

---

# Una Revisión de las Tecnologías de Información para el Balanceo de Recursos Computacionales

---

Pedro S. Castañeda<sup>1</sup>, David Mauricio<sup>2</sup>

Universidad Nacional Mayor de San Marcos,  
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática  
Av. Germán Amézaga s/n, Ciudad Universitaria, Lima 01, Lima, Perú

<sup>1</sup>pcastanedav@gmail.com, <sup>2</sup>dms\_research@yahoo.com

---

## RESUMEN

La gran demanda tanto de computación como de espacio y gestión de almacenamiento requeridos por un gran número de aplicaciones que gestionan grandes cantidades de datos y han de hacerlo de forma eficiente, exige el uso de nuevas tecnologías, como es el caso de las Tecnologías Grid que permite aprovechar los recursos computacionales que muchas organizaciones no vienen utilizando adecuadamente.

Uno de los principales problemas que se genera cuando se comparte recursos computacionales es el Balanceo de Recursos Computacionales que implica en cómo gestionar los diversos recursos que las grandes organizaciones geográficamente distribuidas van a compartir, existiendo para ello varias soluciones entre las que se encuentran aquellas que se basan en las Tecnologías Grid, que propone agregar y compartir recursos de computación distribuidos entre diferentes organizaciones a través de redes de alta velocidad.

En este trabajo se hace una revisión de las diferentes tecnologías existentes que permiten el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles, poniendo énfasis en las Tecnologías Grid, por la importancia que vienen adquiriendo en la actualidad en las organizaciones.

**Palabras clave:** Grid, Balanceo de Recursos, Cluster, Peer to Peer.

## ABSTRACT

The large demand of computing systems, space and warehousing management required for a great number of applications which deal with large amounts of data and have to do it efficiently, demands the use of new technology, like Grid Technologies which allows to make use of the computing resources that many organizations are not using in an adequate way.

One of the main problems generated when computing resources are shared is the Balance of Computing Resources, which implies the way how to manage the different resources that the large organizations geographically distributed are going to share, there are several solutions for this purpose and among those we find solutions based on Grid Technologies, which proposes to add and share computing resources distributed among different organizations through high-speed networks.

In this work a review of the different existing technologies is carried out, which allows to make the most profitable use of the resources available, emphasizing the Grid Technologies, because of the importance they are currently acquiring in the organizations.

**Keywords:** Grid, Resources Balancing, Cluster, Peer to Peer

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Las actuales tecnologías de Internet abordan la comunicación e intercambio de información entre computadoras, pero no proporcionan el uso integrado y coordinado de recursos en sitios múltiples para efectos de análisis computacional. El intercambio Business to Business (B2B) se enfoca en la distribución de la información (a menudo a través de servidores centralizados) [Sculley, 1998].

Las empresas emergentes en el rubro de la "computación distribuida" tratan de ubicar las computadoras en un ambiente que les facilite su acceso a escala internacional, dado que en la actualidad sólo permiten un acceso altamente centralizado a los recursos, con lo cual surge la imposibilidad de tener un entorno flexible que les permita trabajar mediante un control amplio en el proceso de compartir los recursos requeridos [Barry, 2001].

La computación de altas prestaciones ha seguido un modelo "centralizado" basado en los servicios prestados por un único sistema. Sin embargo, a mediados de los años 90 se empezaron a hacer populares otras alternativas "distribuidas" que consiguen, para determinados perfiles de aplicación, rendimientos comparables a los proporcionados por las arquitecturas más avanzadas a un precio más razonable. Estas tendencias de computación en red, denominadas comúnmente por el término inglés Net Computing, consisten básicamente en interconectar sistemas distribuidos para aprovechar de forma conjunta y coordinada sus recursos. [Vásquez, 2000].

