

14

INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA GRID

Fernando Martín-Sánchez

Jefe del Área de Bioinformática y Salud Pública. Unidad de Coordinación de Informática Sanitaria
Instituto de Salud "Carlos III"

Alberto Villafranca Ramos

Jefe de Servicio de Sistemas de Informáticos. Subdirección General de Sistemas de Información
Ministerio de la Presidencia. Complejo de La Moncloa

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, muchos desarrollos científicos y tecnológicos han surgido como respuesta a alguna necesidad. Fue en el CERN (Laboratorio Europeo de Física de Altas Energías) en Ginebra donde Tim Berners Lee se planteó una pregunta: ¿Cómo poder traer hasta un ordenador los datos que están almacenados en otras máquinas?. La respuesta fue la World Wide Web.

Hoy podemos ir un paso más allá de la Web, permitiendo que los ordenadores compartan no sólo información, sino también poder de cálculo y capacidad de almacenamiento. Esto es el GRID.

Imaginemos a un científico que quiere ejecutar un programa creado por un colega. Si contase con una infraestructura como la del GRID, no necesitaría instalar dicho programa en su máquina. En lugar de ello, solicitaría al GRID que lo ejecutase remotamente en la computadora que almacena ese programa. Pero ¿qué ocurriría si la máquina está ocupada?. No hay problema. Podría solicitar al GRID que buscara una copia del programa deseado en otra computadora o en otro conjunto de computadoras desocupadas, sin importar que dichas máquinas estuviesen situadas en el otro extremo del planeta, y ejecutarlo allí. De hecho, no necesitaría hacer ninguna petición explícita al GRID. Éste se ocuparía de encontrar para él el mejor lugar donde ejecutar el programa y lo instalará allí.

El término “GRID” aparece como consecuencia de su analogía con la red de energía eléctrica (Electric Power GRID): nos podemos “enchufar” al GRID para obtener potencia de cálculo sin preocuparnos de dónde viene, igual que hacemos cuando enchufamos un aparato eléctrico.

2. ¿CÓMO FUNCIONA EL GRID?.

Podemos describir, de forma sucinta, en funcionamiento del GRID del siguiente modo:

- El GRID descansa sobre un software, denominado “middleware”, que asegura la comunicación transparente entre diferentes ordenadores repartidos por todo el mundo.
- El segundo elemento es un motor de búsqueda que no sólo encontrará los datos que el usuario necesite, sino también las herramientas para analizarlos y la potencia de cálculo necesaria para utilizarlas.
- Al final del proceso, el GRID distribuirá las tareas de computación a cualquier lugar de la red en la que haya capacidad disponible y enviará los resultados al usuario.

Este funcionamiento se sostiene en **cinco pilares básicos**:

- **La posibilidad de compartir recursos.**
- **La seguridad – acceso seguro.**
- **El uso eficiente de los recursos.**
- **Redes de comunicaciones fiables que eliminen las distancias.**
- **Estándares abiertos.**

Examinemos con más detalle cada uno de estos puntos.

2.1. La posibilidad de compartir recursos.

Esta es la idea que está detrás del GRID: poder utilizar recursos remotos que nos permitan realizar tareas que no podríamos abordar en nuestra máquina o centro de trabajo.

La idea va más allá del simple intercambio de ficheros; se trata del acceso directo a software, ordenadores y datos remotos, así como acceso y control de otros dispositivos (sensores, telescopios, etc).

Pero debemos hacer frente a un hecho: **los recursos pertenecen a muchas personas distintas**. Por tanto, nos encontramos con dominios administrativos diferentes, en los que se ejecuta software heterogéneo, y sometidos a las más diversas políticas de control de acceso y seguridad.

Este es un punto crucial del GRID: no se trata de conseguir algo por nada o de ofrecer nuestros recursos de computación de forma altruista. Más bien se trata de crear una situación entre los propietarios de recursos de computación donde todos los implicados puedan apreciar las ventajas de compartirlos, en la que haya mecanismos que aseguren la confianza entre los usuarios, y estableciendo las condiciones de uso de sus recursos: cuándo y qué puede hacerse en ellos.

