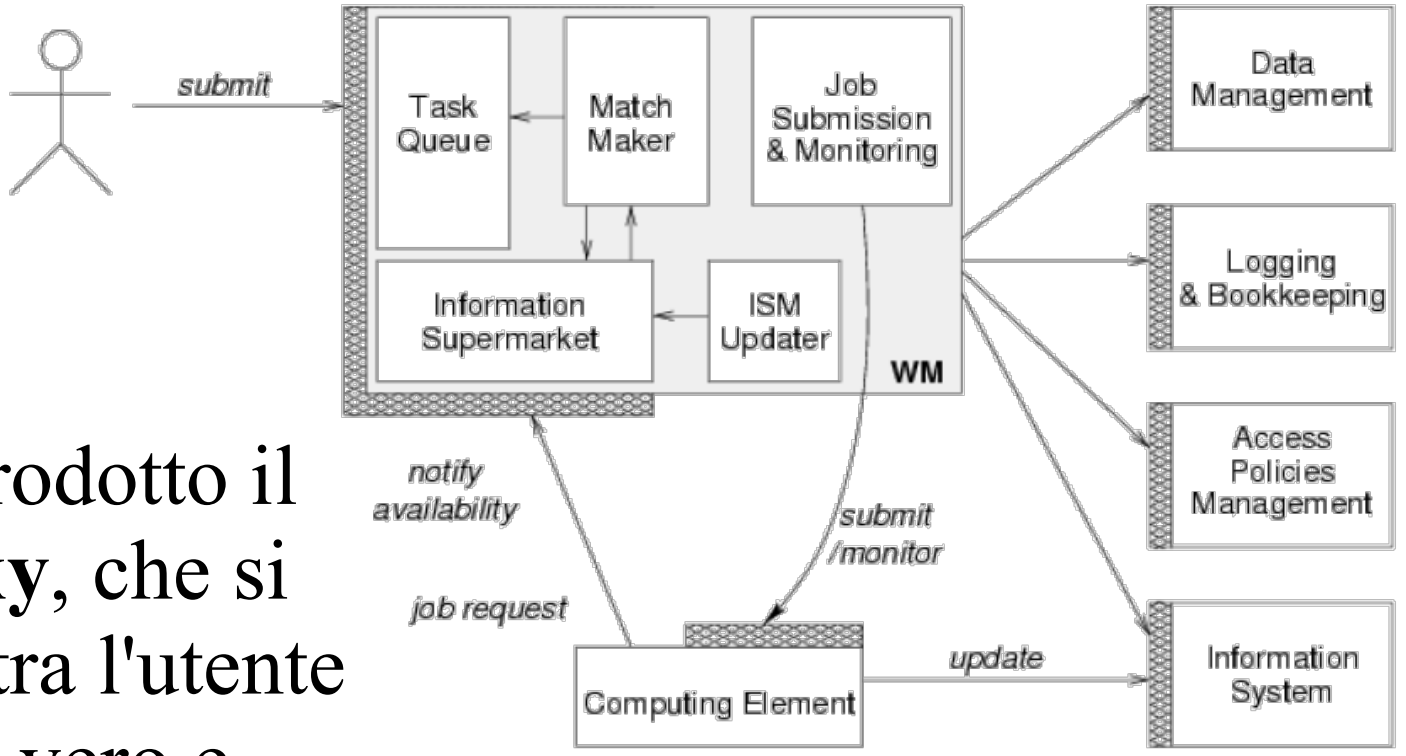
Generated: Wed, 8 Feb 2006 14:39:49 +0100

GridICE Homepage

Dal middleware LCG...

- Il Resource Broker di LCG si è dimostrato robusto, ma
  - il codice è ormai congelato
    - niente nuove feature
    - difficoltà di bug fix
  - la sottomissione via Network Server è troppo lenta
    - può richiedere decine di secondi per job, se il RB è carico
  - il rate massimo di sottomissione è limitato
    - l'esperienza mostra che non possono essere gestiti più di ~7000 jobs/day
  - non supporta il rinnovo dei VOMS proxy
    - i VOMS proxy sono ormai diventati uno standard *sine qua non* poiché permettono un'autorizzazione *fine-graned* (data access, job priorities)

