

# Clúster de balanceo de carga y alta disponibilidad para servicios web y mail

## Clúster of load balancing and high availability for web and mail services

Recibido: 13-04-2012- Aceptado:4-09- 2012

MARÍA MERCEDES SINISTERRA<sup>1</sup>  
TANIA MARCELA DÍAZ HENAO<sup>2</sup>  
ERIK GIANCARLO RUIZ LÓPEZ<sup>3</sup>

### Resumen

En la actualidad, debido a la gran demanda de servicios de internet y a la transferencia de la información de todo tipo, es incuestionable que los sistemas informáticos deben funcionar de forma ininterrumpida y sin errores los 365 días del año.

Existen gran cantidad de servidores especializados en el mercado para los servicios mencionados arriba, con altas prestaciones para multiprocesamiento y redundancia. El precio de estos equipos muchas veces implica grandes inversiones; además, cuando una máquina de este tipo queda obsoleta, las compañías que la tienen se limitan a reemplazar el equipo por uno nuevo.

Por ello, en el presente artículo se presentan algunas ideas de cómo construir y configurar un clúster de balanceo de carga<sup>1</sup> para todo tipo de servicio por internet, de manera rápida, íntegra e ininterrumpida, y a su vez, accesible por su licencia y bajo costo. Asimismo, se exponen los componentes de un clúster, su funcionamiento, sus ventajas y desventajas y los resultados obtenidos por su uso.

**Palabras clave:** Balanceo de carga, alta disponibilidad, streaming, servicios web, servicios mail, heterogéneo, software libre.

### Abstract

At present, due to the great demand for Internet services and the transfer of information of all kinds, it is unquestionable that uninterrupted and error-free computer systems operate 365 days a year. There are large numbers of servers for multiprocessing and redundancy in the market; prices often involve large investments. In addition, when a machine of this type becomes obsolete, companies owning them simply replace the computer with a new one. The project presents ideas to build and configure a clúster for load balancing for all kinds of service by Internet in a prompt, comprehensive and uninterrupted manner and, at the same time, accessible due to its license and low cost. Also, the components

1 Ph.D. Coordinadora de Investigaciones: Facultad de Ingeniería de Sistemas-Unilibre Cali-  
2 Ingeniera de Sistemas y Telecomunicaciones, Sena, Regional Valle -taniem\_diaz@hotmail.com; tmdiaz@sena.edu.co  
3 Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones, Helm Bank – Bogotá. erikgiancarlo@hotmail.com

1 Proyecto clúster de balanceo de carga – agosto 2007 – agosto 2008. Financiado y ejecutado por la Universidad Libre, Seccional Cali

of a clúster, the operation, advantages, disadvantages and results obtained by the use of clústers are described.

**Keywords:** Load balancing, high availability, Streaming, Web services, Mail services, heterogeneous, open software.

## Introducción

En la actualidad, una súper computadora (o mainframe) es una máquina que posee un súper procesador, brinda servicios a varias terminales, tiene un mayor poder de cálculo y demanda más procesadores poderosos. Claro está que esto implica una gran inversión para la empresa que la adquiera.

Cada día, los cibernautas utilizan más los servicios de web y mail y exigen que estos sean rápidos, íntegros e ininterrumpidos. Pero muchos de estos factores requieren una gran inversión que, en diversos casos, no es factible realizarla, por tanto tienen que continuar con los métodos de transmisión tradicionales.

Hoy en día hay muchísimos trabajos de diferente índole con respecto a los clústeres de computadoras, pues en el ámbito de computación paralela el clúster es la nueva modalidad de construcción de supercomputadoras por su bajo costo y accesibilidad.

Así pues, es imperativo crear una solución tecnológica de bajo costo, alto desempeño y disponibilidad, que supla a cabalidad las necesidades expuestas por los usuarios y que ofrezca proyección en cuanto a su fortalecimiento. Por este motivo, se plantea un clúster de balanceo de carga que brinde características de alta disponibilidad, desempeño y atención a las múltiples peticiones de los usuarios en el uso de servicios web (reproducción de video o transferencia de la información por internet, entre otros), sin retardo y de manera eficiente. Para ello, se hace necesario utilizar esquemas de distribución de dichas demandas en los diferentes nodos o recursos tecnológicos disponibles en el clúster para el cumplimiento de su labor.

## Marco teórico

¿Qué es un clúster? Es un conjunto de computadoras construidas mediante la utilización de componentes de hardware que se comportan como si fuesen una única computadora (Buyya, 1999).

La tecnología de clúster ha evolucionado gracias al apoyo de actividades que van desde aplicaciones de súper cómputo, software de misiones críticas, servidores web y comercio electrónico, hasta bases de datos de alto rendimiento, entre otros usos.

El cómputo con clúster surge como resultado de la convergencia de varias tendencias actuales. Incluye disponibilidad de microprocesadores económicos de alto rendimiento y redes de alta velocidad, desarrollo de herramientas de software para cómputo distribuido de alto

rendimiento y la creciente necesidad de potencia computacional para aplicaciones que la requieran (Clúster de alta disponibilidad-balanceo, 2011).

## Elementos que forman parte de un clúster

Los elementos con los que cuenta un clúster son (Figura 1) (Gallardo, 2011):

- Un nodo activo, donde corren los servicios
- Un nodo pasivo que funciona como respaldo (Backup).
- Servidores reales.
- Software de administración.
- Protocolos de comunicación y servicios.
- Conexiones de red.
- Ambientes de programación paralela.
- Middleware.

