

# Infraestructura Cloud Computing tipo IaaS, Para Centros de Cómputos y Áreas de Investigación en Universidades.

Univ. Julian Cáceres, Univ. Teddy Limousin, Mg. Carlos Núñez, Mg. Horacio Kuna.

Centro de Investigación en Computación/Facultad de Ingeniería/Universidad Nacional de Itapúa.

Encarnación – Paraguay. +59571-206990/1  
jcaceres,tlimousin,cnunez,hdkuna @[uni.edu.py]

## Resumen

En este artículo se provee aspectos fundamentales del proyecto cuyo objetivo ha sido analizar, diseñar, modelar y montar una infraestructura cloud tipo IaaS a fin de proveer poder de procesamiento a distintas áreas de una universidad de manera inmediata y elástica, además se brinda un vistazo general de lo que abarca el paradigma computacional Cloud Computing. La popularidad de las tecnologías cloud se han incrementado notablemente en la actualidad, y esto se ha dado mediante la importancia de un mejor aprovechamiento de los recursos computacionales. Se brinda un análisis breve de las características de un entorno cloud y se describe el prototipo de solución proveído en este proyecto el cual busca mediar las necesidades de recursos tecnológicos en proyectos que requieren de estos beneficios. Además se evalúa el aporte que provee a las instituciones educativas especialmente a los sectores abocados a tareas de investigación que constantemente requieren de un mayor poder de cómputo. Los resultados son sorprendentes en diferentes aspectos. Se puede constatar gran disminución en costos, reutilización de commodity hardware y otros aspectos que irán siendo descritos.

**Palabras Clave:** Cloud Computing, Virtualización, Open Nebula, Infraestructura como Servicio, computación distribuida.

## Introducción

Día a día emergen distintos tipos de nuevas soluciones tecnológicas, que buscan aportar soluciones a diversas necesidades tecnológicas, una de ellas es el cloud computing la cual se ha popularizado notablemente en este entorno.

Cloud Computing es un modelo para permitir el acceso conveniente a través de la red y en cualquier lugar, a un conjunto de recursos computacionales configurables (Ej. Redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y/o servicios) que pueden adicionarse o liberarse fácilmente con un mínimo esfuerzo por parte del proveedor del servicio. El modelo Cloud posee cinco características esenciales (Provisión de servicios bajo demanda, amplia red de acceso, agrupación de recursos, independencia de la ubicación, elasticidad, y servicio dimensionable) tres modelos de servicio (Infraestructura como Servicio, Plataforma como Servicio, y Software como Servicio) y cuatro modelos de despliegue (Clouds Públicos, Privados, Comunitarios e Híbridos) [1], [7]. En un entorno cloud podemos encontrar diversas ventajas, las cuales han logrado llamar la atención de muchos usuarios o empresas que actualmente se encuentran utilizando este tipo de paradigma como base fundamental de sus infraestructuras en vista a diversos objetivos particulares, al citar algunas de ellas es indispensable mencionar las siguientes:

- Mayor aprovechamiento de los recursos disponibles.
  - Menor consumo de energía eléctrica.
  - Obtención de un sistema fácil y eficiente, escalable bajo demanda, ya que se utiliza tan solo el recurso requerido en el momento necesario.
  - Posibilidad de acceso desde cualquier lugar. Ubiquidad.
  - Ahorro importante en costos y espacio físico.
  - Mayor atención al núcleo del negocio.
- No obstante detenerse en analizar solo las ventajas conllevaría a dejar escapar diversas complicaciones que podrían causar un mal aprovechamiento de tipo de ambiente computacional. Por ello se menciona algunas desventajas a ser tenidas en cuenta a la hora de migrar o

implementar uno de los modelos de servicios [2].

- Privacidad: perder datos es uno de los principales temas de preocupación.
- Cambiar de proveedor, ya que cada uno de ellos plantea su propia solución.
- Leyes de protección de datos.
- Escalabilidad automática: siendo víctima de distintos tipos de ataques automatizados por parte de gente mal intencionada [1], [2], [7].

