Computación Cluster y Grid

Intoducción

Motivaciones

Aplicaciones que requieren:

- Grandes capacidades de cómputo: Física de partículas, aerodinámica, genómica, …
  - Tradicionalmente alcanzadas por medio de supercomputadores.
  - Los avances tecnológicos no satisfacen.
  - Camino hacia el "Petaflop".
- Necesidades de alta disponibilidad: Sistemas transaccionales de producción, banca, facturación, …
  - Requieren replicación (y control de la misma).
  - No mucho cómputo, pero SIEMPRE debe estar disponible.
  - Implicaciones hardware y software.

Sistemas Distribuidos y Clusters

Caracteística	MPP	SMP/CC-NUMA	Cluster	Sistemas Distribuidos
Número de nodos	O(100) – O(1000)	O(10) – O(100)	O(100) o menos	O(10) – O(1000)
Complejidad de los Nodos	Grano medio/fino	Grano medio/grueso	Grano medio	Diversos tipos
Comunicación Internodos	Paso de mensajes/DSM	Memoria compartida o DSM	Paso de mensajes	De ficheros compartidos a IPCs
Planificación de Trabajos	Cola de procesos única (en host)	Cola de procesos única	Colas múltiples coordinadas	Colas independientes
Soporte SSI	Parcialmente	Siempre	Deseable	No
Tipo y Copias de SO	N x (µkernels, por capas monolíticos)	Monolítico: SMPs Varios: NUMA	N x (homogéneas o µkernels)	N x (SO homogéneos)
Espacio de Direcciones	Múltiple o único (para DSM)	Único	Múltiple o único	Múltiple
Seguridad Internodos	Innecesaria	Innecesaria	Sólo si expuesto	Requerido
Propietario	Una organización	Una organización	1-N organizaciones	N organizaciones

Computación con Clusters

- Alternativa los supercomputadores .
- En lugar de aproximaciones MPP:
  - Hardware específico.
  - Alto coste.
  - Desarrollo hardware lento.
  - Desarrollo software doloroso.
- Se pueden usar equipos de propósito general (PCs):
  - “Commodity hardware” (Commercial-off-the-self: COTS).
  - Coste reducido (y bajando).
  - Desarrollo hardware rápido.
  - Desarrollo software aun más doloroso.

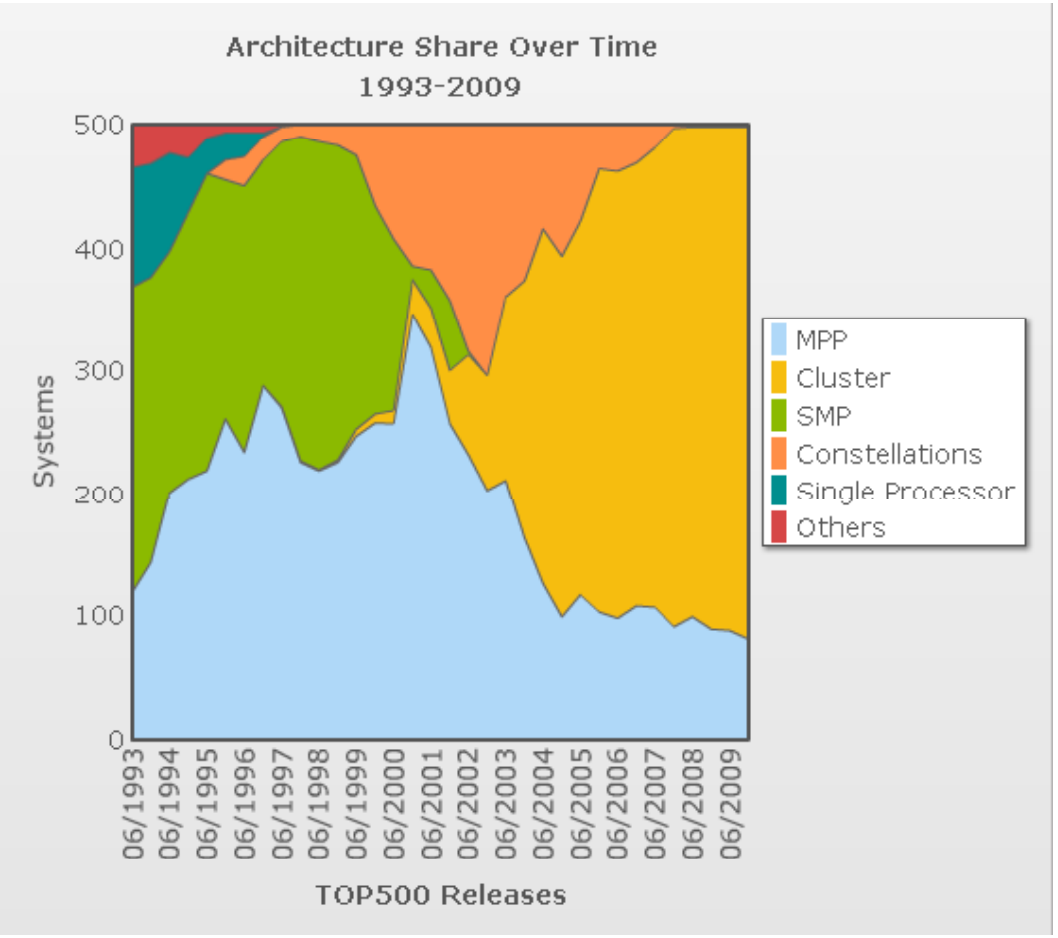
¿Qué es un Cluster?