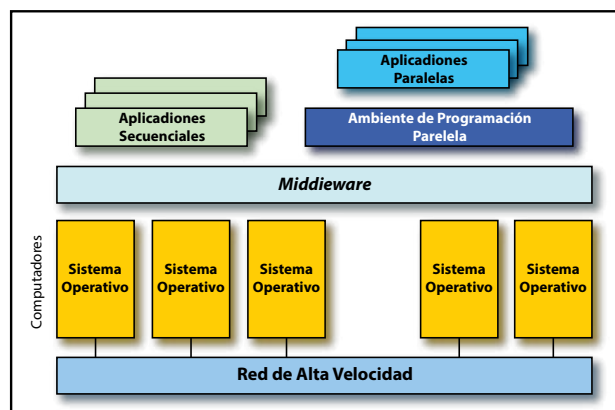


Figura 1. Elementos de un clúster

Fuente: Gallardo, 2011

## Clasificación de los clústeres

Los clústeres pueden clasificarse con base en sus características. Hay clústeres de alto rendimiento o *High Performance Clúster* (HPC), clústeres de alta disponibilidad o *High Availability* (HA) y clústeres de alta eficiencia o *High Throughput* (HT) (Buyya, 1999).

**High performance:** Son clústeres en los cuales se ejecutan tareas que requieren una gran capacidad computacional, cantidades enormes de memoria o ambas a la vez. Llevar a cabo estas tareas puede comprometer los recursos del clúster por largos periodos (Oñate y Ortega, 2010).

**High availability:** Son clústeres cuyo objetivo es proveer disponibilidad y confiabilidad. Estos clústeres tratan de brindar la máxima disponibilidad de los servicios que ofrecen. La confiabilidad se provee mediante un software que detecta fallos y permite recuperarse frente a ellos, mientras que en hardware se evita tener un único punto de fallos (Oñate y Ortega, 2010).

**High throughput:** Son clústeres cuyo objetivo de diseño es ejecutar la mayor cantidad de tareas en el menor tiempo

posible; existe independencia de datos entre las tareas individuales. El retardo entre los nodos del clúster no es considerado un gran problema (Oñate y Ortega, 2010).

**Balanceo de carga:** Clúster que permite que un conjunto de servidores compartan la carga de trabajo y de tráfico a sus clientes. Está compuesto por uno o más ordenadores (llamados nodos) que actúan como *front-end* del clúster y se ocupa de repartir las peticiones de servicio que reciba el clúster a otros ordenadores que forman su *back-end*. (Figura 2), (Aguilar, 2002).

Las características más destacadas de este tipo de clúster son:

- Se puede ampliar su capacidad fácilmente añadiendo más ordenadores al clúster.
- Robustez. Ante la caída de alguno de los ordenadores del clúster, el servicio se puede ver mermado; pero mientras haya ordenadores en funcionamiento estos seguirán dando el servicio.

