

# Análisis de los parámetros de performance y escalabilidad para Clouds híbridos

Nelson R. Rodríguez<sup>1</sup>, Francisca A. Valenzuela<sup>1</sup>, Maria A. Murazzo<sup>1</sup>, Susana B. Chávez<sup>1</sup>, Adriana E. Martín<sup>1</sup>, Daniela A. Villafañe<sup>1</sup>, Facundo J. González<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento e Instituto de Informática – Universidad Nacional de San Juan  
UNSJ – Cereceto y Meglioli – C.P. 5400 – Rivadavia, San Juan, Argentina

nelson@iinfo.unsj.edu.ar, franciscaadriana.valenzuela@gmail.com,  
maritemurazzo@gmail.com, schavez@iinfo.unsj.edu.ar,  
arianamartinsj@gmail.com, villafane.unsj@hotmail.com,  
facu\_jgg@hotmail.com

**Resumen.** *Cloud Computing se está imponiendo como modelo de computación y de negocios. Luego de un auge inicial de los Cloud Públicos las empresas han comenzado a montar Cloud híbridos que ofrecen las ventajas del Cloud público, sumado a la privacidad de los datos que consideren estratégicos gestionadas en un Cloud Privado. No obstante las numerosas ventajas que presenta, no se han realizado estudios profundos de escalabilidad y eficiencia. Tampoco se han definido parámetros para este tipo de soluciones, que permitan a los desarrolladores proponer la arquitectura más conveniente, o configurar los schedulers para mejorar los valores de estos parámetros.*

**Abstract.** *Cloud Computing is emerging as a model and business computing. After an initial apogee of the Public Cloud the companies have begun to assemble hybrid Cloud offering the benefits of public cloud, combined with the privacy of data they consider strategic managed on a Private Cloud. However the numerous advantages presented, have not made detailed studies of scalability and efficiency. Neither they have defined parameters for this type of solutions, which enable developers to propose the most convenient architecture, or configure the schedulers to improve the values of these parameters.*

## 1. Introducción

El fenómeno emergente de Cloud Computing (CC) representa un cambio fundamental en la forma en que los servicios de tecnología de la información son creados, desarrollados, desplegados, escalados, actualizados, mantenidos y facturados. La Informática de hoy refleja una paradoja: por una parte, las computadoras resultan cada vez más poderosas y el coste por unidad disminuye, sin embargo la computación resulta más pervasiva dentro de la organización incrementándose la complejidad de administrar toda la infraestructura de las arquitecturas, los datos y el software [ Marston et al. 2010].

Los sistemas basados en CC han tomado relevancia en los últimos años, basta con comparar por medio de Google Trends las tendencias de búsqueda de términos y se puede observar que “Cloud Computing” ha sobresalido exponencialmente.

Cloud Computing es un paradigma que permite el cómputo a gran escala mediante la abstracción de la complejidad de la plataforma de desarrollo y la infraestructura sobre la que se monta, esto se logra a través de la encapsulación del hardware, la compartición de recursos y la virtualización.

De esta manera es posible crear una plataforma agnóstica y escalable para el desarrollo de aplicaciones. Como característica principal es la capacidad de proporcionar al usuario diferentes modelos que se ajusten a los requerimientos de su aplicación, lo cual se realiza mediante interfaces de simple interacción.

Algunas empresas han montado sus propios Cloud privados para la gestión y administración de sus recursos, pero han sido ineficientes al momento de la escalabilidad exigiéndoles la migración a una arquitectura de Cloud híbrida. Esta migración presenta inconvenientes, tales como falta de provisión de QoS, deficiencias en las comunicaciones, falta de transparencia en la administración y gestión de los datos, seguridad, etc.

A pesar de estos inconvenientes las empresas logran independizarse de las complicaciones en la gestión de los recursos. De esta manera se podrá contar con una infraestructura tecnológica capaz de adaptarse evolutivamente a su proceso de negocio, apoyando sus estrategias de forma flexible, efectiva y a costos manejables.

Con respecto a los proveedores Cloud, grandes empresas como IBM, Windows, Oracle, Google, twitter, HP Hybrid Delivery, You Tube, Wikipedia, Picasa, Motorola, entre otras, han prometido aumentar la innovación y minimizar los costos, incrementando la agilidad de negocio. Entre los impulsores más grandes, Google está trabajando para la completa integración tanto de las pequeñas empresas como de las grandes Multinacionales. Por otro lado las Telco (Empresas de Telecomunicación) están ofreciendo servicios de Cloud Computing y ampliarán notablemente la cantidad de proveedores de Clouds públicos.

