



Introducción a la Computación Grid



Borja Sotomayor
30 de abril de 2004



Computación Grid

Charla organizada por:



Duración aproximada: 45min





Índice

- ▶ ¿Qué es la Computación Grid?
- ▶ ¿Qué aplicaciones tiene?
- ▶ ¿Cómo funciona la Grid?
- ▶ ¿En qué tecnologías se apoya la Grid?
- ▶ ¿Hacia dónde se dirige la Grid?

Introducción a la Computación Grid



Índice

- ▶ ¿Qué es la Computación Grid?
- ▶ ¿Qué aplicaciones tiene?
- ▶ ¿Cómo funciona la Grid?
- ▶ ¿En qué tecnologías se apoya la Grid?
- ▶ ¿Hacia dónde se dirige la Grid?

Introducción a la Computación Grid



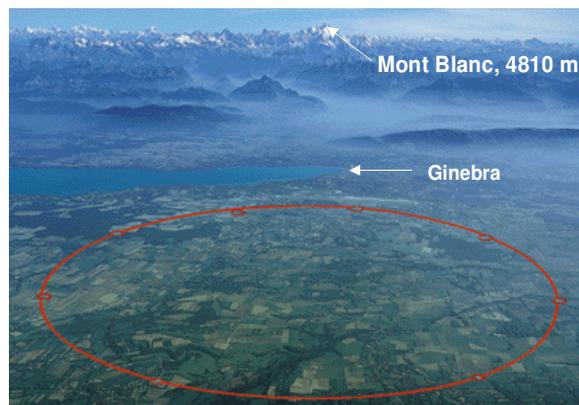
Un problema... (I)



Introducción a la Computación Grid



Un problema... (II)



Introducción a la Computación Grid



Un problema... (III)

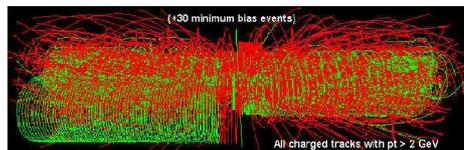
- ▶ El LHC (Large Hadron Collider) es un acelerador/colisionador de partículas de 27km de circunferencia que está siendo construido en el CERN.
- ▶ Su objetivo: encontrar el misterioso *bosón de Higgs*.
- ▶ Empezará a funcionar en el 2007, momento en el cual empezará a producir cantidades desorbitadas de datos.

Introducción a la Computación Grid

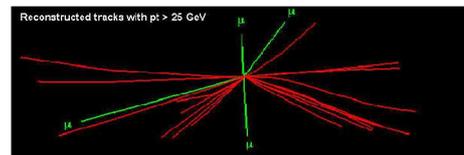


Un problema... (IV)

Partiendo de este evento (1 evento = 1 colisión)...



Hay que buscar esta *signatura característica*:



1 entre 10^{13}

Cómo buscar a una persona en mil poblaciones mundiales.

Introducción a la Computación Grid



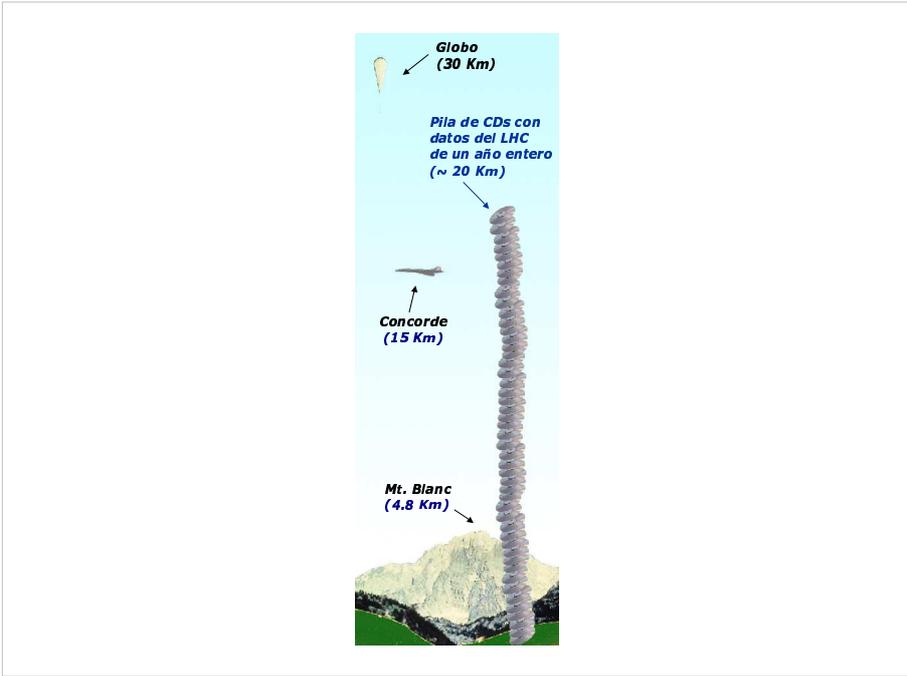
Un problema... (V)

- ▶ 40 millones de colisiones por segundo.
- ▶ Tras un filtrado inicial, sólo 100 colisiones de interés por segundo.
- ▶ Cada colisión genera 1 Megabyte de datos.
 - ▶ 100 Megabytes de datos por segundo que deben ser procesados (de manera no-trivial) y almacenados para su posterior estudio.
 - ▶ El mayor disco duro actualmente puede almacenar 400GB: aprox. 1 hora de colisiones del LHC.