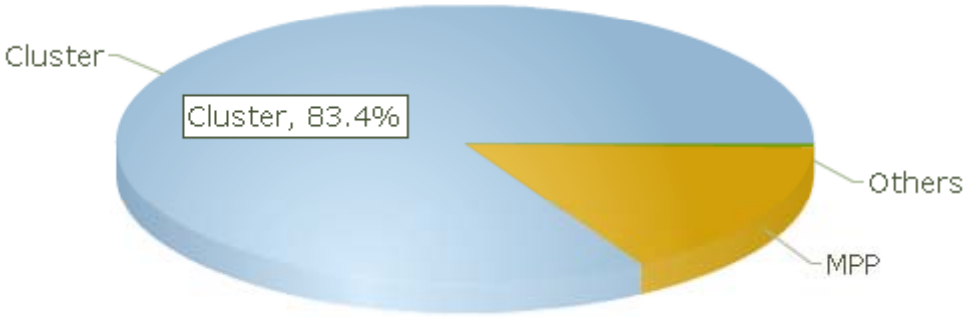
Las características principales son:

- El concepto de cluster se basa en una instalación hardware específica. (Otros conceptos que veremos son conceptos software, un cluster no):
  - Nodos de computación.
  - Red de conexión dedicada.
- La explotación de una instalación cluster hace uso de herramientas específicas, que afecta a:
  - Programación de aplicaciones
  - Interacción y administración

Arquitecturas en el Top 500

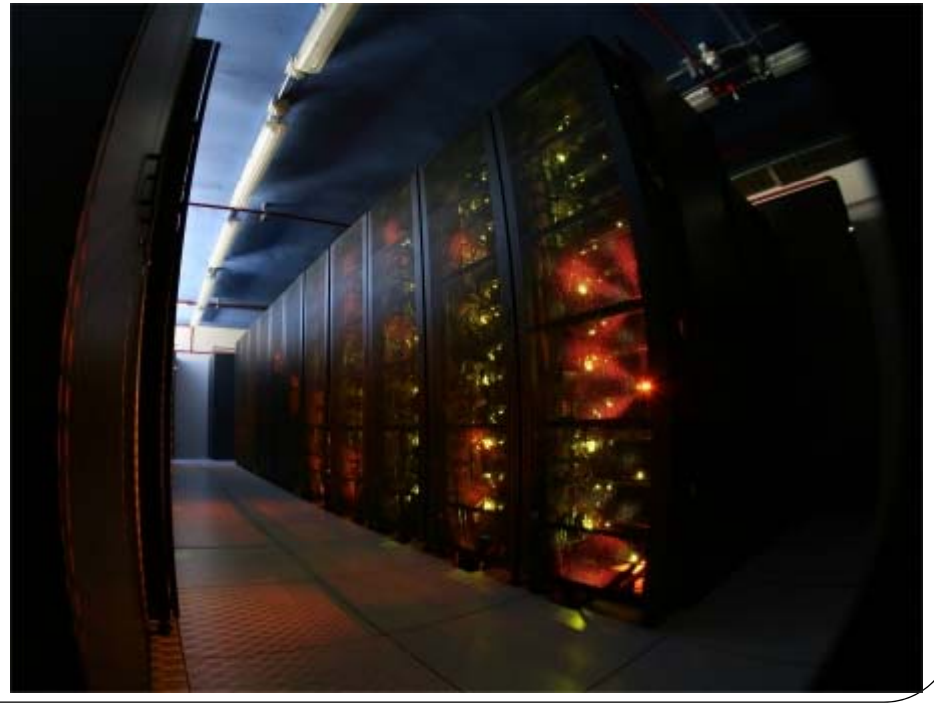
- Supremacía de los sistemas cluster sobre otras arquitecturas