2.2. Acceso seguro

Como en cualquier otra aplicación la seguridad es esencial y se centra en los siguientes aspectos:

- **Política de Accesos:** Tanto los que ofrecen sus recursos como los que los utilizan deben definir cuidadosamente qué es lo que van a compartir, a quién se permite el acceso y bajo qué condiciones.
- **Autenticación:** Es necesario un mecanismo para establecer la identidad de un usuario o de un recurso concreto.
- **Autorización:** También hace falta un procedimiento para determinar si una determinada operación es consistente con las relaciones que se han definido previamente de cara a compartir recursos.

El GRID necesita una forma eficiente de recopilar una serie de información:

- ¿Quién está autorizado a utilizar el GRID?.
- ¿Qué recursos está autorizado a utilizar?.
- ¿Quién da fe de que un usuario es quien dice ser?.
- ¿Cuáles son las políticas de uso de los diferentes recursos?.

Todos esos elementos pueden cambiar de un día para otro, lo que significa que, para que funcione de forma eficiente, el GRID debe ser extremadamente flexible, capaz de adaptarse a todos los cambios y además contar con un mecanismo de “contabilidad” eficiente.

2.3. La utilización eficiente de recursos.

El tercer aspecto fundamental en la tecnología GRID es **el uso eficiente de los recursos**. Es aquí donde radica el verdadero interés del GRID. No importa la cantidad de recursos de los que uno disponga; siempre habrá usuarios haciendo cola para utilizarlos. Se necesitan mecanismos para repartir el trabajo de forma automática y eficiente entre una gran cantidad de recursos, reduciendo las colas de espera.

La idea se parece mucho a las colas en las cajas de un supermercado. Todo el mundo se dirige a la cola más corta. Lo que ocurre es que cuando nos colocamos en una, la persona que va delante ha elegido un producto cuyo código de barras no puede leer el escáner y averiguar el

precio del artículo se convierte en una odisea. Así que lo que realmente necesitamos saber es, no sólo cuál es la cola más corta, sino también cuánto tiempo va a tardar cada persona en pasar por la caja.

En el GRID, en principio, tendremos información sobre los diferentes trabajos que se han enviado y, ya que todo se está ejecutando en ordenadores, podemos calcular cuál sería la asignación óptima de recursos. Para ello existe un *software* que lleva a cabo este trabajo y que, en general, gestiona la actividad del GRID. Este software recibe el nombre de “**middleware**”, y hablaremos de él más adelante.

2.4. Redes de comunicaciones rápidas y fiables

La existencia de conexiones de alta velocidad es lo que hace posible el GRID a escala mundial. Hace diez años hubiese sido ingenuo tratar de enviar grandes cantidades de datos a través del mundo para que se pudiesen procesar más rápido en otros ordenadores. El tiempo que se tardaba en transferirlos anularía el beneficio de un procesamiento más rápido.

2.5. Estándares abiertos

El quinto y último punto es el de los estándares. El objetivo es conseguir que las aplicaciones que se ejecuten en un GRID puedan funcionar en cualquier otro. Debido a que **la naturaleza última del GRID es compartir recursos**, es comprensible que la existencia de estándares abiertos redunde en beneficio de todos los agentes participantes.

Actualmente, los estándares de GRID los desarrolla el Global GRID Forum, y un estándar, conocido como OGSA (Open GRID Services Architecture), aparece como la referencia clave para los proyectos de desarrollo GRID.

En esencia, los principales proyectos relacionados con GRID se están desarrollando en base a una serie de protocolos y servicios que ofrece el **Globus Toolkit** (una infraestructura de código abierto desarrollada por la **Globus Alliance**) proporcionando un conjunto de herramientas para implementar los servicios y capacidades básicas para construir un GRID, tales como la seguridad, la localización y gestión de recursos y las comunicaciones, mediante una serie de programas que implementan estos servicios.