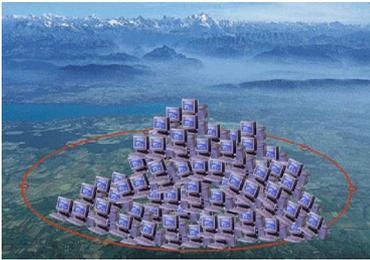
Un problema... (VI)

- ▶ El LHC producirá 10^{10} colisiones cada año.
 - ▶ 10 Petabytes de información cada año.
- ▶ Para que nos hagamos una idea:
 - ▶ 1 MB = una foto digital
 - ▶ 1 GB = 1024 MB = un DVD
 - ▶ 1 TB = 1024 GB = la producción anual total de libros en todo el mundo
 - ▶ 1 PB = 1024 TB = la información que produce uno de los experimentos del LHC.
 - ▶ 1 EB = 1024 PB = la producción anual de información en todo el mundo.



Un problema... (VII)

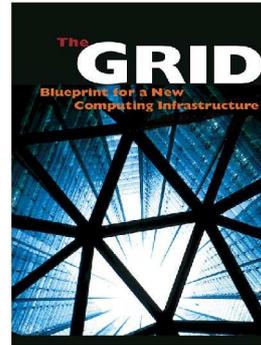
- ▶ La potencia de cálculo y el almacenamiento necesario para este problema es absolutamente inabordable en un único nodo.
 - ▶ Creedme, que no es coña, que en serio que NO se puede hacer.
- ▶ Se ha estimado que harían falta 100.000 procesadores de ultimísima generación.
 - ▶ El CERN "sólo" dispone de 1.000 ordenadores multiprocesador, y 1PB de almacenamiento.





La Solución (I)

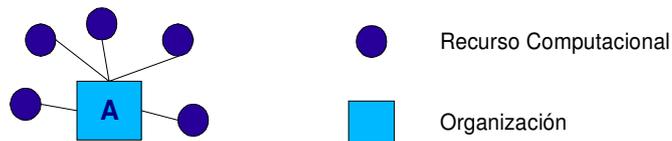
- ▶ Problema: Un único nodo no puede realizar este trabajo.
 - ▶ ¡Pero la potencia combinada de varios nodos trabajando juntos sí!
- ▶ Solución: Conseguir una mayor potencia de cálculo, almacenamiento, aprovechamiento de recursos, etc. combinando los recursos computacionales de varias organizaciones.
 - ▶ Esto, en esencia, es la **Computación Grid**, Un nuevo paradigma de computación distribuida propuesto por Ian Foster y Carl Kesselman a mediados de los 90.



Introducción a la Computación Grid



La Solución (II)

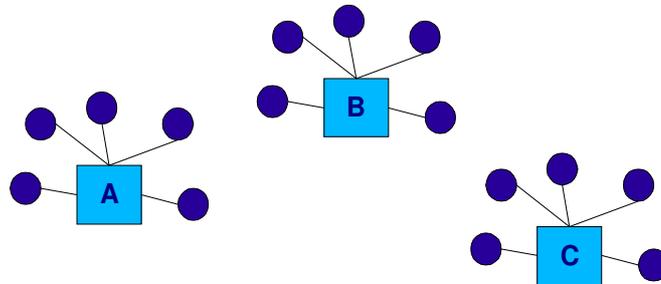


En la computación 'tradicional' una organización tiene que hacerse cargo de todas sus necesidades computacionales utilizando sus propios recursos.

Introducción a la Computación Grid



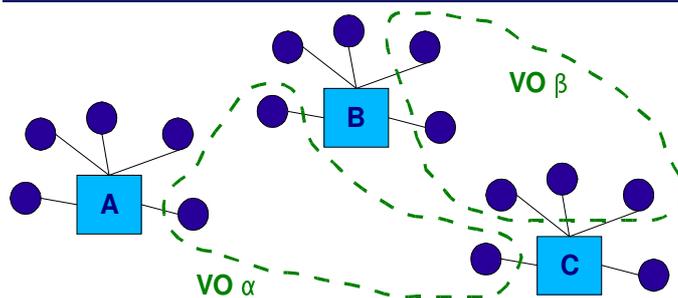
La Solución (III)



En la computación Grid siempre intervienen *varias* organizaciones, cada una con sus propios recursos computacionales.



La Solución (IV)



Los recursos se agrupan dinámicamente para resolver problemas concretos, formando *organizaciones virtuales*.

- ▶ Paralelismo (high throughput) y/o balanceo de carga (high performance)



La Solución (V)

- ▶ ¡Hacer esto no es trivial!
 - ▶ ¿Cómo decido qué recursos forman parte de la VO y cuales no?
 - ▶ Balanceo de carga: ¿Cómo decido a qué recurso se dirige un problema ("programa") concreto?
 - ▶ ¡Esto no es un cluster, son recursos *heterogéneos* de organizaciones *distintas*, separados por *grandes* distancias!
 - ▶ Paralelismo: ¿Cómo 'troceo' un programa que va a ejecutarse en estas condiciones?
 - ▶ ¿Cómo sabe una organización que sus recursos no están siendo abusados, o utilizados de manera maliciosa?



La Solución (VI)

- ▶ La computación Grid, precisamente, se centra en solucionar estos problemas.
- ▶ Más adelante veremos las soluciones concretas (aplicaciones, plataformas, estándares, etc.) que han surgido de la comunidad Grid como respuesta a estos problemas.



La Solución (VII)

- ▶ Volviendo al LHC...
 - ▶ El proyecto EGEE (Enabling Grids for E-science in Europe) aunará los recursos computacionales de docenas de centros en toda Europa para proporcionar potencia de computo y almacenamiento para el LHC.
 - ▶ Se podrán hacer muchas otras cosas con EGEE.
 - ▶ <http://public.eu-egee.org/>



Índice

- ▶ ¿Qué es la Computación Grid?
- ▶ ¿Qué aplicaciones tiene?
- ▶ ¿Cómo funciona la Grid?
- ▶ ¿En qué tecnologías se apoya la Grid?
- ▶ ¿Hacia dónde se dirige la Grid?