## Aspectos relacionados con la implementación

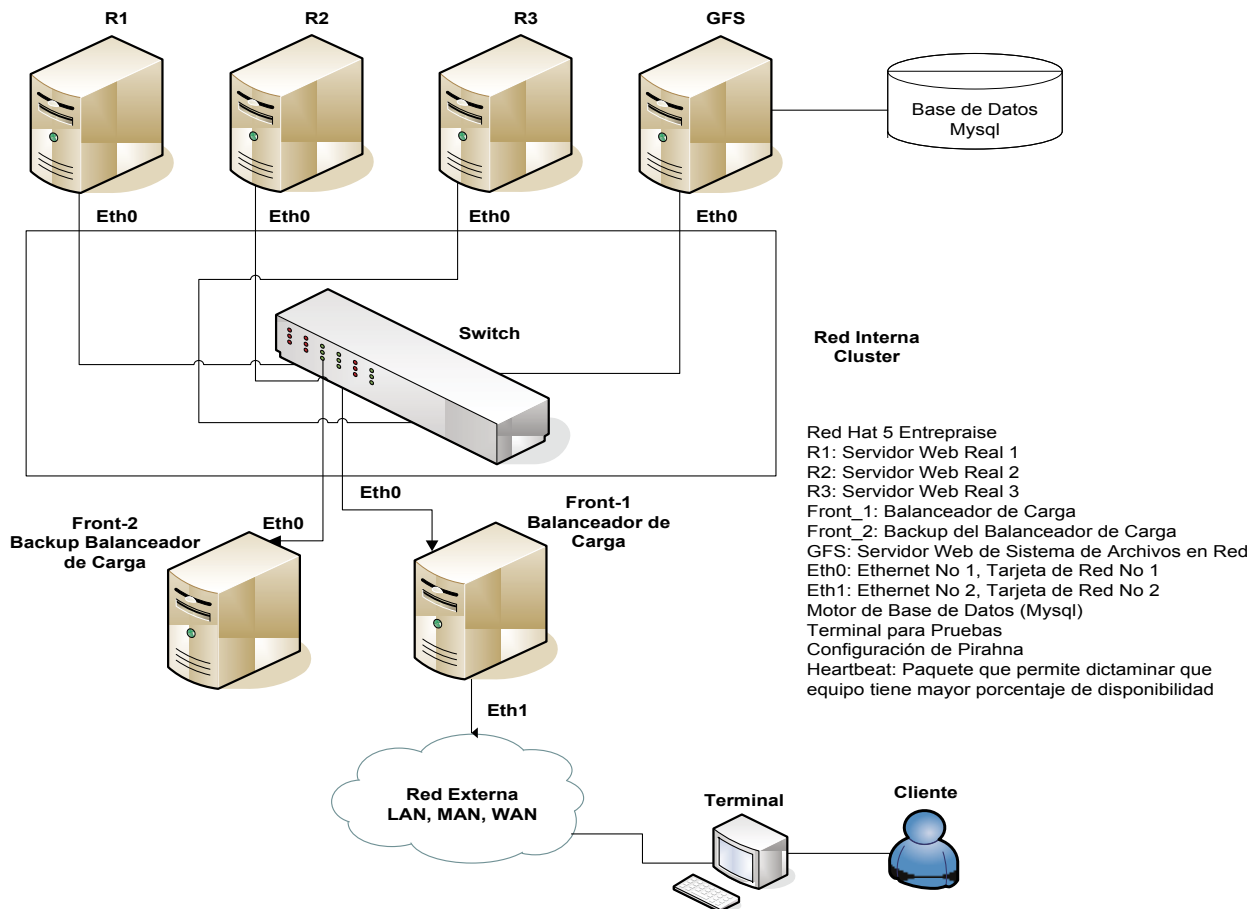
### Diseño de un clúster

Para el diseño físico de un clúster se tienen las siguientes opciones de direccionamiento (Tabla 1):

**Tabla 1.** Opciones de enrutamiento

	NAT	Encapsulamiento (Ip – tunneling)	Enrutamiento directo (direct routing)
<b>Servidor</b>	Cualquiera	Necesita encapsulamiento	Dispositivo no ARP
Red de servidores	Red privada	LAN / WAN	LAN
Escalabilidad	Alta (100)	Alta (100)	Alta (100)
Salida a Internet	balanceada	Router	Router

Fuente: Gallardo, 2011



**Figura 2.** Ejemplo de diseño de un clúster de balanceo de carga que implementa NAT.

Fuente: Los autores

## ¿Cómo funciona un clúster?

Desde un punto de vista general, un clúster consta de dos partes. La primera es el software, un sistema operativo confeccionado especialmente para esta tarea (por ejemplo un Kernel Linux modificado). Luego se tienen compiladores y aplicaciones especiales que permiten que los programas que se ejecuten en el sistema utilicen todas las ventajas del clúster. En el entorno de GNU/Linux hay que destacar la PVM (*Paralell Virtual Machine*) y la MPI (*Message Passing Interface*), librerías que abstraen el componente hardware del componente software (Aguilar, 2002).

El segundo componente es la interconexión hardware entre las máquinas (nodos) del clúster. Se han desarrollado interfaces de interconexión especiales muy eficientes; sin embargo, es común realizar las interconexiones mediante una red Ethernet dedicada de alta velocidad. Gracias a esta red de interconexión los nodos del clúster intercambian entre sí las tareas, las actualizaciones de estado y los datos del programa. En un clúster abierto, existirá una interfaz de red que conecte al clúster con el mundo exterior (internet).<sup>2</sup> Cuando se trata de resolver un problema en paralelo, el software debe ser capaz de dividirlo en tareas más pequeñas, repartirlas entre los nodos y elaborar los resultados. Puesto que las subtareas van a ejecutarse en paralelo se consigue un aumento de velocidad, aunque hay que tener en cuenta el retardo en la división, el reparto y la transmisión de mensajes (resultado, coherencia y estados).

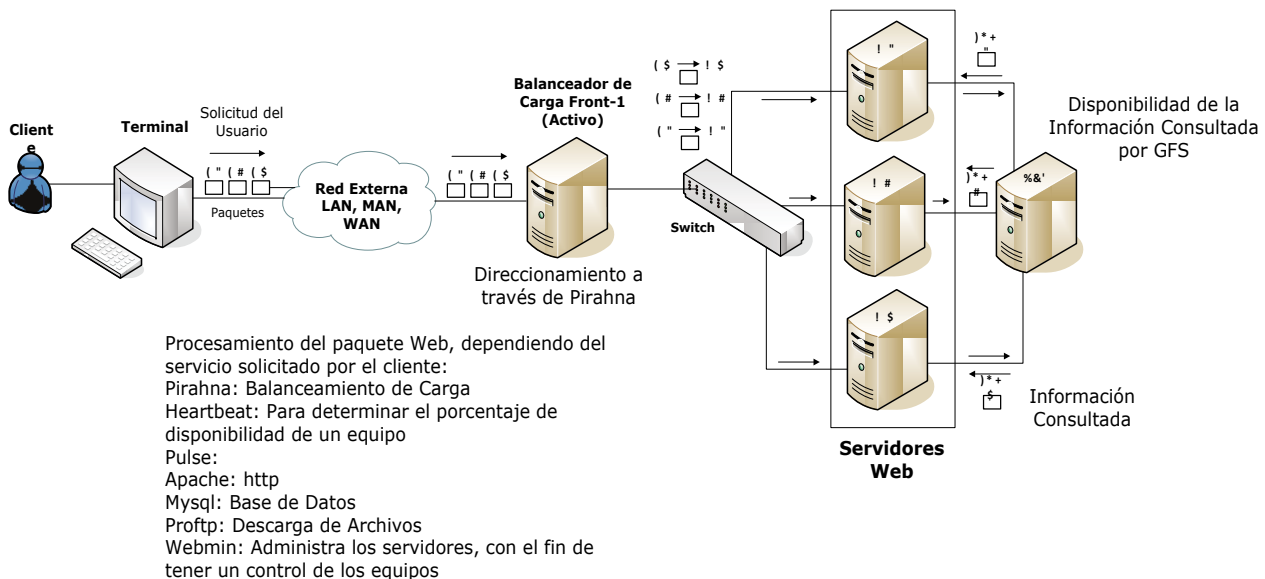
En el caso de los clústeres de balanceo de carga, el hardware y el software deben actuar conjuntamente para que el tráfico se distribuya entre los nodos del clúster (*Configuración de un clúster*, 2010). De esta forma, se pueden ofrecer los servicios a mayor velocidad o se realiza una tarea más rápidamente.