Este paradigma engloba en sí mismo un conjunto de distintos tipos de conceptos tecnológicos (Como ser la virtualización, la computación de altas prestaciones, el almacenamiento distribuido o en red, la optimización de sistemas operativos, entre otros) que a su vez presentan una variedad de virtudes muy significativas que hacen del cloud computing uno de los frentes tecnológicos más populares hoy en día.

La virtualización ha jugado un papel que hasta se podría calificar como fundamental en este entorno. Y para explicar un poco este concepto se puede decir de la virtualización como la simulación del software y/o hardware sobre el cual corre otro software. Este ambiente simulado es comúnmente denominado máquina virtual [3]. Existen muchas formas de virtualización, distinguidas principalmente por la capa de arquitectura. Por ejemplo, en la virtualización completa, uno o más sistemas operativos y las aplicaciones que ellos contienen se ejecutan sobre un hardware virtual. Cada instancia de un sistema operativo y sus aplicaciones, se ejecutan en una máquina virtual llamada huésped. Los sistemas operativos huéspedes en un equipo y sus aplicaciones son manejados por un hipervisor, que controla el flujo de instrucciones entre el sistema operativo huésped y el hardware físico, como ser procesador, disco de almacenamiento, memoria y tarjetas de red. El hipervisor puede particionar los recursos del sistema y aislar los sistemas operativos huéspedes para que cada uno tenga accesos solo a sus propios recursos, así como hacer posible el acceso a recursos compartidos como ser archivos en el sistema operativo anfitrión. Algunos hipervisores corren sobre otros sistemas operativos, lo cual es conocido como el sistema operativo anfitrión [3].

El paradigma de la virtualización ha aumentado rápidamente su status en el área empresarial de tecnologías de información, proveyendo mejoras en costos de manera transformadora, así como el aumento en la eficiencia operacional, flexibilidad y nivel de servicios de TI.

Intel y AMD han desarrollado de manera independiente extensiones de virtualización a la arquitectura x86, las cuales se denominan tecnologías de virtualización de hardware. Estos y otros avances recientes en el hardware como los procesadores multinúcleo están aumentando la adopción de la virtualización, mientras que una completa infraestructura virtual orientada al servicio está compuesta por un amplio arreglo de tecnologías que proveen agregación de recursos, administración, disponibilidad y movilidad [4]. Por todo este creemos que uno de los conceptos que adopta fuertemente el uso de la virtualización es la computación en las nubes o más bien conocida por su nombre en inglés de Cloud Computing, permitiendo el acceso, a través de la red y en cualquier lugar, a un conjunto de recursos computacionales configurables, por ejemplo: servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios, que pueden adicionarse o liberarse fácilmente con un mínimo esfuerzo por parte del proveedor.

La migración hacia tecnologías de Cloud Computing hacen posible que se mejore la utilización de los recursos para la ejecución de aplicaciones que manejan un gran volumen de información. Estas tecnologías promueven la utilización de herramientas de paralelización del trabajo lo que conlleva a una simplificación de los problemas y un mejor aprovechamiento de los recursos [5]. En la mayoría de los entes educacionales o gubernamentales en países como Paraguay constantemente surgen necesidades tecnológicas que requieren la utilización de herramientas software que mejoren la productividad y provean nuevos servicios. Estas herramientas requieren distintos picos de poder de procesamiento para su despliegue, ya sean redes, almacenamiento o cómputo por lo que se deben adquirir nuevos equipos. Y la adquisición de estos conlleva a diversos problemas que no solo implican en costos sino que muchos otros, como ser el procedimiento, el tiempo y hasta el mismo espacio físico. Viendo las peculiaridades de un entorno cloud y las múltiples necesidades en un entorno de trabajo de cómputos, se ha desarrollado,

a través de este proyecto un análisis de solución en la que se adopta como objetivo fundamental el máximo aprovechamiento de los recursos computacionales disponibles, lo cual trae consigo el diseño y modelado de un entorno cloud computing a fin de montarla y proveer servicios de infraestructura, la cual es uno de los modelos de servicios de ese entorno. Y para que el objetivo propuesto haya sido posible se ha utilizado netamente recursos software gratuitos y opensource tales como el gestor cloud Open Nebula, el Hypervisor Xen, el sistema operativo Centos, y recursos hardware con los que ya se disponía que son en su gran mayoría del tipo commodity. Todo el proyecto esta dado en base a las características y virtudes del gestor cloud opennebula la cual fue creada con el propósito de administrar máquinas virtuales, capaz de controlar las imágenes en ejecución sobre un data center o cluster, por lo tanto se encuentra preparada y enfocada en la utilización de máquinas virtuales como recurso principal para proveer una infraestructura como servicio [9], [10], [14].