Aplicaciones

- ▶ La computación Grid no es ciencia-ficción.
- ▶ Ya hay muchas aplicaciones reales que utilizan computación Grid de manera eficaz y eficiente.
 - ▶ Actualmente, mayoritariamente acotadas al ámbito científico-académico.
 - ▶ Fuera del alcance directo del consumidor final, pero aun así le afecta indirectamente.
 - ▶ Todavía no existe “La Grid”, sino un montón de “grids” en todo el mundo para tipos específicos de aplicaciones.

Introducción a la Computación Grid



Proyectos Grid

EEUU

- NASA Information Power Grid
- DOE Science Grid
- NSF National Virtual Observatory
- NSF GriPhyN
- DOE Particle Physics Data Grid
- NSF TeraGrid
- DOE ASCI Grid
- DOE Earth Systems Grid
- DARPA CoABS Grid
- NEESGrid
- DOH BIRN
- NSF iVDGL

Europa

- EGEE (CERN, ...)
- DataGrid (CERN, ...)
- EuroGrid (Unicore)
- DataTag (CERN,...)
- Astrophysical Virtual Observatory
- GRIP (Globus/Unicore)
- GRIA (Aplicaciones industriales)
- GridLab (Cactus Toolkit)
- CrossGrid (Componentes de infraestructura)
- EGSO (Física Solar)
- UK e-Science Grid

Introducción a la Computación Grid



Áreas de Aplicación (I)

- ▶ Principales áreas de aplicación:
 - ▶ Aplicaciones con grandes necesidades computacionales.
 - ▶ Aplicaciones con grandes necesidades de almacenamiento o proceso de datos.
 - ▶ Aplicaciones colaborativas.



Áreas de Aplicación (II)

- ▶ Aplicaciones con grandes necesidades computacionales
 - ▶ Simulaciones, predicción, monitorización, ...
 - ▶ Proyecto Crossgrid
 - ▶ Modelado y simulación de regiones susceptibles de inundaciones para predecir inundaciones y/o proporcionar datos a equipos de crisis en caso de inundación.
 - ▶ <http://www.eu-crossgrid.org/>



Áreas de Aplicación (III)

- ▶ Aplicaciones con grandes necesidades de almacenamiento o proceso de datos
 - ▶ Aplicaciones que generan un flujo grande y constante de datos. P.ej. LHC
 - ▶ Aplicaciones que se benefician del acceso a datos similares situados en distintas organizaciones. P.ej. Análisis distribuido de mamografías. <http://www.ediamond.ox.ac.uk/>



Áreas de Aplicación (IV)

- ▶ Aplicaciones colaborativas
 - ▶ Aplicaciones que, por su naturaleza, son multi-organización y se benefician de una tecnología que facilita la comunicación entre distintas organizaciones.
 - ▶ Teleconferencias, reuniones virtuales: <http://www.accessgrid.org/>
 - ▶ Colaboración entre sismólogos: <http://www.neesgrid.org/>



Futuras Áreas de Aplicación

- ▶ La última tendencia es conseguir que la tecnología Grid dé el salto del mundo científico-académico al mundo de la empresa.



Índice

- ▶ ¿Qué es la Computación Grid?
- ▶ ¿Qué aplicaciones tiene?
- ▶ **¿Cómo funciona la Grid?**
- ▶ ¿En qué tecnologías se apoya la Grid?
- ▶ ¿Hacia dónde se dirige la Grid?



¿Cómo funciona la Grid?

- ▶ Recordemos: Conseguir distribuir una solución entre recursos computacionales *heterogéneos* de organizaciones *distintas* y geográficamente separadas *no es trivial*.
- ▶ Las tecnologías Grid ya se utilizan. ¿Cómo funcionan? ¿Cómo resuelven los problemas mencionados antes?
- ▶ Vamos a ver:
 - ▶ Arquitectura específica de EDG (<http://www.eu-datagrid.org/>)
 - ▶ Arquitectura general de cualquier grid.

Introducción a la Computación Grid



Lanzar un Job a EDG (I)