Los servidores de un clúster de alta disponibilidad normalmente no comparten la carga de procesamiento que tiene un clúster de alto rendimiento; tampoco comparten la carga de tráfico, como lo hacen los clúster de balanceo de carga. Su función es la de estar preparados para entrar inmediatamente en funcionamiento, en caso de que falle algún otro servidor (Figura 3).

## Puntos que se deben considerar a la hora de configurar un clúster

Por sus características especiales, hay varias cuestiones particulares asociadas a esta tecnología que deben ser tenidas en cuenta.

Uno de los principales problemas a los que hay que hacerle frente cuando se construye un clúster es buscar y eliminar los puntos de fallo únicos (*single points of failure*) (*Configuración de un clúster*, 2010). Cuando se trabaja en un clúster de supercomputación que depende de un servidor central para repartir las tareas y este servidor cae, todo el clúster quedará inservible. Igualmente, si se trata de un clúster de balanceo de carga o de alta disponibilidad, se



**Figura 3.** Diagrama de ejecución del balanceador de carga

Fuente: Los autores

2 En el caso de los clúster de alto rendimiento, no es común que estos se conecten al exterior debido a las implicaciones de seguridad que esto supone. En estos clúster se suele elegir la velocidad frente a la seguridad.

deben establecer garantías de que los servidores seguirán funcionando; pero si estos servidores están conectados a una red corporativa o a internet mediante una sola interfaz, un fallo en ella dejaría aislado al sistema. Es importante perseguir la redundancia para evitar que el fallo de un solo componente hardware (recordemos que en un clúster van a integrarse gran número de elementos con lo que la probabilidad de fallo crece) anule la funcionalidad de todo el sistema (*Configuración de un clúster*, 2010).

Otra cuestión importante es elegir correctamente la tecnología que se utilizará en función de nuestras necesidades. Mantener un clúster sobre una red Ethernet de 10 Mb, puede resultar una buena decisión si el clúster sólo tiene unos cuantos nodos; pero en el momento en que se inserten más nodos, la red se convertirá en un cuello de botella que obligaría a los servidores a estar desocupados en espera de los datos durante demasiado tiempo.

## Software para la implementación de un clúster

En la actualidad hay varios tipos de software para la implementación y administración del clúster. A continuación se muestra un análisis comparativo de las mejores herramientas que se pueden implementar (Tabla 2).

**Tabla 2.** Herramientas de configuración y administración de un clúster

	Descripción	Alternativas
Software para clustering	Alta disponibilidad	Pirahna Open Mosix
	Balanceo de carga	Ultra Monkey Pirahna Open Mosix
	Configuración e instalación	FAI SIS System Image System Installer System Configuration
	Monitorización e Instalación	LVSmonn, Sincopt, Fsync, Ghosts, y Pconsole.
	Monitorización	Mon Heartbeat Fake Coda Ganglia

Fuente: Gallardo, 2011

## ¿Por qué es necesaria la implementación de un clúster?

Ubicados en el ámbito informático y tecnológico, los usuarios tienen diversas necesidades en los diferentes escenarios (hogar, empresarial, educativo) y exigen satisfacerlas. Ello fomenta la importancia de la funcionalidad y la disponibilidad sin interrupción de los diversos servicios de internet, reproducción y transferencia de información de todo tipo, prestados por los recursos implicados.

En el mercado existen soluciones varias, especializadas y sofisticadas, para brindar los servicios requeridos. Sus especificidades técnicas requieren ser concebidas con procesamiento, almacenamiento, redundancia, disponibilidad y desempeño de la forma más evolucionada, debido al desarrollo de la tecnología existente.

Tales soluciones tecnológicas requieren mucho dinero para su adquisición, lo que las posiciona en un grupo de mercado exclusivo. Aun así, cuando son adquiridas no se pueden separar de la depreciación, pues se convierten en modelos viejos y obsoletos. Esto dificulta en gran medida a la corporación que la adoptó, el actualizar o cambiar de tecnología por una solución equiparable o de mayor envergadura, que supla sus necesidades y cumpla su proyección a un bajo costo.

Por lo anterior, la solución de construir y configurar un clúster (independientemente del tipo que sea) para la reproducción de video o transferencia de la información por internet, brindará a la entidad que lo adquiera servicios web más ágiles, escalabilidad y costos bajos en su desarrollo e implementación. Además, es una herramienta tecnológica que permitirá en forma adecuada atender las solicitudes web de los usuarios y transferir, simultáneamente, todo tipo de información por la internet, en forma rápida, íntegra, nítida e ininterrumpida. El clúster se ha construido de una manera minuciosa, lo cual garantiza factores óptimos de calidad como integridad, eficiencia y facilidad de mantenimiento, entre otros.