...al middleware gLite



- Viene introdotto il **WMProxy**, che si inserisce tra l'utente e il WMS vero e proprio, ottimizzando la gestione dei job

gLite WMS: vantaggi

- Task queue interna:
  - Se non ci sono risorse disponibili che corrispondono alle richieste di un job, questo può essere mantenuto in coda per un tentativo in un secondo momento
  - "Shallow resubmission": il job viene ri-sottomesso se il fallimento è avvenuto prima di raggiungere il Worker Node
- *Information Supermarket*
  - Può sottomettere jobs basandosi su informazioni raccolte da più parti e raccolte in una cache locale

gLite WMS: vantaggi

- Bulk submission
  - Collections: insieme di job indipendenti
- Job sandbox
  - Condivisione dell'input sandbox per le collection
  - Download/upload delle sandbox via GridFTP, https, http
- Autenticazione più rapida via WMProxy
- Match-making più rapido
  - *Bulk* match-making

gLite WMS: vantaggi

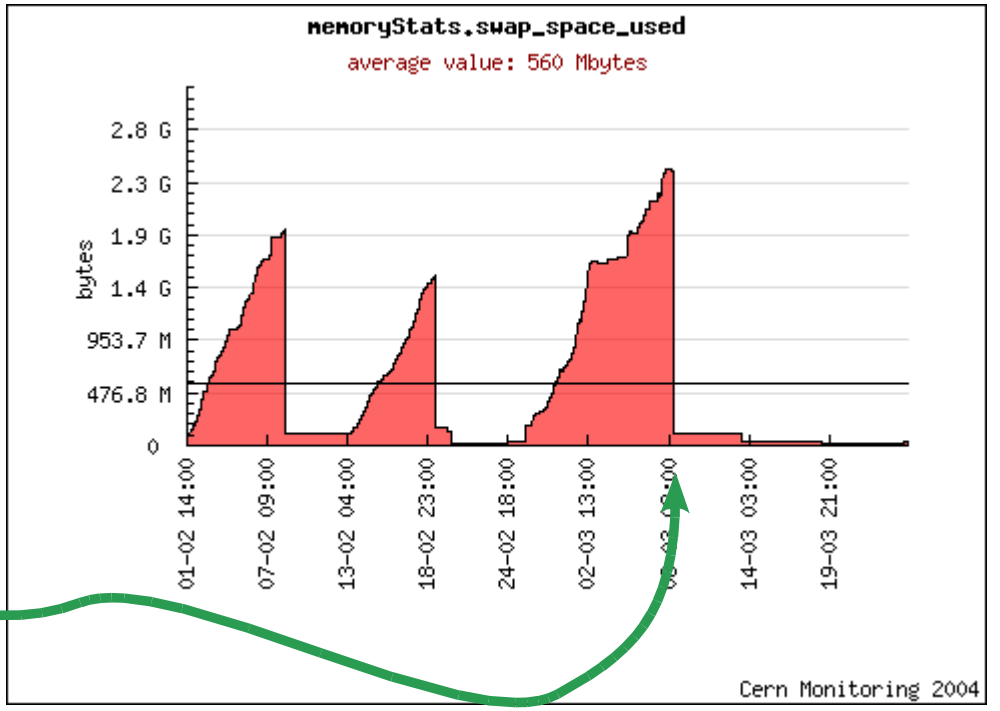
- Tempi di risposta più rapidi per l'utente
- Job throughput più alti

gLite WMS sotto test

- Servizio sperimentale
  - urgenza di avere un servizio funzionante e prestante
  - necessità di poterlo già usare in produzione (ATLAS)
- Sotto intensa attività di testing dall'estate 2006
  - Test congiunti ATLAS & CMS
  - Sono state usate come WMS poche macchine costantemente sotto controllo (CERN, Milano, CNAF) e aggiornate tutte con la stessa configurazione
  - Ciclo di test-patch-deploy molto a stretto giro

gLite WMS: problemi

- *memory leak*
  - L'uso della memoria cresce linearmente in gLite WMS 3.0
    - mantenerlo in funzione diventa difficile (restarts, reboots...)
  - problema risolto in gLite WMS 3.1



gLite WMS: problemi

- Job che vanno in stallo
  - Problema serio in gLite WMS 3.0
    - 15% di jobs su 15K jobs/day
    - Peggiora considerevolmente sotto carico
  - Situazione migliore in gLite WMS 3.1
    - ~5% di jobs su 15K jobs/day
  - Il problema è stato individuato nel Condor DAGMAN
    - meccanismo di gestione delle collezioni
  - Problema risolto
    - come? ...rimuovendo Condor DAGMAN!
    - le collezioni sono gestite con un meccanismo più semplice
    - gli ultimi test non mostrano più alcun job in stallo