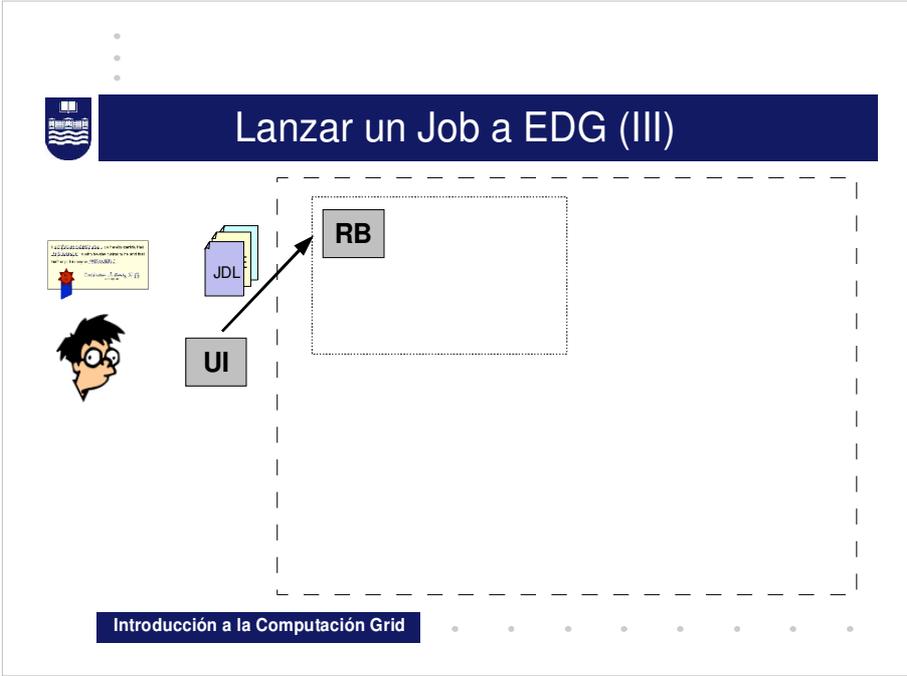
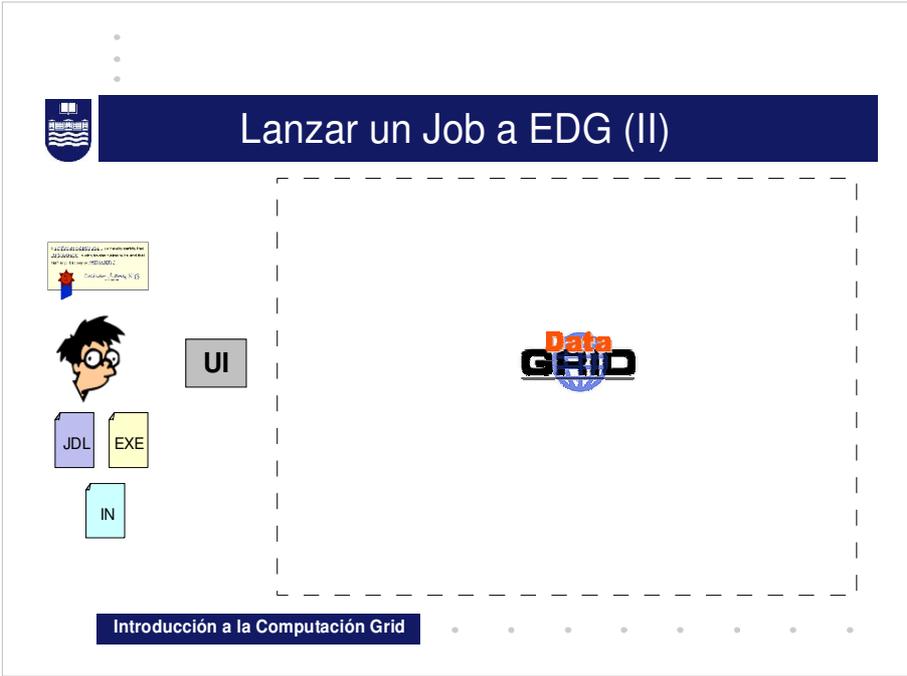
Usuario



Una Grid

Un usuario tiene un programa con unas necesidades computacionales que le sobrepasan, y quiere que ese programa se “ejecute en la grid” (en este caso, EDG). Vamos a suponer que el programa no es paralelizable.

Introducción a la Computación Grid





Lanzar un Job a EDG (IV)



UI

JOB ID: 42

RB

JDL

EXE

IN



Lanzar un Job a EDG (V)



UI

RB

JDL

EXE

IN

¿Qué recursos cumplen condiciones del JDL?

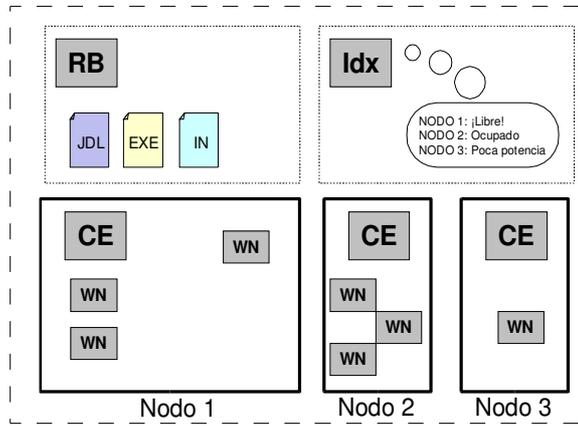
Idx



Lanzar un Job a EDG (VI)



UI



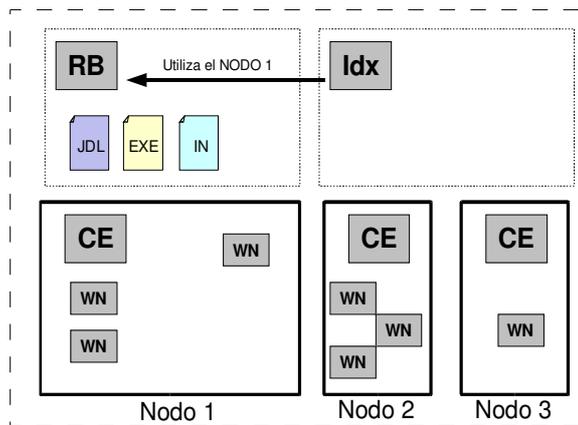
Introducción a la Computación Grid



Lanzar un Job a EDG (VII)



UI



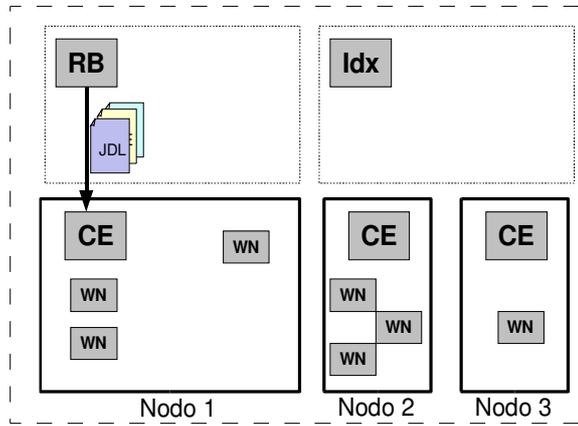
Introducción a la Computación Grid



Lanzar un Job a EDG (VIII)