Las limitantes de sus capacidades de atención se limitan al crecimiento, ya que a mayor necesidad mayor debe ser la cantidad de recursos tecnológicos (nodos) disponibles en él. Esto no es un impedimento gracias a que puede adoptar diversas arquitecturas computacionales para su escalamiento. Su restricción real es el espacio físico disponible en el que se ubica la solución para albergar los nodos requeridos en pos de una atención eficaz a cada petición realizada por el usuario.

Construir un clúster puede aportar importantes ventajas en gran variedad de aplicaciones y ambientes. Por ejemplo, en las investigaciones meteorológicas y de pronóstico numérico del estado del tiempo, se requiere el manejo de cantidades masivas de datos y cálculos muy complejos. Al

combinar el poder de muchas máquinas del tipo estación de trabajo o servidor se alcanzan niveles de rendimiento similares a los de las supercomputadoras, pero a menor costo.

Otra situación de aplicabilidad de un clúster sería en un sitio web de mucho tráfico. Si no se cuenta con un plan de alta disponibilidad, cualquier problema menor en una tarjeta de red puede hacer que un servidor quede completamente inutilizado. Pero al contar con servidores redundantes y servidores de respaldo instantáneos, se puede reparar el problema mientras el sitio sigue funcionando sin suspensión de servicio.

## Ventajas y desventajas de los clústeres

### Ventajas

Disponibilidad: Capacidad para continuar operando ante la caída de alguno de los ordenadores del clúster.

- Distribución en paralelo.
- Flexibilidad: Los balanceadores de carga no están amarrados a ninguna arquitectura específica, en lo que respecta a hardware.
- Costos: El diseño y montaje requiere de inversiones sumamente bajas comparadas con las alternativas de solución, las cuales son de un costo elevado.
- Escalabilidad: Capacidad para hacer frente a volúmenes de trabajo cada vez mayores, prestando así un nivel de rendimiento óptimo.
- Expansibilidad: Capacidad de aumentar sus capacidades a través de mejores técnicas.
- Transferencia de información y todo tipo de servicio por internet de forma rápida, a bajo costo e ininterrumpidamente.
- Incremento de velocidad de procesamiento ofrecido por los clústeres de alto rendimiento.
- Incremento del número de transacciones o velocidad de respuesta ofrecido por los clústeres de balanceo de carga.
- Incremento de la confiabilidad y la robustez ofrecido por los clúster de alta disponibilidad.

### Desventajas

- Empresas y entidades prefieren seguir utilizando el modelo cliente/servidor tradicional debido al espacio físico o a nuevos problemas que no se daban en la arquitectura tradicional.
- Espacio físico para el montaje del clústeres de balanceo de carga.

## Clústeres computacionales

Las simulaciones en computadora son vitales para el estudio de problemas que van desde el diseño en ingeniería

hasta el estudio de procesos complejos en la naturaleza. Sin embargo, el alcance y la precisión de estas simulaciones están limitados por la potencia computacional de las supercomputadoras más potentes.

La historia de los clústeres computacionales en Linux comenzó cuando Donald Becker y Thomas Sterling construyeron un clúster para la NASA cuyo nombre fue Beowulf (Silberschatz, 1999). El modelo de clúster tipo Beowulf se basa en componentes y periféricos para la plataforma x86 común para obtener un rendimiento sin precedentes a un costo muy bajo. A partir de este proyecto, han surgido numerosas iniciativas en este sentido.

Estos clústeres se utilizan para cualquier tarea que requiera enormes cantidades de cómputo: *data mining*, simulaciones científicas, renderización de gráficos, modelado meteorológico, etc.

## Ejemplo de sistemas de clústeres implementados

### Beowulf

Fue construido por Donald Becker y Thomas Sterling en 1994. Se utilizaron dieciséis computadores personales con procesadores Intel DX4 de 200 MHz, interconectados a través de un switch Ethernet. El rendimiento teórico era de 3.2 GFlops el cual llamaron *The Borg*, un *Beowulf* clúster de 52-nodos usado por la McGillUniversity (Figura 4). (Beowulf clúster, 2010).

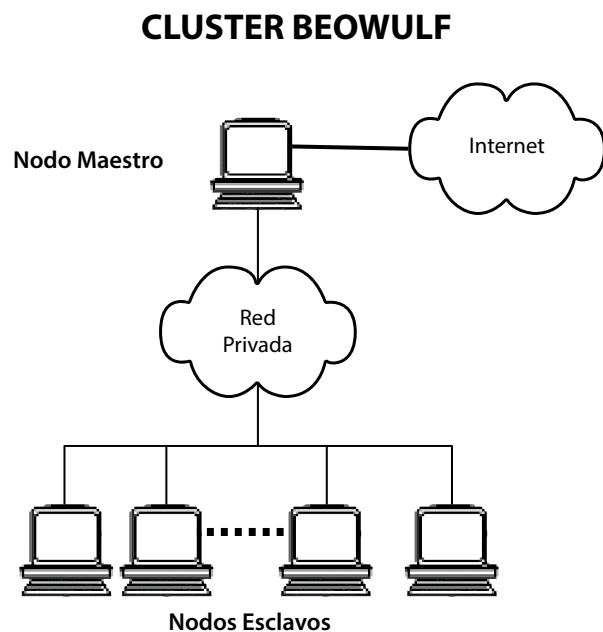


Figura 4. Diagrama general Beowulf clúster

Fuente: Beowulf clúster, 2010

## MareNostrum

En julio de 2004 se creó el Centro de Supercomputación de Barcelona (BSC) de la Universidad Politécnica de Cataluña, España. El BSC creó el clúster MareNostrum el cual, en noviembre de 2004, se ubicó en el *Top 500* como el primer clúster más veloz y el cuarto sistema más rápido del mundo; sin embargo, para julio de 2005 se ubicó en la quinta posición. Está conformado por 3.564 procesadores PowerPC970 de 2.2 GHz, utiliza una red Myrinet y su rendimiento es de 20.53 TFlops (MareNostrum, 2004).