Dentro de estas nuevas tendencias podemos nombrar el término "Grid", el cual fue acuñado en la mitad de la década de los 90 para denotar una infraestructura de computación distribuida para los ámbitos de la ciencia y la ingeniería. Inicialmente se asoció con la computación en entorno distribuido (DCE, Distributed Computing Environment), pero el concepto de Grid se extiende hasta la compartición de recursos no sólo de procesamiento, sino también de almacenamiento, ancho de banda, aplicaciones, servicios Grid. Una definición más formal de una Grid computacional es una infraestructura software y hardware que proporciona acceso dependiente, consistente, generalizado y econó-

mico a capacidades computacionales de altas prestaciones [Foster, 2003].

Algunas características de un entorno Grid son [Berman, 2003]:

- Los recursos y servicios pueden incorporarse y retirarse dinámicamente del Grid.
- Los recursos son heterogéneos, distribuidos geográficamente y normalmente conectados vía WAN.
- Los recursos son accesibles "on-demand" por un conjunto de usuarios autorizados que conforman una comunidad virtual.
- Se configura utilizando equipamiento de propósito general y protocolos estándar. Un objetivo es alcanzar un nivel definido de calidad de servicio.

El rendimiento del sistema en este tipo de entorno depende directamente de la utilización efectiva de todos los procesadores. Por tanto, es crítico distribuir las tareas de una aplicación entre los procesadores de forma que todos los procesadores estén ocupados trabajando eficientemente en la aplicación y que no haya procesadores ociosos mientras quede trabajo pendiente. Encontrar una solución óptima al balanceo de los recursos es un problema NP-completo, y por eso se suele recurrir a soluciones heurísticas y aproximadas.

Uno de los desafíos que se presenta en su implementación, es la del balanceo de recursos cuyo objetivo es minimizar el tiempo de ejecución de un programa intentando distribuir equitativamente la carga entre los procesadores y maximizando su utilización, pudiendo ser ésta estática (en tiempo de compilación, donde se toman decisiones que se basan en predicciones sobre comportamiento del tiempo de ejecución de las tareas y de las comunicaciones entre tareas) o dinámica (en tiempo de ejecución, se basa en decisiones que se toman en función de medidas de carga y predicciones de la misma, e implica una sobrecarga en los procesos de recoger la información sobre la carga computacional, tomar las decisiones y redistribuir las tareas y datos asociados.

Si bien es cierto que existen diversas tecnologías que permiten aprovechar los recursos computacionales, es necesario realizar una revisión de las mismas a fin de encontrar una solución tecnológica que pueda ser adapta-

a una realidad dada como el caso peruano, de forma que facilite con ello la implementación de un gobierno electrónico, ya que los modelos actuales que se han implementado con éxito en otros países pueden no ser adecuados para este entorno.

El resto de este trabajo está organizado de la siguiente manera. En La Sección 2 se realiza una taxonomía de las Tecnologías de Balanceo de Recursos Computacionales, siendo éstas posteriormente evaluadas en la Sección 3. En la Sección 4 se muestra los diversos proyectos de computación GRID que se han desarrollado a nivel mundial., y finalmente, las conclusiones son descritas en la Sección 5.

## 2. TAXONOMÍA DE TECNOLOGÍAS DE BALANCEO DE RECURSOS

El balance o balanceo de recursos [Falk, 2005] es una técnica usada para compartir el trabajo a realizar entre varios procesos, ordenadores, discos u otros recursos permitiendo dividir las tareas que tendría que soportar una única máquina, con el fin de maximizar las capacidades de proceso de datos, así como de ejecución de tareas.

En la Figura 1 se ha realizado una clasificación de las diferentes tecnologías que permiten realizar el balanceo de recursos, siendo ello la base para el desarrollo de una serie de modelos [Klaus, 2001].

A continuación se describen cada una de las tecnologías mencionadas en la figura mostrada anteriormente.

### 2.1. Cluster Computing

Es un tipo de sistema paralelo o de procesamiento distribuido, el cual consiste de un grupo de computadores independientes interconectados entre sí, trabajando cooperativamente como un único recurso de computación integrado [Falk, 2005].

Básicamente existen tres tipos de clústers, cada uno de ellos ofrece ventajas y desventajas, siendo el tipo más adecuado para el cómputo científico el de alto rendimiento, pero existen aplicaciones científicas que pueden usar más de un tipo al mismo tiempo.