gLite WMS sotto test

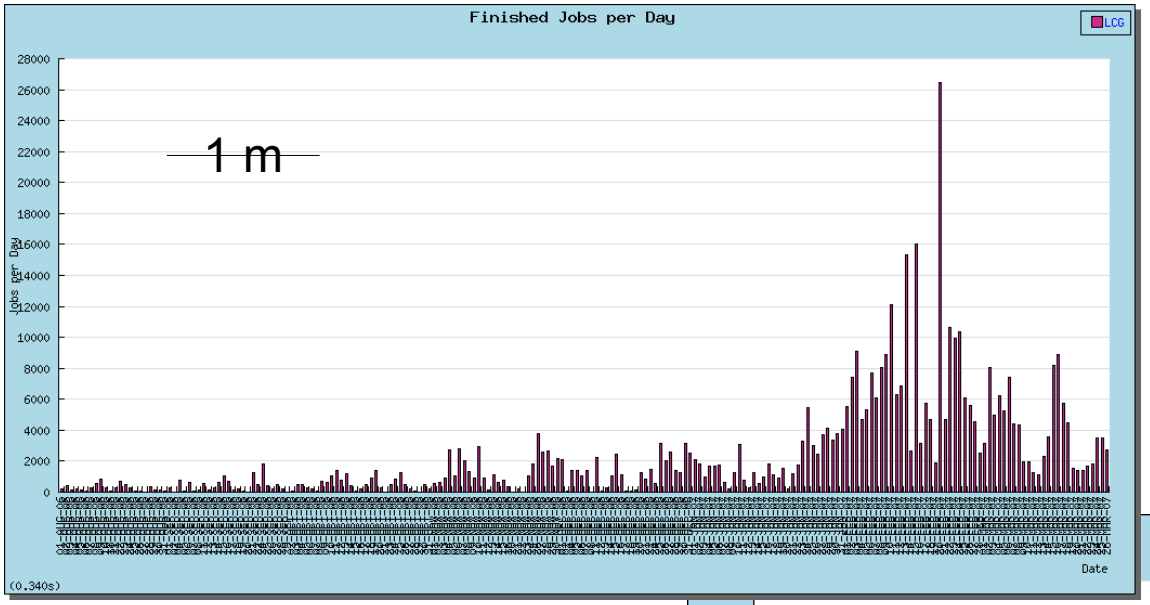
- bulk submission
  - target di 15k jobs/day per una settimana
  - Effettivi requirement di ATLAS
  - Semplici “HelloWorld” job, bulk submission
  - Limite di *Shallow Retry* pari a 5
- ultimi risultati
  - 10K job/day
  - meno dell'1% di job persi (in stallo)
  - ritmo sostenuto stabilmente per una settimana

Site	Submit	Wait	Ready	Sched	Run	Don(S)	Don(E)	Don(F)	Abort	Clear	Canc
ce05-lcg.cr.cnaf.infn.it	0	0	0	0	0	14188	0	0	12	0	0
ce06-lcg.cr.cnaf.infn.it	0	0	0	0	0	14160	0	0	40	0	0
cclcgceli02.in2p3.fr	0	0	0	0	0	13781	0	0	19	0	0
ce04.pic.es	0	0	0	0	0	14340	0	1	259	0	0
ce-fzk.gridka.de	0	1	0	2	0	10954	0	0	2043	0	0
lcgce01.gridpp.rl.ac.uk	0	0	0	0	0	12946	0	0	54	0	0
lcgce01.triumf.ca	0	2	0	0	0	12384	0	0	14	0	0
ce113.cern.ch	0	0	0	0	3	12809	0	0	388	0	0
ce114.cern.ch	0	0	0	0	0	13519	0	0	281	0	0
ce115.cern.ch	0	0	0	0	0	13919	0	1	80	0	0