## Clúster de balanceo de carga y alta disponibilidad para servicios web y mail

Consistió en la construcción de un clúster cuyo fin es brindar servicios rápidos e ininterrumpidos de web y mail en la Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador) utilizando como recursos los ya existentes y, con una inversión mínima comparado con un clúster de tecnología Blade de IBM.

## Arquitecturas de clustering de alta disponibilidad y escalabilidad (Linux Virtual Server), ACADE (LVS)

Consistió en el estudio teórico práctico de un clúster activo/pasivo de balanceadores de carga (LVS), basado en software libre GNU/Linux, que permite incrementar la capacidad y disponibilidad de los servicios de red a través de la implementación de un contenido web dinámico (Moreno, 2010).

## Ultra monkey. Balanceo de carga en Linux

Proyecto cuya finalidad es crear un servicio de red de balanceo de carga. Por ejemplo, una granja de servidores web que parezcan un único servidor al usuario final. El servicio deberá serlo para los usuarios tanto de internet como de intranet (Urrejola, 2009).

## Clúster de balanceo de carga. Resultados de proyecto investigativo

El clúster de balanceo de carga consiste de un Front-1 (balanceador de carga), tres servidores web y un servidor GFS (*Global File System*) donde se almacenará la información. En conjunto, están interconectados por una red interna configurada a través de Red Hat Pirahna (*The Pirahna Solution*, 2005) para atender en forma adecuada las solicitudes web de los usuarios simultáneamente, de forma rápida, a bajo costo e ininterrumpidamente.

Su funcionamiento se basa en el balanceo de carga por peticiones de usuario en forma distribuida, el cual se inicia con el fraccionamiento de los datos para que estos

sean procesados a través de la red de CPU y difundidos en broadcast a los usuarios conectados. Así, ellos podrán visualizar e interactuar con los contenidos de los aplicativos web de la red y en forma paralela proceder con el almacenamiento (descargas) respectivo de balanceo de carga y un óptimo almacenamiento.

- Configuración del balanceador de carga para distribuir las peticiones de los usuarios hacia los servidores web.
- Configuración de los servidores web para procesar el paquete enviado y luego dirigirlo al cliente.

## Comparativo entre un clúster de balanceo de carga y cloud computing de la transmisión en un archivo de video.

### Descripción del producto

- Configuración del Front-1 (balanceador de carga).
- Configuración de la red interna (eth0 y eth1) que utilizará el clúster de balanceo de carga.
- Configuración del NFS (Network File System) para un correcto funcionamiento del aplicativo web cuando esté integrado con el clúster

El concepto expuesto en la tesis de grado (*Clústeres de balanceo de carga*) en la que se basa este artículo, propone y establece como solución un arreglo de *hosts* físicos en los que su capacidad de cómputo, los sistemas de comunicación, la capacidad de almacenamiento, los algoritmos de distribución dinámica, los parámetros de alta disponibilidad y otras múltiples características, se vean como un único recurso para el procesamiento y respectivo almacenamiento de información que será transmitida en línea o diferido soportando las distintas técnicas de *streaming* para video y audio, siendo finalmente el clúster de balanceo de carga un componente necesario en la implementación de servicios con el concepto de *Cloud Computing*, que básicamente establece que los distintos servicios prestados a los usuarios finales concentrados en empresas u hogares, como almacenamiento de información, correo electrónico, aplicaciones, entre otros, estén disponibles en la red pública internet. Claro que para lograrlo no solo habría que tener en cuenta este tipo de soluciones (clústeres de balanceo de carga), sino arreglos complejos en diversos componentes de comunicación y seguridad informática por las distintas variables implícitas en el concepto en mención, para la integridad de la información.

*Cloud Computing* no es solo una solución junto con sus distintos modelos o capas de servicio, como lo son *Infrastructure as a service* (IaaS), *platform as a service* (PaaS) y *software as a service* (SaaS) (*Cloud Computing*, 2012), en los que cada tipo establece la ejecución de diversos aplicativos, servicios y sistemas. Es toda una infraestructura

tecnológica que abarca y requiere la implementación de múltiples sistemas, soluciones y elementos en las cuatro áreas globales de infraestructura tecnológica, capacidad de cómputo, capacidad de almacenamiento, capacidad de comunicación y capacidad de seguridad (Figura 5)

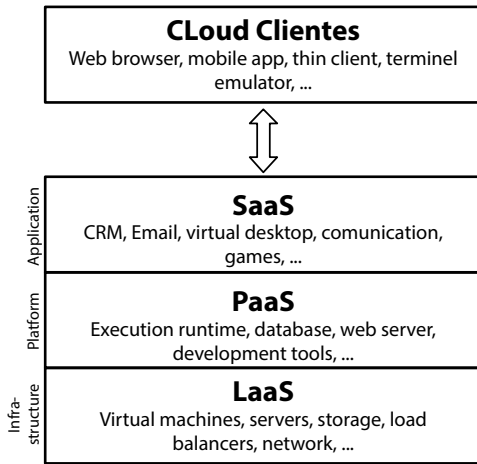


Figura 5. Diagrama Cloud Computing

Fuente: Cloud Computing, 2012

En conclusión, proponer *Cloud Computing* como solución final a los servicios web y correo electrónico sería sobre dimensionado, no solo en la infraestructura requerida, sino en los costos e inversiones, sumamente importantes, lo que daría como resultado, desde su planteamiento escrito, una inviabilidad en su realización.