Clusters más Representativos I

- Magerit (Top 34/335)
  - 1204 nodos (1036 nodos eServer BladeCenter JS20 y 168 nodos eServer BladeCenter JS21)
    - JS20: 2 cores en dos procesadores IBM PowerPC single-core 970FX de 64 bits a 2'2 GHz, 4 GB
    - JS21: 4 cores en dos procesadores IBM PowerPC dual-core 970MP de 64 bits a 2'3 GHz, 8 GB
  - 15955 GFlops (LINPACK)
  - 5488 GB RAM
  - 65 TB Disco (GPFS)
  - Red Myrinet x 6 Switches
  - GigaEthernet x 2 Switches



Clusters más Representativos II

- Marenostrum (Top 5/77)
  - 4812 nodos
    - JS21: 4 cores en dos procesadores IBM PowerPC dual-core 970MP de 64 bits a 2'3 GHz, 8 GB
  - 63830 GFlops (LINPACK)
  - 20480 GB RAM
  - 280 TB Disco (GPFS)
  - Red Myrinet x 12 Switches
  - GigaEthernet x 5 Switches

Clusters más Representativos III

- Roadrunner (Top 1/2)
  - 12240 + 6562 procesadores
    - QS22: IBM PowerXCell 8i
    - AMD Opteron
  - 1.026 PFlops (LINPACK)
  - 103.6 TB RAM
  - Triblade / Infiniband

Clusters más Representativos IV

- Jaguar (Top 1)
  - Cray XT5-HE
    - 224,256 AMD Opteron Six Core 2.6 GHz
  - 1.75 PFlops (LINPACK)
  - 10 PB Disco (Spider/Lustre)
  - 598TB RAM
  - Cray SeaStar Network

Limitaciones de los Clusters

- Sobrecarga por comunicación:
  - Implementaciones de grano fino: difíciles de diseñar, difíciles de afinar y mucho más difíciles de escalar.
  - Las implementaciones de grano grueso son más fáciles. Pero, en este caso ¿Se necesitan anchos de banda espectaculares?
- Mantenimiento:
  - La ampliación de un cluster es costosa en grandes tamaños.
  - Es una solución escalable … pero ¿hasta que punto pueden hacerlo?
- Recursos infrautilizados:
  - Los clusters son instalaciones dedicadas.
  - Un organización típica tiene desperdicia millones de ciclos de computo en sus ordenadores personales.
- Siempre existe un problema **mas grande.**

Intranet Computing

- Si yo tengo un montón de instalaciones de cómputo (incluidos los clusters, pero o restringiéndome sólo a ellos), ¿qué podría hacer?
  - Programar el algoritmo.
  - Dividir el espacio de soluciones o los datos de entrada (o ambos).
  - Distribuir el trabajo.