Muchos de los protocolos y funciones definidas por el Globus Toolkit son similares a los que existen actualmente para redes y sistemas de almacenamiento, aunque optimizados para el GRID. Además, las herramientas se pueden integrar por separado en los programas de software existentes para ir acomodándolos a los requisitos del GRID y se encuentra a disposición general bajo un acuerdo de licencia “open source”. Esto permite a todos los interesados utilizarlo libremente y al mismo tiempo añadir mejoras.

3. LA ARQUITECTURA DEL GRID.

Habitualmente se describe la arquitectura del GRID en términos de “capas”, ejecutando cada una de ellas una determinada función. Como es habitual en este tipo de enfoque, las capas más altas están más cerca del usuario, en tanto que las capas inferiores lo están de las redes de comunicación.

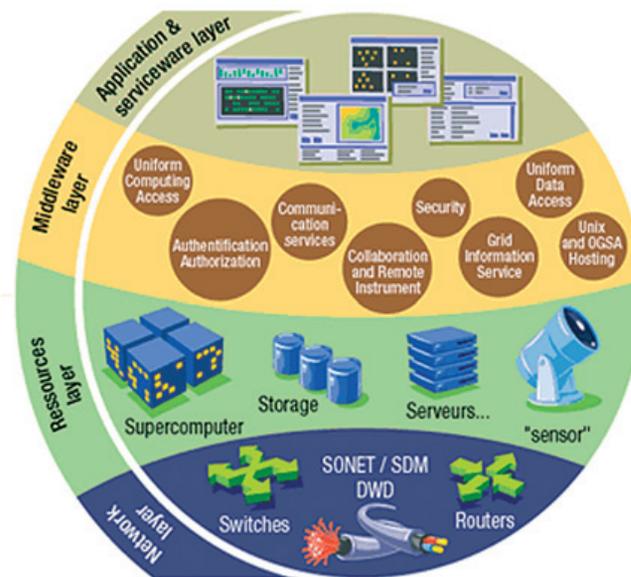


Figura 1: Arquitectura del GRID. (Fuente: CERN).

Empezando por los cimientos, nos encontramos con la **capa de red**, responsable de asegurar la conexión entre los recursos que forman el GRID. En la parte más alta está la **capa de recursos**, constituida por los dispositivos que son parte del GRID: ordenadores, sistemas de almacenamiento, catálogos electrónicos de datos e incluso sensores que se conecten directamente a la red.

En la zona intermedia está la **capa de "middleware"**, encargada de proporcionar las herramientas que permiten que los distintos elementos (servidores, almacenes de datos, redes, etc) participen de forma coordinada en un entorno GRID unificado.

El *middleware*, es el auténtico "cerebro" del GRID y se ocupa de las siguientes funciones:

- Encontrar el lugar conveniente para ejecutar la tarea solicitada por el usuario.
- Optimiza el uso de recursos que pueden estar muy dispersos.
- Organiza el acceso eficiente a los datos.
- Se encarga de la autenticación de los diferentes elementos.
- Se ocupa de las políticas de asignación de recursos.
- Ejecuta las tareas.
- Monitoriza el progreso de los trabajos en ejecución.
- Gestiona la recuperación frente a fallos.
- Avisa cuando se haya terminado la tarea y devuelve los resultados.

El ingrediente fundamental del **middleware** son los **metadatos** (datos sobre los datos), que contienen, entre otras cosas, toda la información sobre el formato de los datos y dónde se almacenan (a veces en varios sitios distintos).

El **middleware** está formado por muchos programas software. Algunos de esos programas actúan como **agentes** y otros como **intermediarios**, negociando entre sí, de forma automática, en representación de los usuarios del GRID y de los proveedores de recursos.

Los agentes individuales presentan los metadatos referidos a los usuarios, datos y recursos. Los intermediarios se encargan de las negociaciones entre máquinas (M2M) para la autentica-

ción y autorización de los usuarios y se encargan de definir los acuerdos de acceso a los datos y recursos y el su caso, el pago por los mismos. Cuando queda establecido el acuerdo, un intermediario planifica las tareas de cómputo y supervisa las transferencias de datos necesarias para acometer cada trabajo concreto. Al mismo tiempo, una serie de agentes *supervisores* especiales optimizan las rutas a través de la red y monitorizan la calidad del servicio.