UI



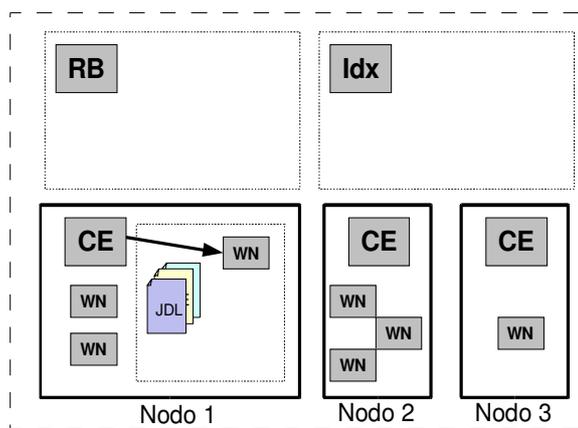
Introducción a la Computación Grid



Lanzar un Job a EDG (IX)



UI



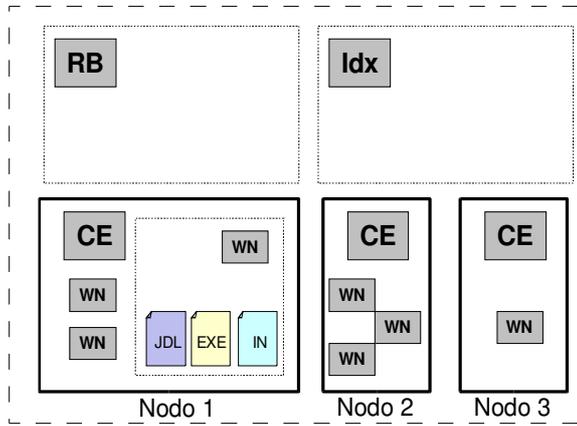
Introducción a la Computación Grid



Lanzar un Job a EDG (X)



UI



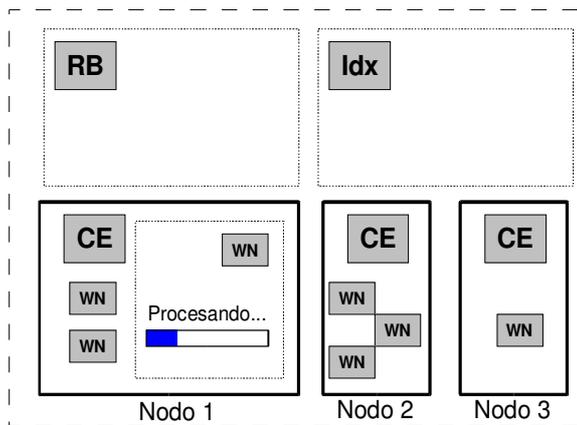
Introducción a la Computación Grid



Lanzar un Job a EDG (XI)



UI



Introducción a la Computación Grid



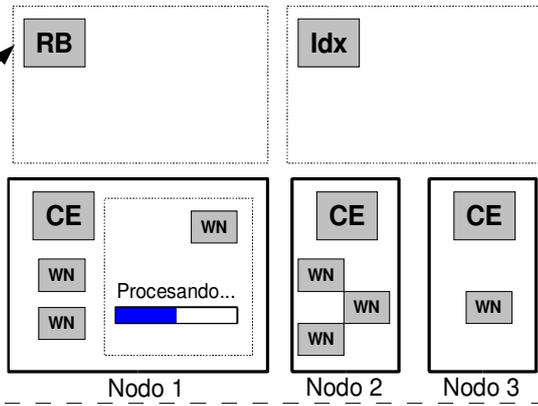
Lanzar un Job a EDG (XII)



¿Estado del Job 42?



UI



Introducción a la Computación Grid



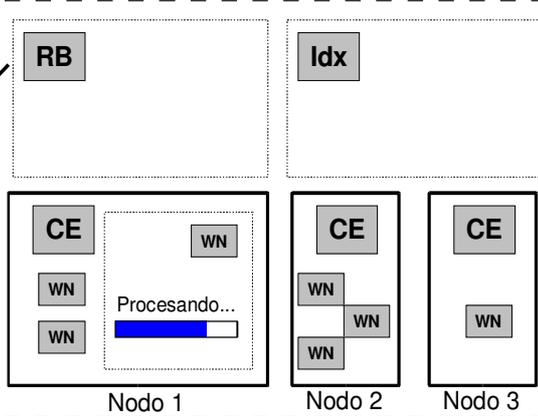
Lanzar un Job a EDG (XIII)



En progreso...



UI



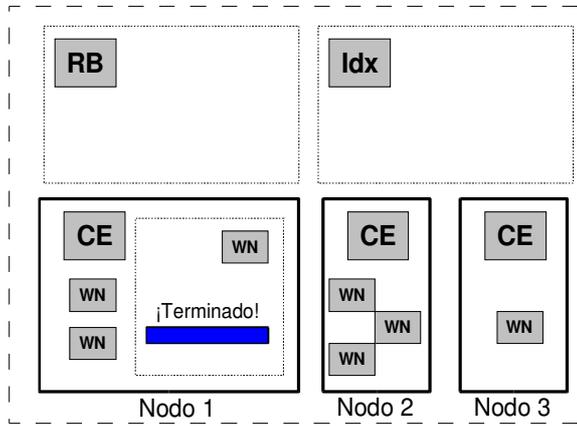
Introducción a la Computación Grid



Lanzar un Job a EDG (XIV)