Como nota final, clúster de balanceo de carga para servicios web y e-mail (ver Figura 6) es un componente de los tantos implicados en una infraestructura de *Cloud Computing*.

### Diagrama de Configuración

En la Figura 6 se presentan los componentes para la configuración de un clúster de balanceo de carga

### Ambientes para clústeres

En la Tabla 3 se presentan los conceptos de ambientes para clústeres en aplicaciones científicas y empresariales y un ejemplo de cada uno de ellos.

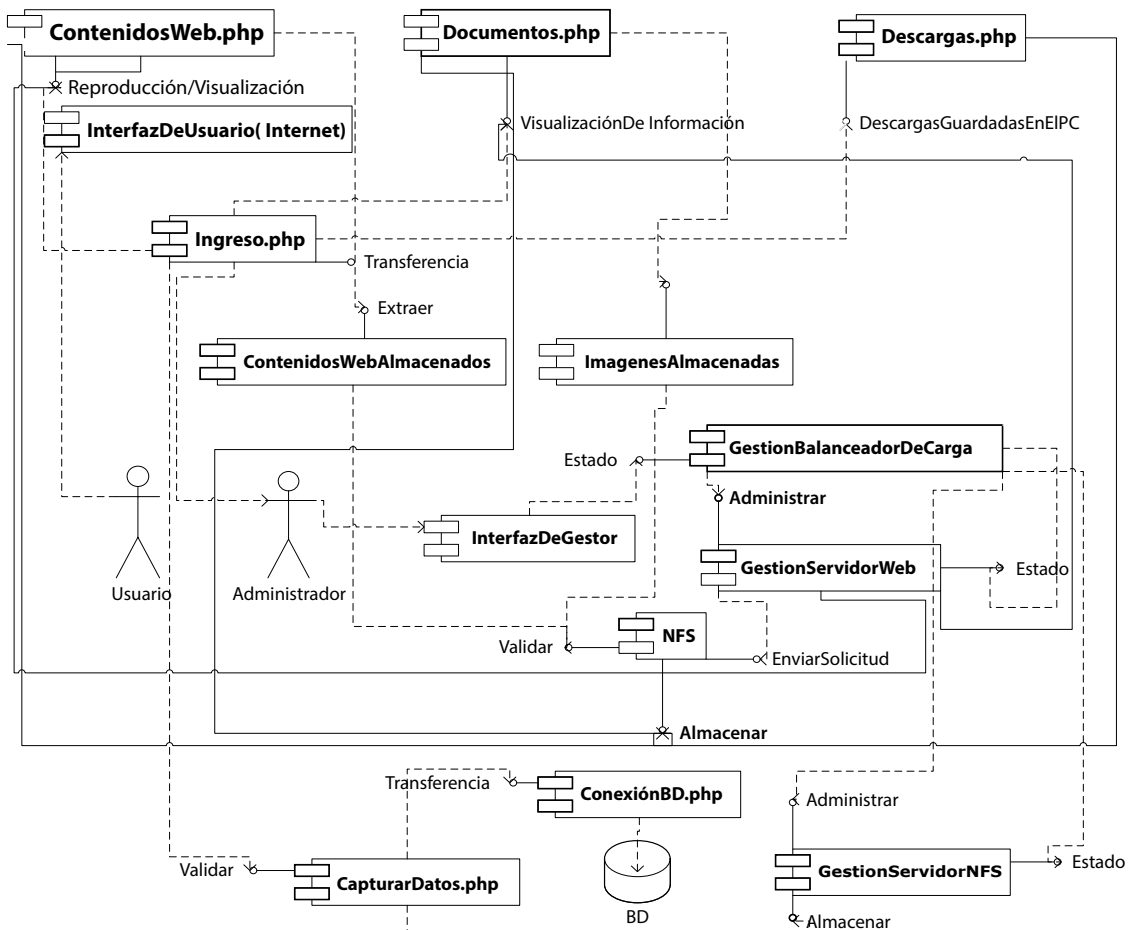


Figura 6. Diagrama de componentes para la configuración de un clúster de balanceo de carga.

Fuente: Los autores



**Tabla 3.** Ambientes para clústeres

	Clúster en aplicaciones científicas	Clúster en aplicaciones empresariales
Concepto	Recurso importante el almacenamiento (memoria). Requieren nodos y sistemas dedicados Controlados por gestores de tipo PBS	Alta disponibilidad Servicios ejecutados continuamente Provee varios servicios al tiempo Los servicios se encuentran en nodos independientes
Ejemplos	Simulaciones (Earth Simulator), predicción meteorológica, aplicaciones en química computacional.	Flickr, Wikipedia y Google