- Alta-disponibilidad (Fail-over o High-Availability): este tipo de clúster está diseñado para mantener uno o varios servicios disponibles incluso a costa de rendimiento, ya que su función principal es que el servicio jamás tenga interrupciones, por ejemplo un servicio de bases de datos.

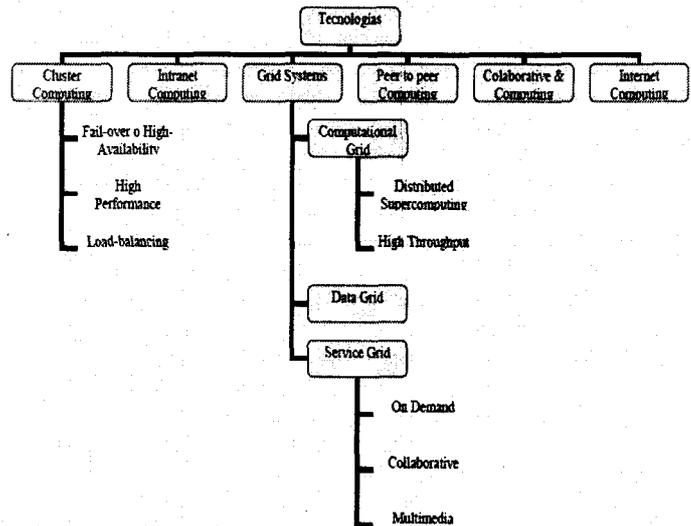


Figura 1: Taxonomía de Tecnologías de Balanceo de Recursos

- Alto-rendimiento (HPC o High Performance Computing): este tipo de clúster está diseñado para obtener el máximo rendimiento de la aplicación utilizada incluso a costa de la disponibilidad del sistema, es decir el clúster puede sufrir caídas, este tipo de configuración está orientada a procesos que requieran mucha capacidad de cálculo.
- Balanceo de Carga (Load-balancing): este tipo de clúster está diseñado para balancear la carga de trabajo entre varios servidores, lo que permite tener, por ejemplo, un servicio de cálculo intensivo multiusuario que detecte tiempos muertos del proceso de un usuario para ejecutar en dichos tiempos procesos de otros usuarios.

### 2.2. Intranet Computing

El objetivo de Intranet Computing es unir la potencia computacional desaprovechada de los recursos hardware distribuidos dentro de un único dominio de administración para alcanzar rendimientos semejantes a los proporcionados por

los sistemas de alto rendimiento comerciales con un coste diferencial prácticamente nulo.

### 2.3. Internet Computing

El objetivo de extender la colaboración entre sistemas distribuidos al ámbito de Internet presenta serios problemas adicionales. En Internet la seguridad es un factor clave y además el ancho de banda de la red puede hacer muy ineficiente el uso de la computación distribuida por medio de los paradigmas anteriores. Cluster e Intranet Computing suelen ser efectivos y eficientes a pequeña escala. A mayor escala han surgido nuevas aproximaciones que aprovechan los tiempos ociosos de los sistemas conectados a Internet para resolver problemas científicos de interés que se pueden expresar de forma paramétrica, en un modo Seti@home, es decir ha trascendido su carácter de computación distribuida, al diseñar y llevar a cabo un nuevo programa que se ejecuta en el ordenador del usuario, mediante el cual es posible participar en otros proyectos que requieren grandes cantidades de proceso.

Las alternativas actuales permiten el uso de los procesadores de sistemas remotos donados por organismos o particulares para ejecuciones paramétricas. Este tipo de aplicaciones es muy común en determinados ámbitos de aplicación, como la Bioinformática.

### 2.4. Peer to Peer Computing

[Peer-To-Peer Working Group, 2001] Las soluciones de computación indicadas anteriormente se basan en el modelo cliente/servidor. Existe un master o cliente principal que reparte trabajo entre los servidores o trabajadores. Este modelo centralizado suele presentar cuellos de botella para sistemas masivos. La solución es un modelo peer-to-peer donde puede existir comunicación entre los trabajadores aunque los servidores de información sean centralizados.