Ejecutar varios trabajos secuenciales o paralelos por medio de una herramienta de gestión de recursos

- Intranet computing:
  1. Opera dentro de la organización.
  2. Opera sobre hardware diferente (arquitectura y prestaciones).
  3. Trata un problema concreto. (los clusters u otros sistemas distribuidos son soluciones más generales)

Intranet Computing

- Aumenta la utilización de los recursos informáticos.
- El coste efectivo por ciclo de CPU usado es mínimo.
- Mejora en aspectos de escalabilidad.
- Mejora en disponibilidad.
- Simplifica la administración y el mantenimiento.
- Ejemplo:
  - Sun Grid Engine (Sun Microsystems),
  - Condor (University of Wisconsin),
  - LSF (Platform Computing)

Problemas con los Clusters de Gran Tamaño

- No es posible gestionar recursos fuera del dominio de administración:
  - Algunas herramientas (Condor, LSF) permiten la colaboración entre diferentes departamentos asumiendo la misma estructura administrativa.
- No se cumple la política de seguridad o los procedimientos de gestión de recursos.
- Los protocolos y los interfaces, en algunos casos, no se basan en estándares abiertos..
- Recursos a manejar: CPU, compartición de datos?

Más allá de los Clusters

- Computación Grid:
  - Agregación de clusters y de máquinas "ociosas".
  - Sistemas de planificación y ejecución de trabajos y de checkpointing.
  - Más de 1000 nodos.
  - e.g: Condor or Maui
- Computación colaborativa (Metacomputación):
  - Similar a la computación Grid pero sobre redes extensas de ámbito mundial (Internet).
  - Compartición de carga entre nodos que colaboran.
  - E.g: Seti@Home, Folding@Home, DESKeys

Elemento Clave: Acceso a Recursos

- **Fácil:** Uso intuitimo (similar a Web).
- **Transparente:** No resulta necesario conocer la ubicación física
- **Rápido:** Tiempo de respuesta aceptable
- **Seguro:** Control de acceso a recursos e información
- **Permanente:** Siempre disponible (24x7)
- **Económico:**
  - Menor coste al compartir infraestructuras
  - El coste debe ser conocido

Organizaciones Virtuales

- Una organización virtual (*virtual organization:VO*) está compuesta por recursos, servicios y personas que colaboran más allá de las fronteras institucionales, geográficas y políticas.
- Permiten el acceso directo a recurso de computación, software y datos y, por lo general, utilizan el substrato de la tecnología Grid.

- Proporcionan
  - Un portal Grid para agrupar todos los elementos.
  - Servicios de directorio
  - Infraestructura de seguridad

Redes Internacionales de Sistemas Grid

- Dichas infraestructuras disponen de conexiones de red extensa de gran ancho de banda.
- Se basan en infrestructuras de red nacionales o internacionales de propósito general:
  - RedIRIS, REDImadrid (España)
  - GÉANT (Europa)
  - TERAGrid backbone (USA)
  - ALICE y CLARA (Lationamérica)

- Colectivos internacionales asociados:
  - The Internet Engineering Task Force
    - http://www.ietf.org/
  - Dante
    - http://www.dante.net/