A pesar de los esfuerzos realizados por las empresas proveedoras de servicios y de recursos, no se debe dejar de lado las deficiencias que existen a la hora de montar una arquitectura de Cloud híbrida, que pueda ser eficiente y efectiva. Por lo tanto, este trabajo analiza los distintos aspectos que hay que tener en cuenta para lograr la adecuada participación de los distintos componentes del Cloud privado y del Público y cuyo objetivo a mediano plazo es obtener parámetros que puedan ser evaluables para montar una solución basada en Cloud híbrido.

## 2. Cloud Computing

Cloud Computing no solo es una “buzzword” en los congresos y reuniones de especialistas en IT, sino también se ha constituido en una de las mayores inversiones en tecnología informática proyectada para los próximos años.

Las formas tradicionales en que las empresas utilizan y adquieren los recursos tecnológicos han evolucionado con el auge de CC, ofreciendo mayor eficiencia, escalabilidad masiva y más rápido y fácil desarrollo de software [Rodríguez et al. 2013].

No es un desarrollo revolucionario reciente, sino el resultado de la evolución de varias tecnologías tales como utility computing, computación bajo demanda, computación elástica y grid computing [Rodríguez et al. 2014].

Representa un modelo de prestación de servicios de negocio y tecnología que permite a cualquier usuario acceder a un catálogo de servicios estandarizados y responder a las necesidades de su negocio de forma flexible y adaptativa, en caso de demandas no previstas o de picos de trabajo, pagando solo por el consumo efectuado.

Cloud Computing es un esquema del tipo aaS y que a veces se expresa como Everything as a Service. Se puede dividir a Cloud Computing en las siguientes capas: Software como Servicio (SaaS), Plataforma como Servicio (PaaS) e Infraestructura como Servicio (IaaS) [Weiss 2007], aunque recientemente se han propuesto HaaS (Hardware como servicio) y Daas (Desktop o Database como servicio) entre otras.

Hasta el surgimiento de CC, unas de las grandes dificultades eran los problemas que suscitaba la creación de infraestructuras para atender demandas de cómputo no previsible, debido a que esto implicaba una gran inversión y poca certeza sobre los resultados que ofrecería ante incrementos en la demanda. Es casualmente la elasticidad de este tipo de computación lo que hace a los Cloud mas escalables, permitiendo la adquisición de recursos bajo demanda y la liberación de los mismos cuando ya no se necesitan.

Los aspectos claves de Cloud Computing son: auto servicio bajo demanda, acceso a la red ubicua, un conjunto de recursos independiente de la ubicación, rápida elasticidad y servicio a la medida [Wyld 2009]. Este paradigma involucra una serie de temas como la arquitectura y gestión de infraestructuras de Cloud Computing, SaaS y aplicaciones, IaaS, el descubrimiento de servicios y datos en infraestructuras de Cloud Computing, y la interoperabilidad entre plataformas.

Los modelos de despliegue de Clouds pueden ser: públicos, privados, comunitarios o híbridos [NIST 2011].

*Cloud Público:* La infraestructura de la nube está disponible al público en general (o un subconjunto en función de los criterios de venta del Proveedor). La infraestructura pertenece a la organización que vende sus servicios de Cloud Computing. Para el usuario de estos servicios todos sus costes son operativos (OPEX)

*Cloud Privado:* La infraestructura de la nube pertenece a una única organización, quien la ofrece como servicio a sus propios departamentos. Puede ser gestionada por la organización o por una tercera parte, y puede estar en los locales de la organización o fuera de ellos. Resuelve algunos de los problemas de las Públicas (seguridad, regulación de datos, prestaciones, etc.), pero implica inversiones de capital (CAPEX).

*Cloud Comunitario:* La infraestructura de la nube es compartida por varias organizaciones y da soporte a una comunidad específica que comparte las mismas preocupaciones (p.e. misión, seguridad, requisitos, consideraciones de normativa legal, etc.). Puede ser gestionada por las organizaciones o una tercera parte, y puede estar locales propios o fuera de ellos. (Nota: como ya se ha comentado, el resto de la bibliografía actual no suele presentar esta categoría que queda incluida en la de “Cloud Privada”).

*Cloud Híbrido:* La infraestructura de la nube está compuesta por dos o más tipos de nubes (privada, pública o comunitaria) que mantienen su propia identidad pero que son unidas por una tecnología propietaria o estándar para permitir la portabilidad de datos y aplicaciones.

Entre las problemáticas que surgen respecto a CC, cabe destacar la confidencialidad de los datos. El modelo de despliegue privado permite configurar la confidencialidad de los datos en función de las necesidades de los usuarios, pero la escalabilidad de este cloud privado puede verse limitada. Esta limitación tiene que ver con la forma en que se suministran los recursos. Si los recursos del Cloud privado están ocupados en el cumplimiento de solicitudes, las nuevas solicitudes se deben mantener en cola de espera para procesar más tarde. Una de las alternativas que se presentan, es el uso de un Cloud híbrido.