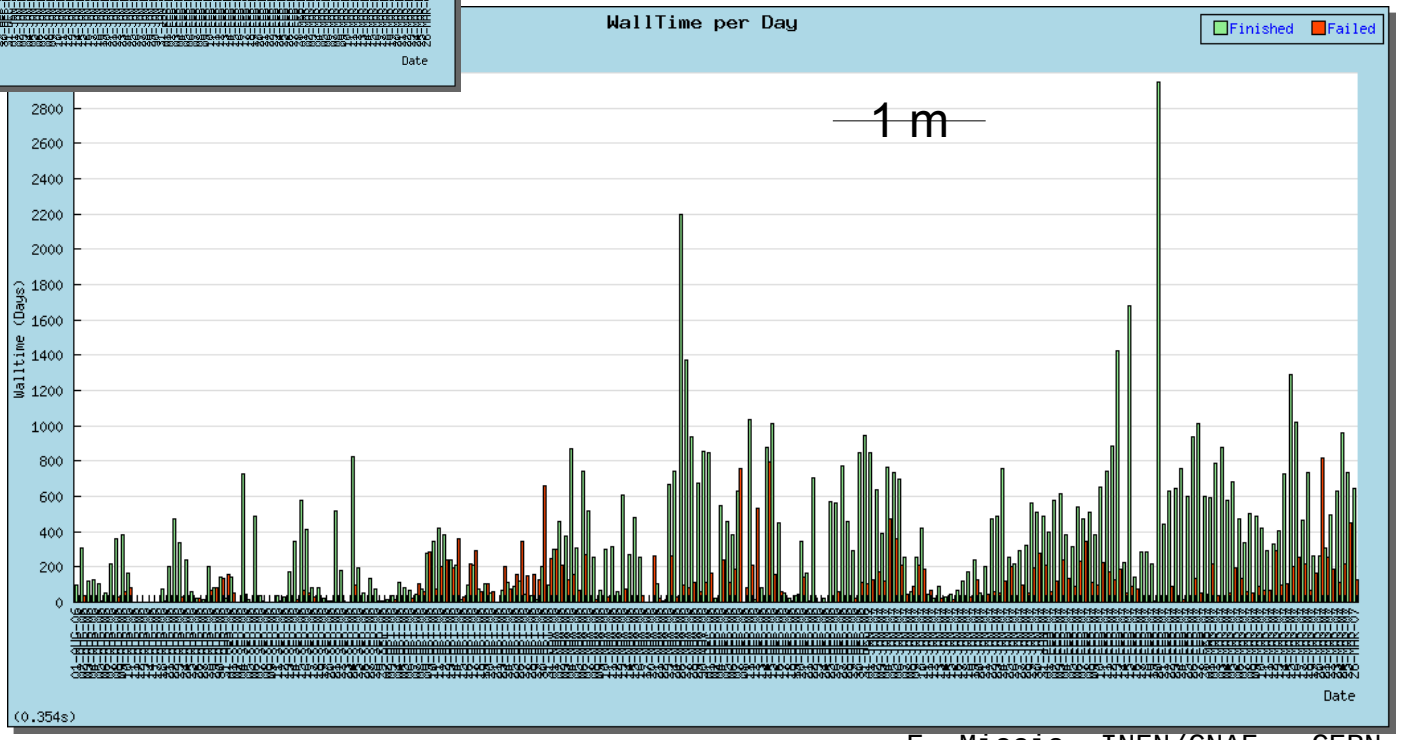
gLite WMS sotto test

- non-bulk submission
  - viene sottomessa vera applicazione CMSSW
  - Limite di *Shallow Retry* pari a 3
  - Interrogazione frequente dello status dei job con *retrieving* automatico dell'output dalla UI
- ultimi risultati
  - raggiunto limite del ritmo di sottomissione *consecutivo* (~6k job/day)
  - limite superabile via sottomissione *parallela*, anche da una stessa UI
  - >10 jobs/day

...e in produzione



- job terminati *vs* giorni (ATLAS)
  - Significativo incremento nell'ultimo mese
  - raggiunti i 20k job/day



- Wall-Clock-Time
  - il tempo perso in job falliti (rosso) è tipicamente basso
  - occasionali aumenti dovuti a validazioni e sporadici incidenti

gLite WMS: stato attuale

- I problemi più grossi sono stati risolti e testati
- Gli altri problemi minori sono stati compresi e risolti
- Resta da effettuare i test con queste ultime patch

Conclusioni

- Grid è già funzionante
- Grid è già *determinante*
- Grid ha ancora sfide da affrontare