Por supuesto, todo esto ocurre en un intervalo de tiempo muchísimo menor que el que llevaría a los seres humanos realizar las mismas tareas manualmente.

En la capa superior de este esquema está la **capa de aplicación** donde se incluyen todas las aplicaciones de los usuarios, portales y herramientas de desarrollo que soportan esas aplicaciones. Esta es la capa que ve el usuario.

Además, en las arquitecturas más comunes del GRID, la **capa de aplicación** proporciona el llamado “**serviceware**”, que recoge las funciones generales de gestión tales como la contabilidad del uso del GRID que hace cada usuario. (El *serviceware* está en la capa superior al ser un elemento con el que interactúa el usuario, mientras que el *middleware* está en una capa “oculta” de la que no debe preocuparse).

Para poder hacer todo lo anterior, **las aplicaciones** que se desarrollen para ser ejecutadas en un PC concreto, **tendrán que adaptarse** para poder invocar los servicios adecuados y utilizar los protocolos correctos. Igual que las aplicaciones que inicialmente se crearon para funcionar aisladamente se adaptan para poder ser ejecutadas en un navegador Web, el GRID requerirá que los usuarios dediquen cierto esfuerzo a “**gridizar**” sus aplicaciones.

Sin embargo, una vez adaptadas al GRID, miles de usuarios podrán usar las mismas aplicaciones, utilizando las capas de *middleware* para adaptarse a los posibles cambios en el tejido del GRID.

4. UTILIDAD DE LA TECNOLOGÍA GRID.

En principio, el GRID puede hacer todo lo que podamos hacer con nuestros ordenadores; después de todo es, en cierto sentido, **equivalente a una enorme computadora**.

¿Qué grupos tendrán la suficiente motivación para invertir en la infraestructura necesaria para “compartir sus recursos”? Veamos algunos candidatos.

- **Gobiernos y Organizaciones Internacionales:** En respuesta ante desastres (inundaciones, incendios, terrorismo, etc), planificación urbana, modelos económicos, etc .
- **En el mundo de la Medicina:** La unión de recursos (tales como bases de datos administrativas y archivos de historias clínicas e imágenes médicas) y de instrumentos especializados abre la puerta a una gran variedad de nuevos procedimientos de diagnóstico mejorados gracias a la ayuda de ordenadores, en base a un análisis rápido de imágenes médicas complejas y la comparación automática con archivos distribuidos para encontrar casos similares
- **En la Educación:** Las Bibliotecas Electrónicas y los centros de e-Educación se beneficiarán de las herramientas basadas en el GRID para el acceso a datos dispersos y la creación de aulas virtuales con estudiantes, recursos y profesores distribuidos. Ya estamos presenciando algo como esto en la Web, y el GRID mejorará enormemente la situación actual.
- **Empresas y Grandes Corporaciones:** Las grandes empresas tienen delegaciones, datos, personal y recursos distribuidos por todo el mundo. Un enfoque basado en GRID per-

mitirá la creación de medios para realizar aplicaciones a gran escala tales como el diseño asistido por ordenador utilizando, simultáneamente, recursos situados en muchos lugares.

Otra consecuencia de la tecnología GRID es la creación de **Organizaciones Virtuales: individuos, instituciones y organizaciones que comparten un objetivo común y que, para lograr alcanzarlo, eligen compartir sus recursos, lo que se traduce en un acceso directo a ordenadores, programas, ficheros, datos, sensores y redes. Esta posibilidad de compartir debe organizarse de un modo controlado, seguro y flexible.**

5. INICIATIVAS GRID EN ESPAÑA

El sector que más se ha involucrado en nuestro país en la puesta a punto de plataformas GRID y en el desarrollo de aplicaciones adaptadas a esta nueva tecnología, es indudablemente, el de la Investigación. En esta sección se describen las principales actividades en esta área, tanto en el marco de los programas nacionales como en el de la participación de instituciones españolas en proyectos internacionales, principalmente en el ámbito de la Unión Europea.