UI



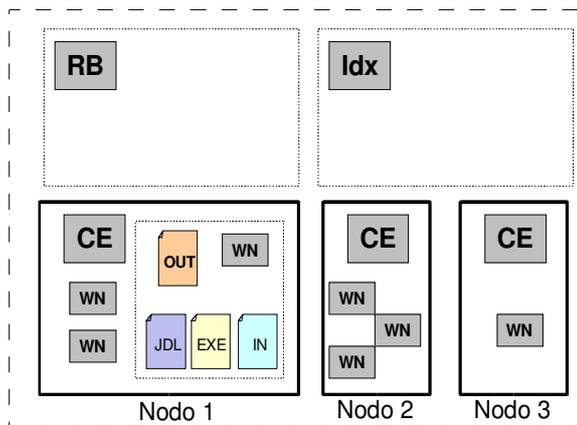
Introducción a la Computación Grid



Lanzar un Job a EDG (XV)



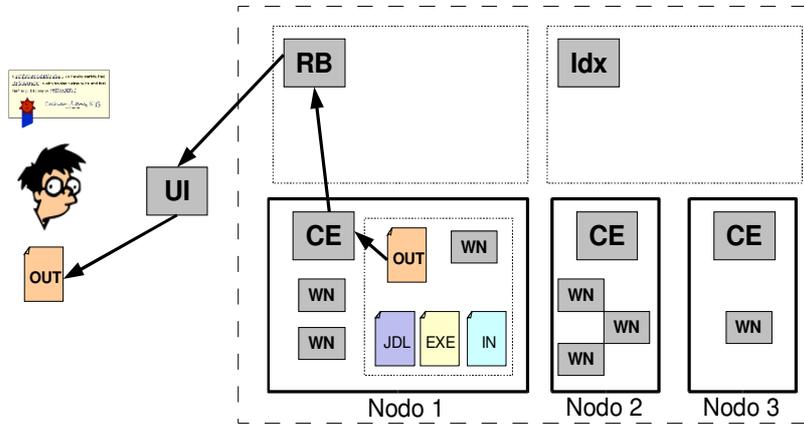
UI



Introducción a la Computación Grid



Lanzar un Job a EDG (XVI)



Introducción a la Computación Grid



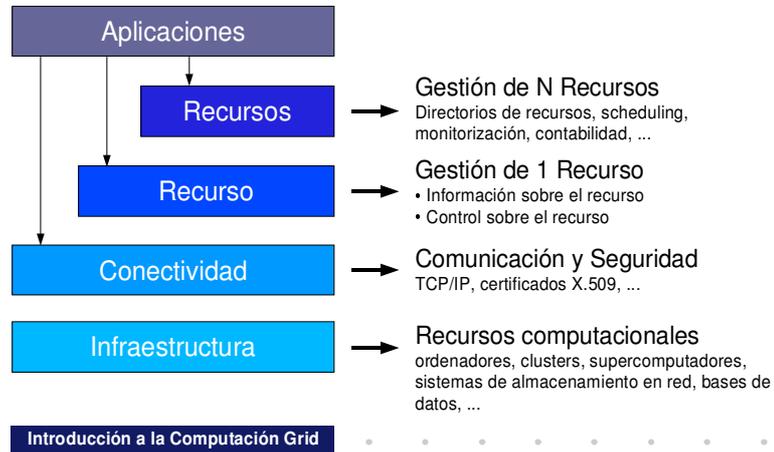
Lanzar un Job a EDG (XVII)

- ▶ Este era un ejemplo sencillo... Se puede complicar:
 - ▶ Paralelización de jobs
 - ▶ Descripción compleja de jobs
 - ▶ Gestión de datos con Replica Catalog, Replica Manager, y Storage Element

Introducción a la Computación Grid



Arquitectura de la Grid



Índice

- ▶ ¿Qué es la Computación Grid?
- ▶ ¿Qué aplicaciones tiene?
- ▶ ¿Cómo funciona la Grid?
- ▶ ¿En qué tecnologías se apoya la Grid?
- ▶ ¿Hacia dónde se dirige la Grid?



Tecnologías de la Grid (I)

- ▶ La computación Grid tiene evidentemente muchas dependencias *hardware*:
 - ▶ Supercomputadores, clusters, pools de ordenadores, etc.
 - ▶ Redes de alta velocidad
 - ▶ Etc.
- ▶ Vamos a centrarnos en la parte *software* y, concretamente, en el *middleware*
 - ▶ Middleware: “Lo que transporta la información del cliente al servidor (y viceversa)”

Introducción a la Computación Grid



Tecnologías de la Grid (II)

- ▶ Es muy sencillo decir “El User Interface (UI) envía el job al Resource Broker (RB)” pero...
 - ▶ ¿Cómo se comunica el UI con el RB?
 - ▶ ¿RPC? ¿CORBA? ¿RMI? ¿Protocolo ad-hoc?
 - ▶ ¿Cómo se describe el job?
 - ▶ ¿Cómo indico que necesito n CPUs? ¿Cómo indico los requisitos mínimos de memoria? etc.
 - ▶ ¿Cómo se transfieren los ficheros?
 - ▶ ¿Mediante invocación de métodos? ¿FTP? etc.
- ▶ Podemos seguir planteando preguntas *ad nauseam* por cada paso que hemos hecho en el ejemplo.

Introducción a la Computación Grid



Tecnologías de la Grid (III)

- ▶ En los comienzos de la computación Grid, cada operación se hacía de manera totalmente ad-hoc.
- ▶ Ahora se está realizando un gran esfuerzo de estandarización, para definir comportamientos e interfaces estándares para todos los servicios que podemos encontrar en una grid:
 - ▶ Gestión de recursos
 - ▶ Gestión de jobs
 - ▶ Seguridad
 - ▶ Cobro por uso de recursos
 - ▶ Etc.