OpenNebula fue desarrollada por varios proyectos de investigación en virtualización y Cloud Computing como ser: La Consejería de Educación Comunidad de Madrid, el Ministerio de Ciencia e Innovación de España, el proyecto Reservoir, el proyecto HPCcloud, la Universidad Complutense de Madrid, entre otros [9], [10], [13].

## Líneas de investigación y Desarrollo.

Las tareas realizadas para este proyecto fueron determinados por los requerimientos de trabajo final de grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Itapúa, y las líneas de investigación adoptadas provienen de un conjunto superior en la cual se encuentra abocada el Centro de Investigación en Computación de la misma casa de estudios las cuales se enfocan a la optimización del aprovechamiento de recursos ociosos en un entorno computacional dado mediante los distintos paradigmas que existen hoy en día en este ambiente como ser la computación distribuida, el cloud computing, la computación de altas prestaciones, el ambiente virtualizado y otros de la misma rama.

## Resultados y Objetivos

Si bien el fin de este proyecto es lograr implementar una infraestructura que permita ofrecer capacidad de cómputo como servicio, el mismo es el resultado de un trabajo de investigación que tiene varios objetivos específicos que en conjunto cumplen el cometido.

Con el objetivo en mente se ha buscado proveer una infraestructura que brinde las siguientes características:

**Auto-servicio:** esta es una de las características fundamentales de este modelo de ambiente tecnológico ya que el usuario gestiona mediante una aplicación web todos los recursos necesarios y despliega por si mismo las maquinas virtuales requeridas.

**Escalabilidad:** permite un crecimiento bien establecido el cual se basa en las limitaciones de los equipos físicos de la infraestructura. Por otra parte cabe destacar que el modelo presentado es flexible a la incursión de tantos equipos físicos sean necesarios.

**Elasticidad:** el modelo de IaaS implica la elasticidad del uso de los recursos de acuerdo a la demanda de estos por parte de los clientes. Esto quiere decir que en momentos de alta demanda de recursos por parte de una instancia, la infraestructura puede asignar más recursos a la misma para que el rendimiento no disminuya.

**Multipropósito:** El modelo plantea soluciones a medida para cada grupo de la universidad, las cuales presentan problemas distintos y por ende requisitos específicos de hardware y software, mediante el entorno IaaS desplegado se consigue obviar estos requisitos, logrando un dinamismo de gestión a cada situación.

**Orientada al servicio:** otra de las características principales de este paradigma computacional es que fue ideado para desplegar servicios ya sean bajo algún costo o de manera gratuita dependiendo del propósito.

**Disponible bajo demanda:** el proyecto se fundamenta fuertemente en la idea de proveer recursos según sea la necesidad partiendo de un mínimo asignado para la creación de instancias.

**Eficiencia / Predictibilidad:** Mediante nuestro sistema de monitoreo, se puede realizar un seguimiento del uso de los recursos asignados, y así mismo predecir la necesidad de crecimiento en un periodo de tiempo determinado.

**Autorreparable:** Tanto Open Nebula como XEN, y las diversas herramientas incorporadas en este proyecto plantean

soluciones de tolerancias a fallos lo cual es fundamental.

**Rendimiento:** Mediante la asignación dinámica de los recursos se logra mantener el rendimiento de las instancias en momentos de alta demanda.

**Seguridad:** los accesos al entorno se realizaron mediante mecanismos seguros de autenticación, además se provee acceso limitado al usuario y los permisos respectivo son manejados a través de un sistema de roles. El uso de los recursos por parte de las unidades de la universidad esta delimitado por el grupo o dependencia al que pertenece el usuario.