5.1. Grid en los programas nacionales de I+D

Aunque hasta la fecha no ha existido un programa específico orientado a proyectos de I+D sobre GRID, diversos programas han incluido entre sus objetivos sistemas y servicios GRID. Así, en el Programa Nacional de TIC del 2002, se financiaron proyectos sobre “Grid computing”, en el que participó la Universidad Complutense de Madrid y sobre “Grid & Peer to Peer for collaborative learning”, por parte de la Universidad Oberta de Cataluña, la Universidad de Valencia y la Universidad Politécnica de Cataluña.

También centro del Programa de Física de Altas Energías se financió el programa LCG-ES, orientado al desarrollo de infraestructura DataGRID para el análisis de datos de aceleradores de partículas. Fue coordinado por el Port de Informació Científica de Barcelona y en el participaron grupos del CIEMAT, IFIC (Valencia) IFCA (Santander) Universidad Autónoma de Madrid, Universidad de Santiago de Compostela y Universidad de Barcelona.

5.2. La Red Temática Española sobre GRID

Lanzada en el año 2002, los principales objetivos de esta red temática sobre GRID son:

- Conocer la experiencia y el grado de interés de la comunidad científica española sobre esta tecnología
- Redactar propuestas y solicitar proyectos en diferentes áreas de interés Especialmente en convocatorias de ámbito europeo.
- Redactar una propuesta de red de centros de grid.
- Tener presencia activa en iniciativas internacionales

5.3. IRISGrid

La iniciativa IRISGrid, evolución de la Red Temática sobre Grid, surge con el objetivo de coordinar a nivel académico y científico a los grupos de investigación interesados en esta tecno-

logía, tanto en su desarrollo, como en su implantación y aplicaciones. Además de esta coordinación, IRISGrid tiene como objetivo crear la infraestructura GRID nacional que permita el uso de esta tecnología tanto a nivel de aplicabilidad en diferentes ámbitos, como en los ámbitos de desarrollo e innovación en este campo.

IRISGrid surge a comienzos del año 2002, materializándose en un primer llamamiento en los grupos de trabajo de RedIRIS (la Red Española Académica y de Investigación, entonces coordinada por el CSIC) de Mayo del 2002, de manos del Instituto de Física de Cantabria y del Centro de Comunicaciones CSIC RedIRIS. El objetivo de esta primera reunión, en la cual se aportaron experiencias en trabajos GRIDs, fue el de exponer esta iniciativa a los centros interesados y obtener opiniones de cara a una futura colaboración e integración dentro de un proyecto de Grid nacional. Como resultado de esta primera aproximación se creó la lista IRISGrid, como vía de comunicación y coordinación entre todos los integrantes IRISGrid.

Después de este encuentro, se volvió a convocar otra nueva reunión, coincidiendo con las Jornadas Técnicas de RedIRIS Noviembre 2002 en Salamanca, a la cual se unieron más grupos interesados en esta iniciativa. El grupo de interés se incrementó considerablemente, y a esta reunión asistieron personas de diferentes temáticas dentro del ámbito nacional. Fruto de esta reunión, se acordó proporcionar a IRISGrid una estructura de gestión basada en un comité ejecutivo y un comité asesor.

Actualmente, en la iniciativa IRISGrid participan diferentes grupos del ámbito científico y académico, y está reconocida como la iniciativa nacional para la implantación, desarrollo e investigación en entornos GRIDs.

IRISGrid se configura como Testbed de la Iniciativa Nacional de Grid. Pretende aportar los protocolos, procedimientos y guías de "buenas prácticas" necesarios para construir dentro de España un Grid de investigación coordinando a los diferentes Grupos (Organizaciones Virtuales) interesados en investigación Grid. Esta iniciativa pretende unir recursos distribuidos geográficamente para que los Grupos involucrados tengan un banco de pruebas donde realizar la investigación en cualquiera de las áreas Grid.