### 2.5. Collaborative Portal y Computing Portal

Collaborative Portal permite la interacción entre grupos de investigación, empresas, proveedores y entidades colaboradoras de forma fácil y eficiente. El mayor nivel de colaboración aumenta la productividad y reduce costes. Por

otro lado, Computing Portal es una nueva tecnología cuyo objetivo es ahorrar tiempo y dinero proporcionando un único punto de acceso seguro basado en navegador web para invocar servicios como la ejecución de aplicaciones en plataformas de alto rendimiento.

### 2.6. Sistemas Grid

El objetivo de los sistemas Grid es unir de forma desacoplada los recursos de diferentes dominios de administración, respetando sus políticas de seguridad y herramientas de gestión internas. En este sentido la actual tecnología Grid ofrece protocolos, servicios y herramientas para el desarrollo de software, necesarios para crear un ambiente que permita compartir recursos a gran escala.

Los sistemas Grid pueden ser clasificados de acuerdo a la usabilidad como:

#### 2.6.1. Grid Computacional:

##### Supercomputación Distribuida (Distributed Supercomputing):

Usan las GRIDS para agrupar recursos que permitan resolver problemas que no pueden ser resueltos por un solo computador. Ejemplos: simulación interactiva distribuida (entrenamiento y planificación militar), simulación de procesos físicos complejos (cosmología, modelamiento del clima, etc.).

##### Alta Productividad (High Throughput):

La idea es planificar un gran número de tareas independientes o débilmente acopladas (poca sincronización) para aprovechar ciclos de CPU's ociosos. La naturaleza independiente de las tareas conduce a diferentes métodos para resolver el problema. Ejemplos: Problemas de criptografía, se usó durante la etapa crucial en el diseño de los procesadores K6 y K7, CONDOR [Litzkow, 1988].

#### 2.6.2. Computación con un manejo intensivo de datos (Data Grid)

Sistemas que proveen una infraestructura que sintetizan información a partir de datos en repositorios distribuidos, librerías digitales y bases de datos. El proceso de síntesis es intensivo desde el punto de vista computacional y comunicacional. Aplicaciones para estos siste-

mas serían Data Mining de propósitos especiales que correlaciona la información de altos volúmenes desde diferentes fuentes de origen. Ejemplos: Experimentos Físicos, Fotografías Astronómicas.

### 2.6.3. Servicios Grid (Service Grid):

Sistemas que proveen servicios que no pueden ser provistos por una sola máquina. Se subdividen basados en el tipo de servicio que proveen.

#### Computación por Demanda (On Demand)

Satisfacen requerimientos de recursos a corto plazo. Se trata de recursos a los que no se tiene acceso de manera local. Entre los recursos tenemos: BD, sensores, software, cómputo. Ejemplos: NEOS y NetSolve, envían a servidores remotos cálculos que necesitan mucho poder de cómputo o un software especializado.

#### Computación Colaborativa (Collaborative):

Permite interacción hombre-hombre, generalmente las aplicaciones están estructuradas en términos de un espacio virtual compartido. Área asociada al concepto de Teleinmersión, de manera que se utilizan los enormes recursos computacionales del grid y su naturaleza distribuida para generar entornos virtuales 3D distribuidos. Existen aplicaciones reales que hacen uso de mini-grids, las cuales están centradas en el campo de la investigación en el terreno de las ciencias físicas, médicas y del tratamiento de la información.

#### Computación Multimedia (Multimedia Grid):

Suministra una infraestructura para aplicaciones multimedia en tiempo real - requiere QoS de múltiples máquinas mientras que una aplicación multimedia sobre una computadora dedicada sola puede ser desplegado sin QoS.