De acuerdo a las características citadas anteriormente este proyecto ha tenido dos objetivos específicos principales para el montaje de la infraestructura que son:

Desplegar el gestor cloud en un entorno físico dentro del centro de cómputos de la universidad que permita proveer recursos computacionales como servicio y brindar un acceso a los usuarios de las distintas unidades académicas, por medio de una aplicación web.

Para el despliegue del gestor cloud se ha tomado en cuenta los requerimientos hechos por parte de la universidad. Los mismos obedecen a la necesidad que tiene la institución de mejorar el aprovechamiento de los recursos tecnológicos adecuadas a la estructura interna pre existente. Y se ha llegado a obtener una infraestructura que es capaz de brindar acceso a los recursos computacionales a distintos grupos o áreas de trabajo dentro de la universidad teniendo en cuenta el siguiente escenario:

Cada área se encuentra aislada en su propia red virtual.

Todos los grupos poseen acceso a internet y los paquetes son enrutados a cada red virtual por medio de un gestor de paquetes.

Se puede acceder a la infraestructura montada desde la red interna de la universidad e internet.

A cada grupo creado le es asignado un cupo de recursos dentro de la infraestructura para poder desplegar maquinas virtuales. El cual es de tipo elástico pues los recursos físicos irán siendo agregados de acuerdo la necesidad, la cual es totalmente predecible mediante este paradigma.

Las instancias de cada área que se encuentran agrupadas en su entorno están dispuestas en redes aisladas unas de otras para que solo las pertenecientes

a una misma dependencia puedan conectarse entre si.

Las características citadas anteriormente forman parte de la configuración tanto del gestor cloud como los equipos físicos que forman parte de la infraestructura. Una vez logrado esto, es preciso contar con una herramienta que comunique al usuario común con la infraestructura para que pueda utilizar el entorno tecnológico de acuerdo a sus necesidades. Para ello se ha implementado y adaptado una interfaz web la cual hace posible su utilización desde distintos tipos de dispositivos (PCs, notebooks, móviles, etc.) y desde cualquier lugar con acceso a internet.

Por esto podemos describir a la aplicación web como el segundo componente principal de este proyecto. A continuación exponemos algunas de las características que posee esta herramienta.

Esta aplicación brinda una interfaz elegante y sencilla al usuario para que el mismo pueda gestionar los recursos computacionales de un grupo específico dentro del cupo de la misma y de acuerdo a sus necesidades.

Estos dos componentes unidos forman la plataforma que permite a un centro de cómputos brindar una infraestructura como servicio a los distintos sectores afectados de manera a permitir un mejor aprovechamiento de los recursos por parte de todas las áreas que forman parte de una casa de estudios o centros de investigación.

#### **Trabajos a Futuro**

Al momento de integrar los distintos componentes para formar la infraestructura cloud, se fueron presentando distintos escenarios los cuales no fueron abordados por este trabajo y que pueden proyectarse como trabajos futuros de otros investigadores, alumnos o profesional abocado al entorno. Algunos de posibles temas son:

La implementación de la infraestructura sobre algún tipo de cluster especializado que logra mayor facilidad de crecimiento en cuanto a recursos físicos independientes sin necesidad de supercomputadores.

Elasticidad automática del almacenamiento disponible para una maquina virtual.

Tareas de optimización de monitoreo en tiempo real de las maquinas virtuales utilizando alguna técnica especializada de monitoreo sobre los estados de los nodos.

Optimización de acceso a cada uno de los nodos desplegados sin la necesidad de contar con un IP público particular para cada uno de los nodos desplegados.

Optimizar los mecanismos de elasticidad de recursos particulares (CPU, memoria, almacenamiento) mediante su automatización.

Gestionar mayores sistemas de tolerancias a fallos.