La primera demostración de IRISGrid tuvo lugar en Junio, empleándose la infraestructura GRID disponible en 9 centros se consiguió enlazar 228 CPUs, agrgándose una potencia de cálculo de 290 GFlops.

5.4. Participación española en programas internacionales de GRID.

5.4.1. HealthGrid

Es una asociación de ámbito europeo dedicada a la promoción de las aplicaciones basadas en Grid en Ciencias Biomédicas y de la Salud. Entre sus principales objetivos se encuentran:

- Contribuir al desarrollo del Espacio Europeo de Investigación (ERA), favoreciendo el desarrollo de Grids en salud.
- Ofrecer soporte y guías de actuación a los asociados.
- Proporcionar información científico-técnica a los socios
- Favorecer la cooperación entre los miembros de la asociación, principalmente a través de la creación de redes efectivas de colaboración.

- Crear consorcios entre entidades académicas y de investigación en el campo de la salud, tanto a nivel europeo, como con el resto del mundo.

Ya han tenido lugar dos encuentros científicos promovidos por esta asociación en 2003 (Lyon) y 2004 (Clermont-Ferrand), en ambos existió una importante representación española. Para 2005 (Oxford, UK) está organizándose el tercer Congreso HealthGrid. Uno de los autores de este artículo ha participado en el Comité Científico de todos estos encuentros.

HealthGRID nace a partir de un cluster de proyectos financiado por la Comisión europea que tenía entre sus objetivos: identificar los requerimientos específicos en biomedicina del middleware de Grid y promover el concepto de grid en la comunidad científica correspondiente.

5.4.2. CrossGrid

Es una plataforma de desarrollo y pruebas (testbed) en la que participan, a través de la plataforma IRISGrid: CSIC y UAB, para física de altas energías, CSIC para aplicaciones relacionadas con el clima, USC para estudio de la polución atmosférica, además de CESGA, IFCA e IFIC.

5.4.3. EGEE

(Enabling GRIDS for e-Science in Europe). El objetivo del proyecto europeo EGEE es avanzar sobre los recientes avances de la tecnología Grid para desarrollar una infraestructura de servicios grid en Europa que esté disponible a los científicos 24 horas al día. Financiado con 30 Meuros, el proyecto es uno de los mayores de su clase.

Los centros españoles participantes en EGEE son:

- Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA, Santiago de Compostela)
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Centro Nacional de Biotecnología, Madrid, Instituto de Física de Cantabria - IFCA, Santander, Instituto de Física Corpuscular - IFIC, Valencia).
- RedIRIS
- Institut de Física d'Altes Energies (coordinador)
- Port d'Informació Científica (PIC, Barcelona)
- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (Centro de Astrobiología (CAB, Madrid)
- Universidad Politécnica de Valencia (UPV)

Grupos españoles han venido trabajando en el seno de otros proyectos como:

- **EU-DataGrid** - IFAE, CIEMAT, CSIC, UAM
- **FlowGrid** – Coordinado por el Grupo de mecánica de fluidos de la Universidad de Zaragoza
- **IAstro** – Una acción dentro del programam COST, con participación del Centro de Astrobiología (CAB), Univ. de Granada (UGR), Univ. de Barcelona (UB)
- **Damien** - CEPBA-UPC (Universitat Politecnica de Catalunya)

5.5. e-Ciencia en España

La E-Ciencia se ha definido como: “Conjunto de actividades científicas que requieren la utilización de tecnologías Grid”. Aspectos específicos incluyen acceso a grandes colecciones de datos, gran capacidad de cálculo y visualización. Todo ello abre además nuevas formas de colaboración y trabajo distribuido.