OGSA + OGSF (I)

- ▶ Este estándar unificador se llama el Open Grid Services Architecture (OGSA)
- ▶ Está siendo desarrollado por el Global Grid Forum (<http://www.ggf.org>)



OGSA + OGSII (II)

- ▶ Sin embargo, OGSA sólo especifica las *interfaces* de los servicios individuales.
 - ▶ Por ejemplo, OGSA podría especificar que los servicios de Gestión de Jobs deberían ofrecer las siguientes operaciones:

```
int enviarJob(Job j)
TEstadoJob consultarEstadoJob(int jobid)
int cancelarJob(int jobid)
```
- ▶ Pero... ¿cómo *invocamos* estas operaciones?
 - ▶ ¿RPC? ¿CORBA? ¿RMI? ¿Sockets *a pelo*?

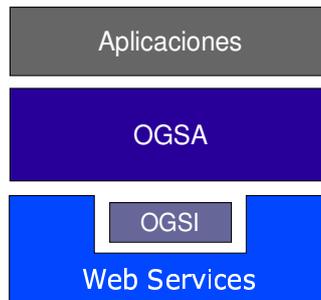


OGSA + OGSII (III)

- ▶ Al empezar a definir OGSA, las cabezas pensantes del GGF decidieron optar por los *web services*
 - ▶ Middleware distribuido particularmente apto para sistemas débilmente acoplados.
- ▶ Sin embargo, a pesar de sus múltiples ventajas, los *web services* eran *insuficientes* para las necesidades de OGSA.
- ▶ El GGF definió el concepto de *grid services* (*web services ampliados*)
 - ▶ El estándar que especifica los *grid services* es OGSII: Open Grid Services Infrastructure



OGSA + OGSi (IV)



Globus Toolkit 3 (I)

- ▶ Actualmente la principal implementación de OGSi (y algunas partes de OGSA) es el **Globus Toolkit 3**.
- ▶ Otras implementaciones de OGSi
 - ▶ OGSi::Lite (Perl)
<http://www.sve.man.ac.uk/Research/AtoZ/ILCT>
 - ▶ OGSi.net (.NET)
<http://www.cs.virginia.edu/~humphrey/GCG/ogsi.net.html>
 - ▶ MS.NETGrid (.NET)
<http://www.epcc.ed.ac.uk/~ogsanet/>
 - ▶ pyOGSi (Python)
<http://www-itg.lbl.gov/gtg/projects/pyOGSi/>

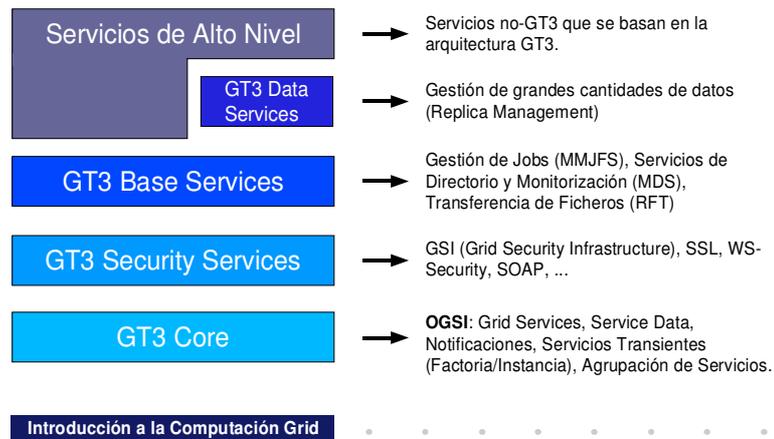


Globus Toolkit 3 (II)

- ▶ El Globus Toolkit es el toolkit más utilizado para implementación de aplicaciones Grid.
- ▶ Implementado principalmente en Java.
- ▶ GT3 no es *únicamente* una implementación de OGSi. Incluye muchos otros servicios *proprios* basados en OGSi.
- ▶ Open source (licencia BSD-derivative)
- ▶ <http://www.globus.org/>



Globus Toolkit 3 (III)





Globus Toolkit 3 (IV)

▶ Pitfall

- ▶ “Si me instalo GT3, puedo empezar a distribuir (de manera transparente) la ejecución de mis programas entre varios ordenadores”
- ▶ ¡No! GT3 proporciona al programador las herramientas *básicas* para programar aplicaciones Grid.
 - ▶ P.ej. Incluye clases Java que nos pueden permitir implementar un Índice de Servicios completo y potente. Sin embargo, la funcionalidad de las clases de GT3 (sin nada más) es muy básica.
- ▶ GT3 es para desarrolladores, *no* para usuarios.



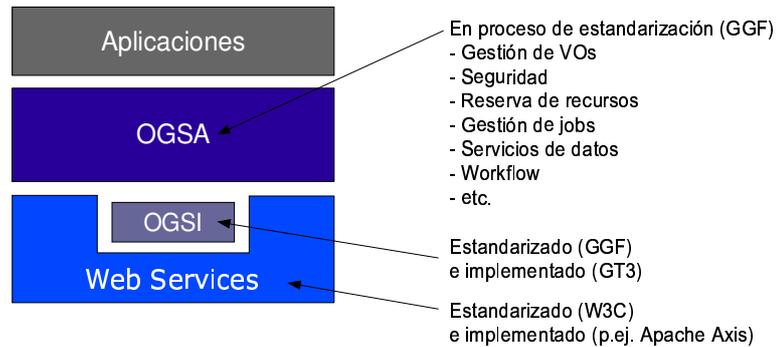
OGSA + OGSi + GT3 (I)

▶ Para no liarse...