### 3. EVALUACIÓN COMPARATIVA

A continuación se realizará una evaluación comparativa de las tecnologías antes descritas, la misma que está basada en los siguientes criterios:

- Propietario: se refiere a la propiedad de los recursos de la red, cada dueño de los recursos hace disponible los recursos a condiciones de cuándo, dónde, y qué es lo que puede realizarse.
- Descubrimiento: se refiere a cómo estarán expuestos los recursos implementados en la red, es decir cómo se podrá acceder a dichos recursos.
- Administración Usuarios: la manera en que se lleva a cabo la administración de todos los participantes en la red.
- Administración Recursos: la manera en que se lleva a cabo la administración de todos los recursos que se encuentran expandidos en la red.
- Planificación: se refiere a cómo se debe realizar la planificación para la distribución de tareas en los recursos disponibles en una determinada red.
- Inter-Operabilidad: se refiere a protocolos comunes. Los protocolos estándares hacen más fácil definir servicios estándares que provean capacidades.
- Escalabilidad: La infraestructura puede ser aumentada continuamente sin alterar procesos y sin que se resienta su eficiencia.
- Modelo: Tipo de arquitectura que emplea la tecnología.
- Disponibilidad de Software: se refiere a si el software necesario para la implementación de la tecnología está disponible o aún está en desarrollo.
- Disponibilidad de Hardware: se refiere a si el hardware necesario para la implementación de la tecnología está disponible o aún está en desarrollo.
- Descentralización: pueden agregarse recursos sin importar su localización geográfica.
- Costo: Basado en el principio económico, se refiere a la cantidad monetaria que se invierte.
- Heterogeneidad: todo recurso puede ser integrado. Pueden ser de 2 tipos:
  - Hardware: Ordenadores (workstations, servidores, clústeres...) o dispositivos electrónicos (PDA's, móviles, videoconsolas, routers, electrodomésticos...).
  - Software: Los recursos agregados pueden ser de todo tipo (servicios, documentos, imágenes, bases de datos...) y estar presentes en cualquier sistema operativo (Windows, UNIX, MacOSX...).

Propietario	Único	1
	Múltiple	2
Descubrimiento	Miembros registrados	1
	Descentralizado	2
Administración de Usuarios	Centralizado	1
	Descentralizado o Distribuido	2
Administración de Recursos	Centralizado	1
	Descentralizado o Distribuido	2
Planificación	Centralizado	1
	Descentralizado	2
Inter-Operabilidad	No estandarizado	1
	Estandarizado	2
Escalabilidad	< 1-100 >	1
	< 100-1000 >	2
	> 1000	3
Capacidad	Variado	1
	Variado, pero alto	2
	Garantizado	3
Modelo	Cliente/Servidor	1
	Cliente/Servidor con comunicación entre recursos	2
	Web	3
Disponibilidad de Software	En investigación	1
	En desarrollo	2
	Disponible en el mercado	3
Disponibilidad de Hardware	En investigación	1
	En desarrollo	2
	Disponible en el mercado	3
Descentralización	Local	1
	Regional	2
	Mundial o Internacional	3
Costo	Bajo	3
	Medio	2
	Alto	1
Heterogeneidad de Hardware	No permite diversidad de Hardware	1
	Diversidad de Hardware	2
Heterogeneidad de Software	No permite diversidad de Software	1
	Diversidad de Software	2
Multipropósito	Soporta aplicaciones definidas	1
	Soporta aplicaciones diversas	2
Seguridad	Inseguro	0
	Seguro	1
	Muy Seguro	2
Compartición	Software	1
	Hardware	2
	Software y Hardware	3

Cuadro 1: Criterios de Evaluación

- Multipropósito: La infraestructura puede utilizarse para todo tipo de aplicaciones.
- Seguridad: Los sistemas informáticos que utilizan Internet como canal de comunicaciones están expuestos a las amenazas de los delitos informáticos; y en consecuencia, estos sistemas deben incluir medidas completas y robustas de seguridad lógica.
- Compartición: referido al tipo de recurso a compartir en el entorno virtual.

Para la valoración de los criterios se ha considerado que las organizaciones en general cuentan con tecnología de hardware y software que en lo usual no corresponde a Grid, y además se requiere una administración descentralizada (vea cuadro 1).