Fuente: Los autores

## Conclusiones

- Las soluciones por medio de clústeres son robustas y de igual desempeño a otras de gran envergadura. Se usan para distribución, procesamiento o balanceo de procesos y son significativamente económicas respecto de la inversión requerida para su implementación.
- La concepción, el diseño, el desarrollo y los configuración del clúster son excesivamente complejos para su puesta en marcha, en comparación con las soluciones diseñadas por los fabricantes de firmas reconocidas en el campo tecnológico.
- El conocimiento requerido para el desarrollo de un clúster es de igual valor frente al costo monetario para la adquisición de un mainframe. La escogencia de una de las dos soluciones radica en la necesidad y los recursos disponibles de la organización que la solicita.
- Los clústeres (balanceadores de carga, alto desempeño y alta disponibilidad) es un área relativamente nueva en el mercado en la que se puede realizar innovaciones. A pesar de existir clústeres construidos por grandes compañías y a un alto costo, todavía se pueden construir y configurar clústeres más accesibles en cuanto a su licencia y funcionalidad. Este es el primer paso para su diseño, construcción y configuración, con el fin de satisfacer requerimientos más específicos planteados por los administradores de clústeres.
- Por otra parte, el modelo de ingeniería en el cual se cimienta el software libre que ha permitido desarrollar todas las aplicaciones necesarias para construir el clúster de balanceo de carga, demuestra su viabilidad y madurez para implementar soluciones que respondan a problemas reales. Como muestra de ello, véase la lista de sitios web en la webgrafía que actualmente utilizan soluciones basadas en balanceadores de carga, como Ultra-Monkey o ACADE (Urrejola, 2009).

- Los clústeres pueden ser aplicados en cualquier tipo de industria, dado su modo de trabajo grupal, distribuido, centralizado y balanceado, factores claves para el procesamiento adecuado y eficiente de la información.
- Durante la investigación para el levantamiento de la información del diseño y configuración del clúster de balanceo de carga, encontramos que la técnica *Round Robin* DNS no es la mejor opción para balanceo de carga, ya que simplemente alterna el orden de los registros de direcciones cada vez que llega una petición a un servidor de nombres. No se toman en consideración el tiempo de transacción, la carga del servidor o la congestión de la red, lo cual ocasiona demoras en la entrega del paquete al usuario final.

## Referencias

- AGUILAR RESELLÓ V. J., Clústering de Alta Disponibilidad bajo GNU/Linux, Documento en línea disponible: <http://www.bisente.com/documentos/clustering/informe.pdf>. Septiembre 2002.
- BEOWULF, Clúster, Documento en línea disponible: [http://en.wikipedia.org/wiki/Beowulf\\_clúster](http://en.wikipedia.org/wiki/Beowulf_clúster). 5 Febrero de 2010.
- BUYA, ROBERT. High Performance Clúster Computing: Architectures and Systems. Volumen 1. Prentice-Hall PRT. 1999.
- BUYA, ROBERT. High Performance Clúster Computing: Programming and applications. Volumen 2. Prentice-Hall PRT. 1999.
- Cloud Computig, Documento en línea disponible: [http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud\\_computing](http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing), 23 Agosto 2012
- Clúster de alta disponibilidad + balanceo de carga, Documento en línea disponible: <http://lobobinario.blogspot.com/2011/09/clúster-de-alta-disponibilidad-balanceo.html>. 1 de septiembre de 2011.
- Clúster de alta disponibilidad y escalabilidad., Documento en línea disponible: <http://idefix.eup.uva.es/Manuales/Clustering/ACADE-LV5-memoria.pdf>
- Configuración de un clúster. Documento en línea disponible: [http://www.mcsr.olemiss.edu/bookshelf/articles/how\\_to\\_build\\_a\\_clúster.html](http://www.mcsr.olemiss.edu/bookshelf/articles/how_to_build_a_clúster.html). 2010
- GALLARDO P. FLAVIO. M. Diseño de una solución para servidores de alta disponibilidad y balanceo de carga con Open

- Source, Documento en línea disponible:<http://es.scribd.com/doc/57937293/33/Funcionamiento-de-un-clúster>. Mayo 2011.
- MARENOSTRUM, documento en línea disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/MareNostrum>. 2004.
- MORENO R. ALBERTO. Clúster Web de alta disponibilidad a través de una red de área extensa, Documento en línea disponible: [http://oa.upm.es/4958/2/PFC\\_ALBERTO\\_MORENO\\_RAMIREZ.pdf](http://oa.upm.es/4958/2/PFC_ALBERTO_MORENO_RAMIREZ.pdf). Marzo 2010.
- OÑATEA, VÍCTOR M. ORTEGA S., EDWARD J. PARRELLAR, JOSÉ M. Clúster de alta disponibilidad con balanceo de carga para servicios corporativos sobre Debian GNU/Linux; Documento en línea disponible: <http://es.scribd.com/doc/25185182/Clústers-de-alta-disponibilidad-con-balanceo-de-carga-para-servicios-corporativos-sobre-Debian-GNU-Linux-Caso-de-exito-EDELCA>. 2010.
- SILBERSCHATZ GALVIN. Operating System Concepts. How to Build a Beowulf: a guide to the implementation and application of PC clústers. Scientific and Engineering Computation Series. MIT Press 1999. The Piranha Solution. Documento en línea disponible: <http://www.linuxvirtualserver.org/docs/ha/piranha.html>. 2 de Febrero del 2005.
- URREJOLA R. ANTONIO, ORTIZ FERNANDO. 2009 Diseño de un clúster de balanceo de carga y alta disponibilidad para un servidor web en Linux utilizando ultra-Monkey; Documento en línea disponible: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Balanceo-De-Carga/468560.html>. 2009