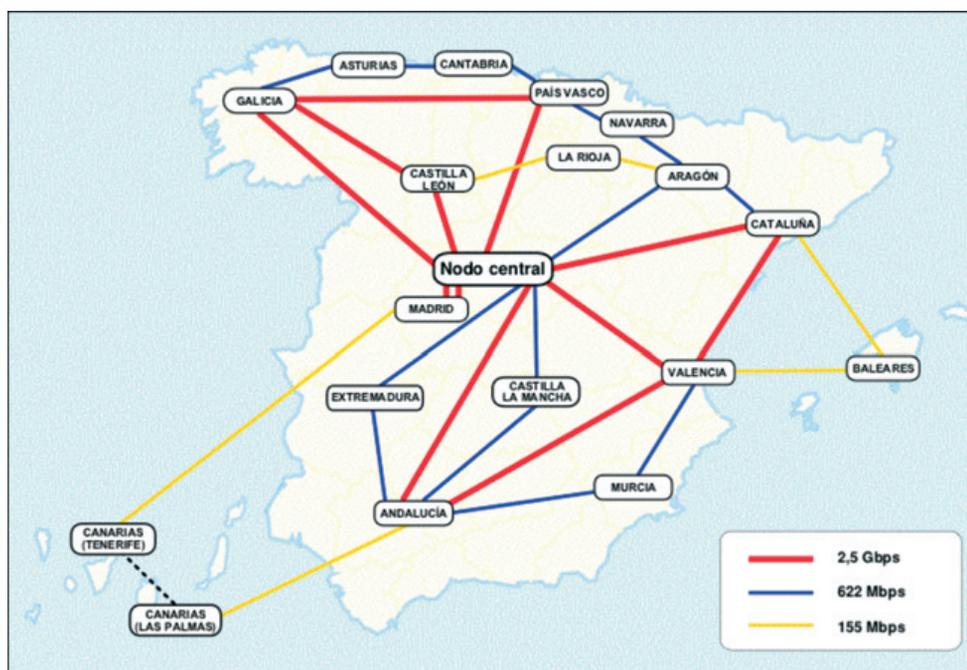


Fig. 2. Infraestructuras de red nacionales, coordinadas por RedIRIS (Red.es)

La FECYT (Fundación Española de Ciencia y Tecnología), ha puesto en marcha un trabajo en 2004, a través del cual un grupo de expertos de todas las áreas de la e-ciencia (infraestructuras de comunicación, grid, supercomputación y aplicaciones en los campos más avanzados en esta área) está redactando un Libro Verde de la e-Ciencia en España, que se completará con aportaciones de otros científicos de cada una de las áreas, para lograr finalmente un “Libro Blanco” en el que se identifique la actividad actual en esta área, el estado de las tecnologías más relevantes, las principales aplicaciones y se propongan una serie de recomendaciones que podrían incluir la creación de un programa nacional de I+D específico o el establecimiento de centros especializados de e-ciencia en nuestro país.

5.6. Proyectos GRID en centros de investigación españoles

En este artículo se han abordado los aspectos relacionados con el uso de grid como plataforma global de trabajo cooperativo y de agregación y acceso a recursos de cálculo y almacenamiento distribuidos a través de Internet, por tanto, a nivel transnacional.

Sin embargo, no debemos dejar de mencionar que también se puede realizar una instalación Grid en el ámbito de la red interna de un centro, institución o empresa. Trabajar con grid en el marco de una Intranet permite obtener los beneficios del grid global sin tener algunas de sus desventajas (control de seguridad, rendimiento de las redes, autenticación).

Así, algunos centros de investigación y empresas españolas de alta tecnología vienen desde algún tiempo sacando partido a estas tecnologías dentro de su propia red. Por ejemplo, en el grupo de Investigación de uno de los firmantes de este artículo, del Instituto de Salud Carlos III, en

sus instalaciones de Majadahonda, en Madrid, se ha instalado, haciendo uso del software Inner-Grid de la empresa española Grid Systems, un grid en el que se agregan 24 CPUs de diversos sistemas operativos y se están ejecutando sobre él diversas aplicaciones de acceso libre y otras desarrolladas internamente por el Area de Bioinformática y gridizadas para disminuir tiempo de respuesta en complejos análisis y procesos en este área. Estos procesos se ofertan a través de la Intranet y se tiene proyectado extender este grid por muchos más equipos de la red interna, ampliando la capacidad de ejecución y disminuyendo en un orden de magnitud los tiempos de respuesta.