En el Cuadro 2, se resumen las principales características de las tecnologías antes descritas

#### 4. PROYECTOS DE COMPUTACIÓN GRID

A nivel mundial se han desarrollado una serie de proyectos basados en tecnología Grid que han permitido el balanceo de recursos computacionales a nivel de gobierno electrónico, los mismos que se encuentran en las siguientes áreas de aplicación [Borja, 2004], [Parsons 2004].

Ejemplos de aplicaciones reales tenemos:

- En Valencia – España se ha desarrollado el proyecto gCitizen que propone un avance significativo hacia el establecimiento de un único punto de entrada a toda la información disponible en la administración acerca de un ciudadano, utilizando para ello la tecnología Grid. En este sentido se plantea el prototipo gCitizen como un middleware de servicios Grid que incluye, como elemento más significativo, un gestor de información encargado de realizar

Propietario	1	2	2
Descubrimiento	1	2	2
Administración Usuarios	1	2	2
Administración Recursos	1	2	2
Planificación	1	2	2
Inter-Operabilidad	2	2	1
Escalabilidad	1	3	3
Capacidad	3	2	1
Modelo	1	3	2
Disponibilidad de Software	3	3	3
Disponibilidad de Hardware	3	3	3
Descentralización	1	3	3
Costo	2	3	3
Heterogeneidad de Hardware	1	2	1
Heterogeneidad de Software	1	2	2
Multipropósito	1	2	1
Seguridad	1	1	0
Compartición	2	3	1
	27		34

Cuadro 2: Evaluación cuantitativa de tecnologías

consultas, modificaciones, altas y bajas, etc. en las distintas bases de datos de las administraciones que forman parte de la Administración, de forma que todas ellas queden en un estado consistente, haciendo una gestión inteligente de su semántica.

- Universia, el portal web de las universidades iberoamericanas patrocinado por el SCH, ha decidido apostar por la tecnología Grid como herramienta de presente y de futuro para la ciencia española, y ha lanzado un proyecto denominado Grid-Universia para dar acceso a los grupos de investigación de las universidades españolas a la tecnología Grid. La herramienta escogida para el proyecto es InnerGrid, de GridSystems, quien además se encarga de la formación y el soporte a los usuarios.
- El Instituto de Investigación del Cáncer ha instalado un sistema Grid que optimiza los recursos informáticos disponibles por la institución para investigar los genes implicados en el desarrollo de tumores.
- Proyecto MORFEO, que desarrollaba la plataforma SMARTFlow, que tenía como objetivo la definición de una plataforma que facilite el desarrollo de sistemas de tramitación que automaticen los procesos relacionados con la tramitación electrónica de expedientes administrativos. La plataforma incorporaba tecnologías de gestión de contenidos, gestión de usuarios y privilegios, para su integración en portales Web.
- Proyecto DATA GRID fundado por la Unión Europea, que busca integrar y optimizar, mediante middleware surgido del uso herramientas Open Source, el uso de recursos distribuidos de cálculo intensivo y de grandes bases de datos, como si estuvieran en un cluster local.

## 5. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado la evaluación de las tecnologías disponibles para el balanceo de recursos computacionales, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

Aún cuando las tecnologías son similares entre sí, existen importantes diferencias entre los clusters y los Grids computacionales. Los clusters generalmente están localizados en un mismo edificio, mientras que los Grids computacionales van a estar dispersos.

Los clusters son homogéneos y estático mientras que los Grids son heterogéneos dinámicos.

- En el caso de los clusters la asignación de recursos se realiza gracias a un recurso administrador centralizado y todos los nodos trabajan cooperativamente juntos como un único recurso (como SMP en multiprocesadores). En el caso de los grids, cada nodo tiene su propio recurso administrador y no es un objetivo el proporcionar una vista de sistema único. La tecnología P2P actualmente se encuentra en evolución, por lo que su alcance aún no comparativo sólo se ha podido encontrar aplicaciones que han permitido realizar la compartición de ficheros y gestión del conocimiento.
- Entre las ventajas de las Tecnologías Grid se encuentran el aumentar la velocidad de cómputo sin aumentar los costos, al compartir la utilización de los recursos computacionales que no estén siendo utilizados y que existen dentro de las instituciones, además de permitir compartir estos recursos entre instituciones fácilmente.
- A pesar de que la Tecnología Grid no es aún madura y se está trabajando mucho en ella, vemos como ésta ya es una realidad, y diferentes centros utilizando aplicaciones adaptadas a este modelo distribuido pueden obtener muchos beneficios, siendo éstos tanto científicos como tecnológicos, convirtiéndose en un entorno especialmente propicio para colaboraciones entre comunidades científicas y el sector empresarial e industrial.