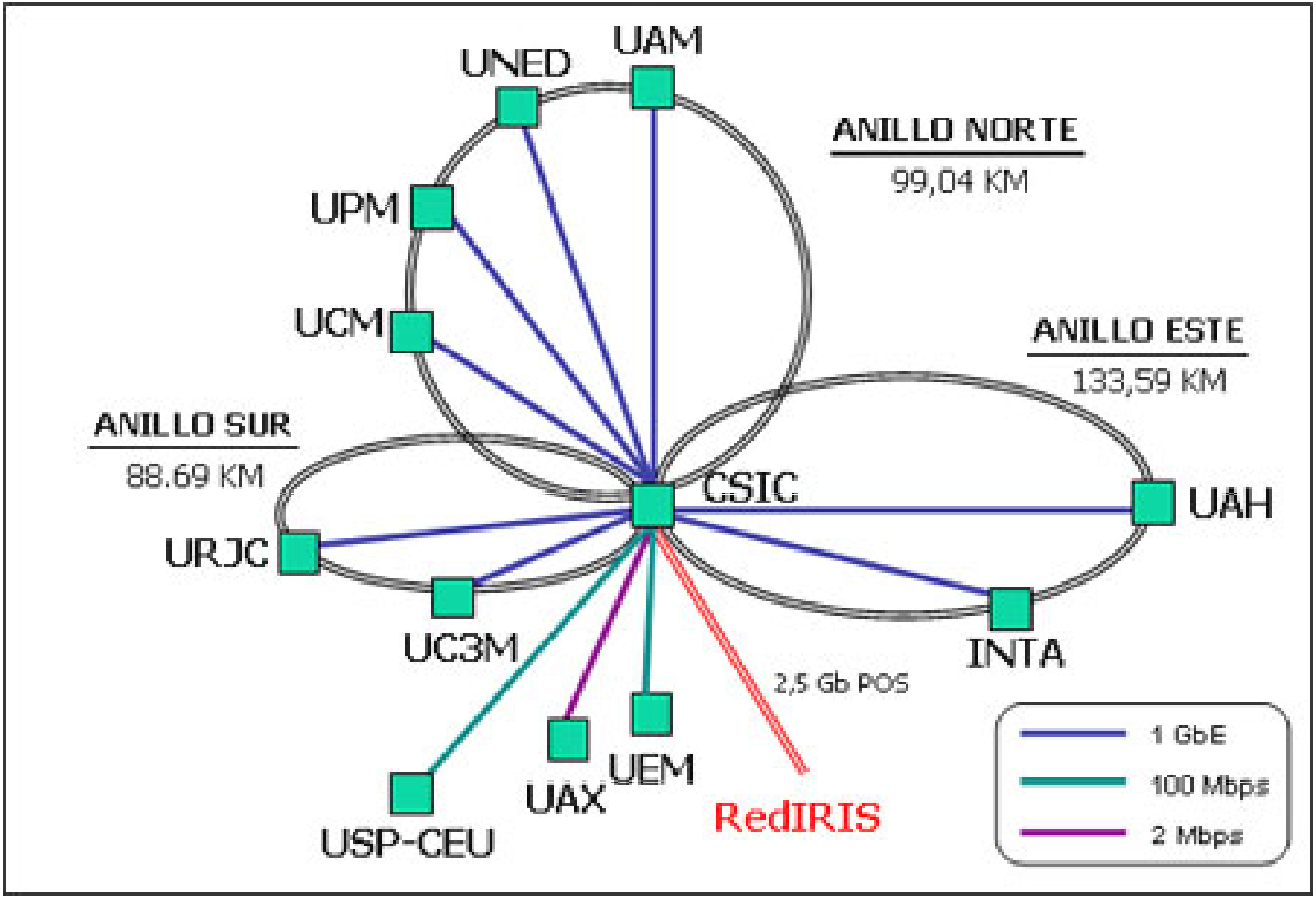
RedIris

- España 1988: Red académica y de investigación española
- Infraestructura:
  - Núcleo de la red a 2,5 Gbps con, al menos, dos conexiones por nodo autónomo.
- Red actual:
  - 18 puntos de presencia, 10 enlaces de 2,5 Gbps, 13 a 622 Mbps y 6 a 155 Mbps.
- Presupuesto 2003:
  - 16,8 M€ de gastos de operación y 2,1 M€ para inversiones.
- RedIRIS conecta:
  - Más de 260 instituciones: Universidades y Centros de I+D
  - Conexiones externas a otras redes de investigación a la red comercial.

RedIris


ASTURIAS
CANTABRIA
PAIS VASCO
GALICIA
NAVARRA
RIOJA
CASTILLA Y LEÓN
ARAGÓN
CATALUÑA
MADRID
NACIONAL
BALEARES
CASTILLA LA MANCHA
VALENCIA
EXTREMADURA
MURCIA
ANDALUCIA
CANARIAS (tenerife)
CANARIAS (las palmas)
10 Gbps
2,5 Gbps
622 Mbps
155 Mbps