## Formación de Recursos Humanos.

Al hablar de formación de recursos humanos podemos destacar que al igual que en este proyecto, nacen muchos otros trabajos finales de grado, que van haciendo posible la conclusión de la carrera de grado a muchos alumnos de ingeniería en informática, haciendo posible la formación de nuevos profesionales abocados al ámbito tecnológico. Además harán posible brindar aportes a la comunidad científica. Este es el segundo proyecto de grado aprobado en esta línea de investigación, las cuales se encuentran fuertemente relacionadas, dando oportunidades a múltiples ideas de trabajos futuros. Para este proyecto particular fueron participes dos alumnos de grado un asesor principal o tutor actualmente estudiante de doctorado en la Universidad Autónoma de Barcelona, y un asesor secundario estudiante de doctorado de la Universidad de Malaga.

## Referencias.

- [1] Peter Mell and Tim Grance. "The NIST Definition of Cloud Computing". Computer Security Division. Information Technology Laboratory. National Institute of Standards and Technology. January 2011.
- [2] Christof Weinhardt, Arun Anandasivam, Benjamin Blau, Nikolay Borissov, Thomas Meinl, Wibke Michalk, Jochen Ster. "Cloud Computing a Classification, Business Models, and Research Directions". Business and Information Systems Engineering May 2009, pp. 391-399.
- [3] Xianghua Xu, Feng Zhou, Jian Wan Yucheng Jiang. "Quantifying performance properties of virtual machines". Grid and Service Computing Lab School of Computer Science and Technology, Hangzhou Diazz University, China. 2008.
- [4] National Institute of Standards and Technology. "Guide to Security for Full Virtualization Technologies". Computer Security Division. Information Technology Laboratory. National Institute of Standards and Technology. Site: [www.nist.gov](http://www.nist.gov)
- [5] Meng Xu, Dan Gao, Chao Deng, Zhiguo Luo, Shaoling Sun. "Cloud Computing Boosts Business Intelligence of Telecommunication Industry", 2009.
- [6] Youry Khmelevsky, Ph.D. Computer Science Department. Okanagan College, Volodymyr Voytenko, Ph.D. Computing Science Department, King's University College. "Cloud Computing Infrastructure Prototype for University Education and Research". WCCCE May 2010.
- [7] K. Keahey and T. Freeman, "Science Clouds: Early Experiences in Cloud Computing for Scientific Applications," in proceedings of Cloud Computing and Its Applications 2008, Chicago, IL. 200
- [8] B. Sotomayor, K. Keahey, I. Foster. Combining Batch execution and Leasing Using Virtual Machines, HPDC 2008, Boston, MA, 2008, 1-9
- [9] Ignacio M. Llorente. "Interfaces for Private and Public Cloud Computing". DSA-Research. Universidad Complutense de Madrid, 2009.
- [10] Ignacio M. Llorente (2009). Research Challenges in Cloud Infrastructures for. DSA-Research. Universidad Complutense de Madrid, 2009.
- [11] Won Kim, Soo Dong Kim, Eunseok Lee, Sungyoung Lee. "Adoption Issues for Cloud Computing". Kyungwon University, Sungsil University, Sungkyunkwan University, Kyunghee University. S. Korea.
- [12] B. Rochwerger, A. Galis, D. Breitgand, E. Levy, J. A. Cáceres, I. M. Llorente, Y. Wolfsthal, M. Wusthoff, S. Clayman, C. Chapman, W. Emmerich, E. Elmroth, R. S. Montero. Design for Future Internet Service Infrastructures. pp. 227-237, 2009.
- [13] SearchServerVirtualization.com. "Managing full virtual and paravirtual hardware drivers in a Xen environment". TechTarget, 2011.
- [14] OpenNebula [www.opennebula.org](http://www.opennebula.org)
- [15] Hypervisor Xen [www.xen.org](http://www.xen.org)
- [16] Top Five hundred. Site: [www.top500.org](http://www.top500.org)
- [17] What cloud computing really means As seen. Site: [www.infoworld.com/d/cloud-computing/what-cloud-computing-really-means-031](http://www.infoworld.com/d/cloud-computing/what-cloud-computing-really-means-031). January 24 2009.
- [18] Cloud Computing: Acronyms (IaaS, PaaS and SaaS). Site: [www.haikumind.com/cloud-computing-acronyms-iaas-paas-and-saas/](http://www.haikumind.com/cloud-computing-acronyms-iaas-paas-and-saas/)