## REFERENCIAS

[Aguilar, 2006] Aguilar, Gladys Carolina. Grid Computing para Cálculo Intensivo. Universidad Nacional del Nordeste Argentina, 2006, pp. 42-45

[Barry, 2001] Barry, J. Aparicio, M. Durniak, T. Herman, P. Karuturi, J. Woods, C. Gilman, C. Ramnath, R. and Lam. NIIP-SMART: An Investigation of Distributed Object Approaches to Support, 2001

[Berman, 2003] Berman F., Fox G., Hey A. "Grid Computing: Making The Global Infrastructure a Reality". John Wiley & Sons (April 8, 2003).

- [Borja, 2004] Borja Sotomayor. Introducción a la Computación Grid, 30 de Abril de 2004
- [Cores, 2003] Cores Prado, Fernando, Arquitecturas distribuidas para sistemas de video-baja demanda a gran escala, Phd Thesis, Universidad Autónoma de Barcelona, España, Diciembre 2003
- [Faik, 2005] Faik, J. E. Flaherty, L. G. Gervasio, "A model for resource-aware load balancing on heterogeneous clusters", Department of Computer Science Rensselaer Polytechnic Institute, pp. 5, January 15, 2005
- [Foster, 2003] Ian Foster y Karl Kesselman, The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure, Morgan Kaufmann Publishers, 2003.
- [Falk, 2005] Falk, Jamal. A Model for resource-aware load balancing on heterogeneous and no-dedicated clusters, Phd Thesis, Rensselaer Polytechnic Institute Troy, New York, July 2005
- [Kayhan, 2005] Kayhan Erciyas and Resat Ümit Payli, A Cluster-Based Dynamic Load Balancing Middleware Protocol for Grids , Advances in Grid Computing - EGC 2005, Vol 3470/2005, pp. 805-812, 2005, ISBN 978-3-540-26918-2, ISSN 0302-9743
- [Klaus, 2001] Klaus Krauter, Rajkumar Buyya and Muthucumar Maheswaran. A taxonomy and survey of grid resource management systems for distributed computing, 2001, pp. 137-138
- [Litzkow, 1988] Litzkow M, Livny M, MutkaMW. Condor—A hunter of idle workstations. Proceedings of the 8th International Conference of Distributed Computing Systems, June 1988.
- [Parsons 2004] Parsons M. The GRIDSTART Cluster, 2002
- [Peer-To-Peer Working Group, 2001] "Peer-To-Peer Working Group," Web Page. [Online]. Available: <https://forge.gridforum.org/projects/p2p/>, 2001
- [Saverio, 2005] Antonio Saverio Rincón Mugioli. Tesis Doctoral: Una propuesta de tecnología para videoconferencia integrando Tecnologías Grid. Escuela Politécnica de la Universidad de Sao Paulo, 2005, pp. 12-23
- [Sculley, 1998] Sculley, A. and Woods, W. B2B Exchanges: The Killer Application in the Business to Business Internet Revolution, ISI Publications, 2000MES Development and Deployment in a Virtual Enterprise. In 2nd Intl Enterprise Distributed Computing Workshop, 1998, IEEE Press.
- [The DataGrid, 2000] "The DataGrid Project," 2000. [Online]. Available: <http://www.eudatagrid.org/>
- [Vásquez, 2000] J.L. Vázquez-Poletti, Eduardo Huedo Cuesta, Rubén Santiago Montero, Ignacio Martín Llorente. Una visión global de la Tecnología Grid. Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática Universidad Complutense de Madrid, 2000