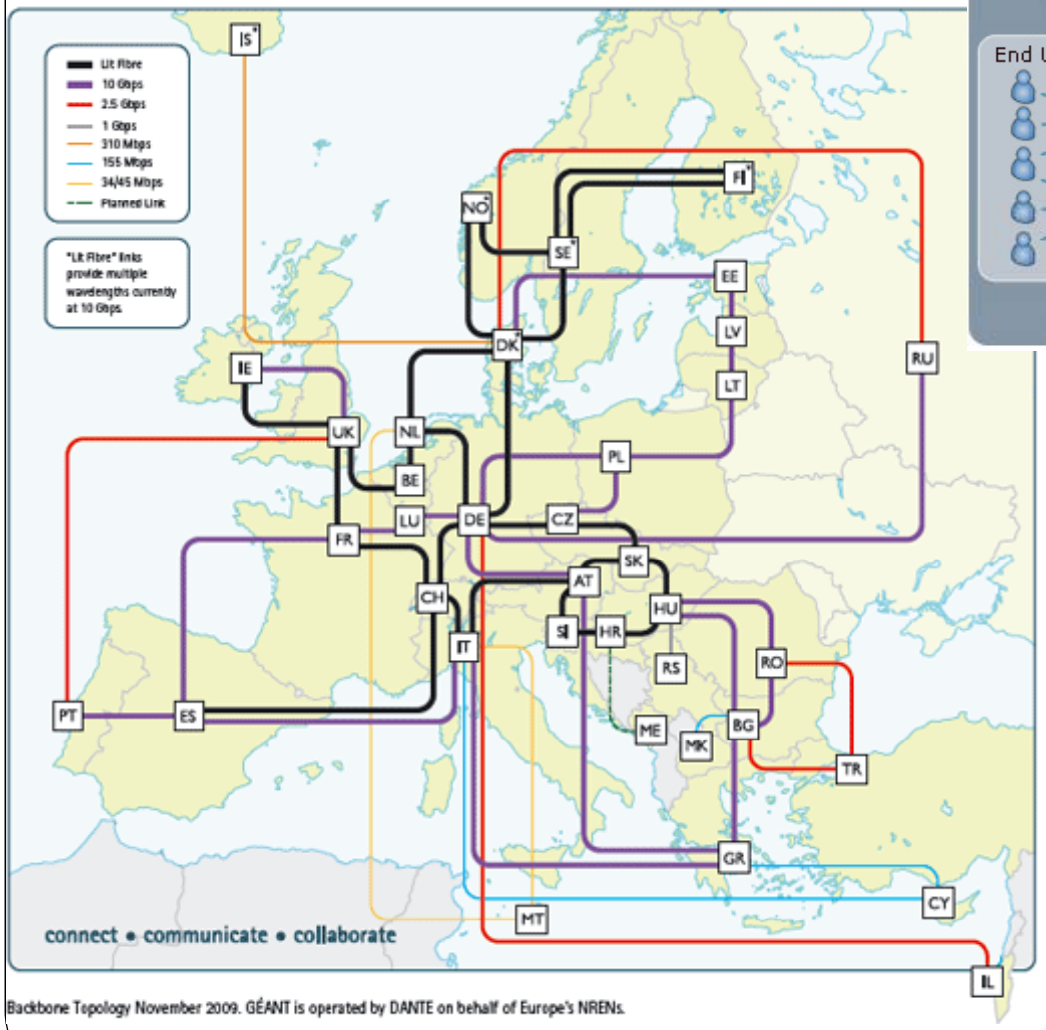
REDIMadrid


UNED
UAM
ANILLO NORTE
99,04 KM
UPM
UCM
ANILLO ESTE
133,59 KM
ANILLO SUR
88.69 KM
CSIC
UAH
URJC
UC3M
INTA
2,5 Gb POS
UEM
UAX
USP-CEU
RedIRIS
1 GbE
100 Mbps
2 Mbps