Otros proyectos de grid se han puesto en marcha en el Centro de Investigación del Cáncer en Salamanca o en el Centro de Investigaciones Cardiovasculares del Instituto de Salud Carlos III.

6. CONCLUSIÓN

GRID supone un avance respecto a la World Wide Web:

- El **World Wide Web** proporciona un acceso transparente a información que está almacenada en millones de ordenadores repartidos por todo el mundo.
- Frente a ello, el GRID es una infraestructura nueva que proporciona acceso transparente a potencia de cálculo y capacidad de almacenamiento distribuida por una organización o por todo el mundo.

Los requisitos que debe cumplir cualquier GRID son:

- Los datos deben compartirse entre miles de usuarios con intereses distintos.
- Se deben enlazar los centros principales de supercomputación, no sólo los PCs.
- Se debe asegurar que los datos sean accesibles en cualquier lugar y el cualquier momento.
- Debe armonizar las distintas políticas de gestión de muchos centros diferentes.
- Debe proporcionar seguridad.

Y los beneficios que se obtienen:

- Proporciona un mecanismo de colaboración transparente entre grupos dispersos, tanto científicos como comerciales.
- Posibilita el funcionamiento de aplicaciones a gran escala.
- Facilita el acceso a recursos distribuidos desde nuestros PCs.
- Todos estos objetivos y beneficios se engloban en la idea de “e-Ciencia”.

Estos beneficios tendrán repercusión en muchos campos.

- Medicina (imágenes, diagnosis y tratamiento).
- Bioinformática (estudios en genómica y proteómica).
- Nanotecnología (diseño de nuevos materiales a escala molecular).
- Ingeniería (diseño, simulación, análisis de fallos y acceso remoto a instrumentos de control).
- Recursos naturales y medio ambiente (previsión meteorológica, observación del planeta, modelos y predicción de sistemas complejos).

La tecnología derivada del GRID abre un enorme abanico de posibilidades para el desarrollo de aplicaciones en muchos sectores. Por ejemplo:

- Desarrollo científico y tecnológico.

- Educación.
- Sanidad.
- Administración Pública.

7. REFERENCIAS

- www.gridforum.org
- www.escience-grid.org.uk
- gridcafe.web.cern.ch
- www.grid.org
- www.globus.org
- www.nsf-middleware.org/documentation/NMI-R1/1/GlobusToolkit/
- www.grid-support.ac.uk/
- SETI: <http://setiathome.ssl.berkeley.edu>
- EDG/Datagrid: www.eu-datagrid.org
- Geant: www.dante.net/geant
- Damien: [http:// www.hlrs.de/organization/pds/projects/damien](http://www.hlrs.de/organization/pds/projects/damien)
- EUROGRID : <http://www.eurogrid.org>
- CrossGrid : <http://www.eu-crossgrid.org>
- Global Grid Forum: <http://www.globalgridforum.org>
- Open Grid Services Architecture: <http://www.globus.org/ogsa>
- IRISGrid – <http://irisgrid.rediris.es>
- Y, por supuesto: www.google.com
- The Physiology of the Grid: An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration. I. Foster, C. Kesselman, J. Nick, S. Tuecke, Open Grid Service Infrastructure WG, Global Grid Forum, June 22, 2002.
- The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke. International J. Supercomputer Applications, 15(3), 2001.
- The Grid: A New Infrastructure for 21st Century Science. I. Foster. Physics Today, 55(2):42-47, 2002.
- The Grid: computing without bounds. I. Foster. Scientific American. April 2003.
- “The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure” I. Foster & C. Kesselman (ed.) Morgan- Kaufmann (1.999).
- “Grids as Production Computing Environments: The Engineering Aspects of NASA’s Information Power Grid”, Proc. 8th Symposium on HPDC, IEEE Computer Society Press (1.999).