- ▶ OGSA: Una arquitectura de servicios para aplicaciones Grid. Se basa en...
- ▶ OGSi: Propone un modelo de Web Services *mejorados* cuya principal implementación es...
- ▶ GT3: Un toolkit de desarrollo que también incluye servicios de seguridad, gestión de jobs, etc.



OGSA + OGSi + GT3 (II)



Índice

- ▶ ¿Qué es la Computación Grid?
- ▶ ¿Qué aplicaciones tiene?
- ▶ ¿Cómo funciona la Grid?
- ▶ ¿En qué tecnologías se apoya la Grid?
- ▶ ¿Hacia dónde se dirige la Grid?



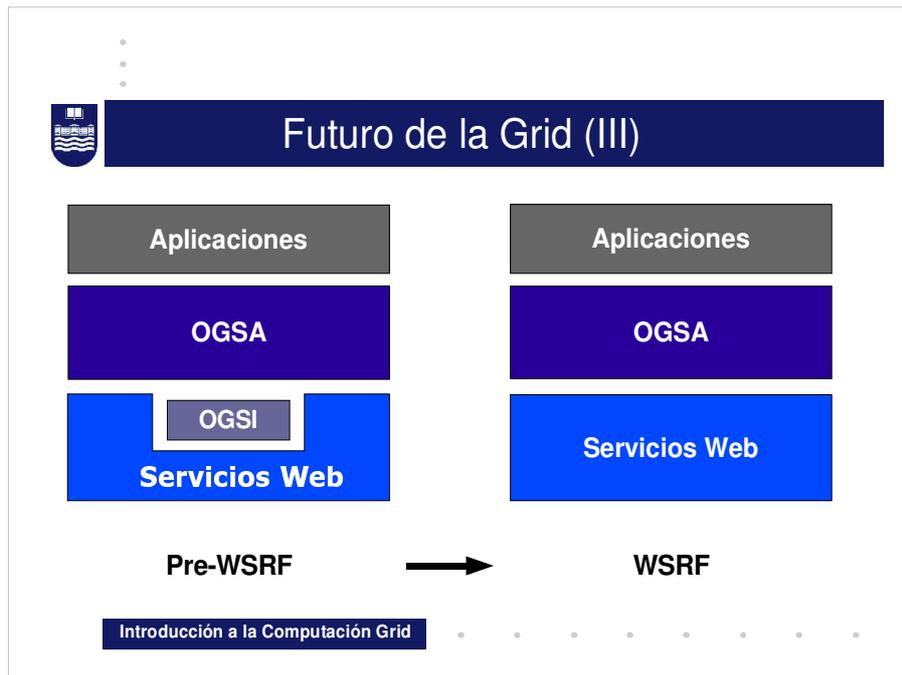
Futuro de la Grid (I)

- ▶ A un nivel técnico...
 - ▶ El nuevo estándar WSRF
- ▶ A un nivel comercial...
 - ▶ Mayor utilización de tecnologías Grid en las empresas
- ▶ A un nivel 'filosófico'...
 - ▶ "La Grid"



Futuro de la Grid (II)

- ▶ **WSRF: Web Services Resource Framework**
 - ▶ Nuevo estándar anunciado en enero de 2004
 - ▶ Uno de los objetivos de OGIS era conseguir la convergencia con los web services (integrar las mejoras de OGIS con los web services).
 - ▶ Este objetivo no se consiguió, y se espera que WSRF sí lo consiga.
 - ▶ WSRF es un estándar mucho más limpio y depurado que OGIS.
 - ▶ La primera implementación de WSRF será GT4, que saldrá en el último cuatrimestre de 2004.



- ...
-
- Futuro de la Grid (IV)**
- ▶ Utilización de tecnologías Grid en empresas
 - ▶ Aunar todos los recursos computacionales de todas las sedes de una empresa.
 - ▶ “Comprar” potencia de cálculo en una Grid ya existente.
 - ▶ “Gridificación” de aplicaciones ya existentes.
- Introducción a la Computación Grid
- ...



Futuro de la Grid (V)

- ▶ “La Grid”
 - ▶ Crear una Grid a nivel mundial que pueda ser fácilmente accesible por usuarios no especializados.
 - ▶ “Tengo que exportar este vídeo de 5GB a otro formato. Voy a enviarlo a la Grid.”
 - ▶ Grid: Analogía con *Electric Grid*
 - ▶ La idea de “La Grid” si que tiene un poco de ciencia-ficción, puesto que plantea desafíos difícilmente superables a corto plazo.
 - ▶ Se tiende a lo práctico: Crear grids para comunidades o problemas específicos.



¡Quiero saber más!

- ▶ GridCafé
 - ▶ <http://gridcafe.web.cern.ch/>
- ▶ Libros “The Grid” y “The Grid 2”
 - ▶ Editados por Ian Foster y Carl Kesselman, 'padres' de la Grid
 - ▶ Más libros de Grid en Biblioteca UD
- ▶ The Globus Toolkit 3 Programmer's Tutorial
 - ▶ <http://www.casa-sotomayor.net/gt3-tutorial/>



¿Preguntas?



Borja Sotomayor
Facultad de Ingeniería - ESIDE
Universidad de Deusto
bsotomay@eside.deusto.es

Introducción a la Computación Grid



Créditos

- ▶ Algunos diagramas de estas transparencias han sido extraídos directamente, con autorización del autor, de la presentación “Grid for Beginners” disponible en el Grid Café:

<http://gridcafe.web.cern.ch/gridcafe/demos/Grid-beginners.ppt>

Introducción a la Computación Grid