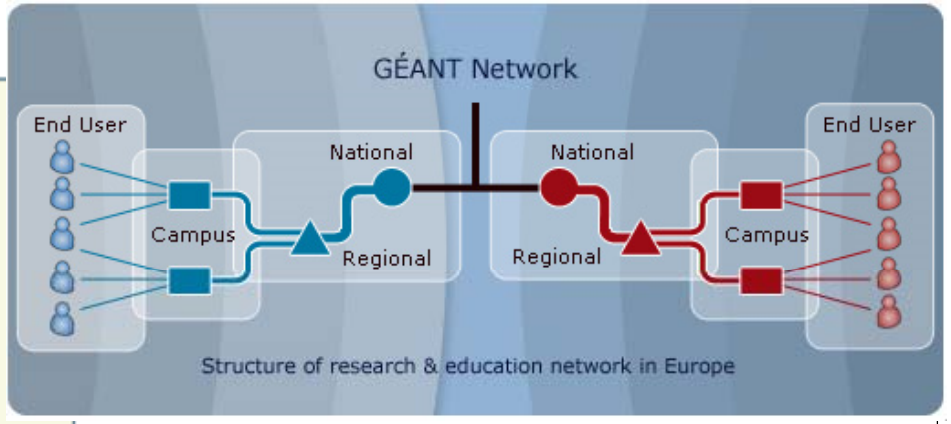
GÉANT

- GÉANT: Red europea multigigabit para la comunicación de datos de investigación y educación.
- Conecta más de 3500 centros de investigación y educación en 33 países a lo largo de 29 redes regionales
- GÉANT proporciona apoyo a los investigadores para:
  - Transmisión de datos a 10Gbps
  - Hacer uso de aplicaciones avanzadas de red (e.g., Grid Computing).
  - Colaboración, en tiempo real, sobre recursos de investigación.
  - Técnicas de computación avanzada, imposibles anteriormente

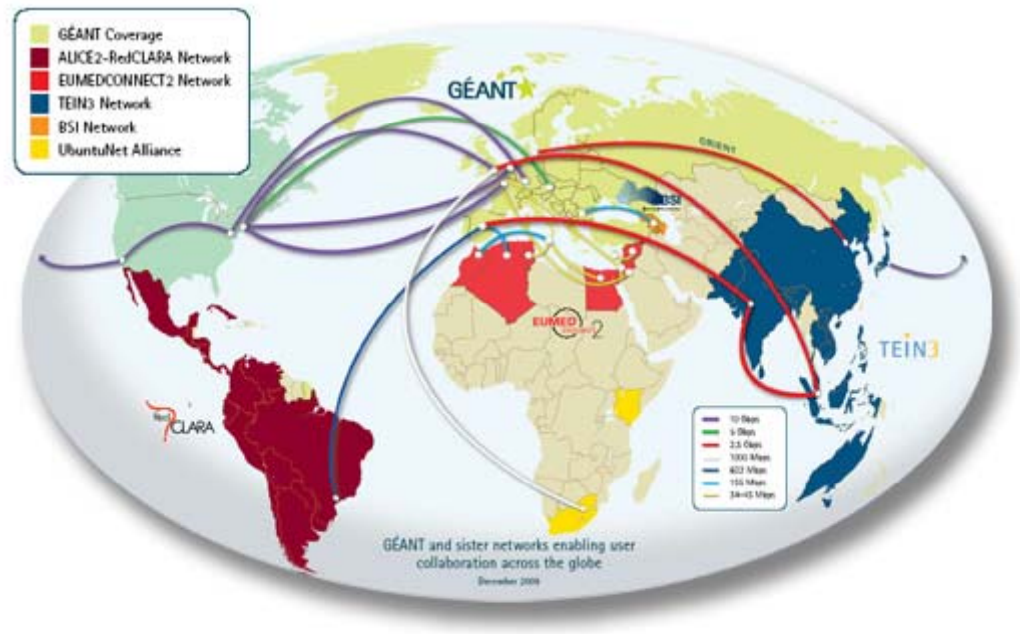
GÉANT y GÉANT2



Backbone Topology November 2009. GÉANT is operated by DANTE on behalf of Europe's NRENs.



Conexiones Internacionales



Project	Global Region
ALICE2	Latin America
EUMEDCONNECT2	Mediterranean
ORIENT	China
TEIN3	Asia-Pacific
CAREN	Central Asia
Internet2	North America
ESnet	North America
UbuntuNet Alliance	Southern and Eastern Africa
CANARIE	North America
NISN	North America
NLR	North America
USLHCNet	North America

TeraGrid

Fundada por la NSF.
Coordinada por medio de GIG (Univ. Chicago)
Conecta los principales centros de supercomputación

ALICE y CLARA

Evoluciones de la red CEASAR
Acuerdos con CIEMAT y UPM
Conexiones USA: Miami y Tijuana