En un Cloud Híbrido se combinan las dos propuestas anteriores. Se posee un Cloud privado que se amplía mediante uno público por necesidades de escalabilidad. No obstante, añaden la complejidad de determinar cómo distribuir las aplicaciones a través de estos ambientes diferentes, o sea que parte de las aplicaciones y datos residirán en el Cloud públicos y cuales en el privado, teniendo en cuenta que ciertos datos y aplicaciones son de vital importancia para la empresa y los recursos necesitan ser escalados y por lo tanto comienzan a estar expuestos a Internet, con todo lo que significa en materia de seguridad y privacidad. El diseño y configuración de los servidores también resulta compleja debido a la flexibilidad que deben presentar

El Cloud híbrido permite que la infraestructura local sea accesible directamente por los usuarios sin estar expuestas a la Internet pública, reduciendo considerablemente la latencia y los tiempos de acceso a los servicios públicos. Otro beneficio de un modelo híbrido es la habilidad para lograr que la infraestructura computacional pueda soportar la carga de trabajo medio, mientras que mantiene en espera la posibilidad de acceder al Cloud público para las circunstancias de failover en que la carga de trabajo excede el poder computacional del componente privado. Usar un Cloud híbrido puede facilitar la conectividad en el puesto de trabajo. Además de manejar archivos, las compañías pueden integrar varios procesos de negocio, tal como el sistema de mensajería interno, scheduling, inteligencia y análisis de negocio, y otros sistemas CRM.

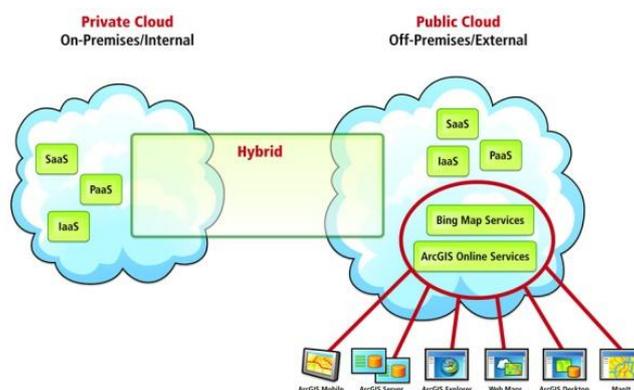
Por lo expresado en el párrafo anterior, estas soluciones híbridas, van creciendo rápidamente, debido a los beneficios que ofrecen a las empresas.

### **3. Hybrid Cloud Computing**

Un Cloud Híbrido representa una forma de implementación cuya infraestructura se caracteriza por aunar dos o más formas de clouds (privado, comunitario o público), los

cuáles continúan siendo entidades únicas interconectadas mediante tecnología estandarizada o propietaria que permite la portabilidad de datos y aplicaciones (ej. el rebalanceo de cargas entre las nubes) [Gobierno de España 2012].

La figura que aparece a continuación (figura 1), se muestra gráficamente un Cloud híbrido integrado por dos Clouds y en cada uno sus propios IaaS, PaaS y SaaS.



**Figura 1. Cloud Híbrido**

Los números confirman la importancia de Cloud Computing y del modelo híbrido en particular. Según un informe de CA Technologies [Guerrero 2012], El 74% de las compañías han implementado servicios de Cloud híbridos, se espera que la inversión en Cloud públicos será de 73B de U\$S para el 2015, el 88% de las Aplicaciones Comerciales Empresariales se están moviendo al Cloud y además el 30% del presupuesto de TI está dedicado al Cloud.

Como dificultad se puede inferir que un Cloud híbrido implica mayor complejidad al momento de encontrar la solución cloud, por cuanto debe integrar formas distintas de implementación de servicios en la nube. Pero esto trae como ventaja la posibilidad de integrar las mejores características de cada una de las implementaciones consideradas.

Así, en un entorno híbrido es posible aprovechar la escalabilidad y rentabilidad inherentes a los Cloud públicos, sin los riesgos asociados a la externalización de aplicaciones críticas de negocio. Del mismo modo, es posible aplicar algunas restricciones con vistas a permitir el acceso a la información a unos y no a otros, sin que se vea afectada la velocidad a la que los datos se pueden ver o compartir.

Decidir qué es lo que mejor se adapta de un entorno híbrido para una función de negocio particular, depende completamente de la información destinada al usuario, la frecuencia de acceso requerida, la necesidad de integrar en otras áreas de negocio, y de cómo necesita ser almacenada la información de acuerdo a las normativas [Paccini 2012]. Los modelos de despliegue híbridos presentan una serie de problemas para estudiar y resolver como son: gestión de configuración, el control de cambios, la seguridad específica para el Cloud híbrido, la gestión de fallos, la gestión presupuestaria, reusabilidad, gestión de réplicas y extensibilidad, entre otras.

## **4. Parámetros a evaluar**

Para ser efectiva, una estrategia de gestión para el despliegue de cloud híbrido debe dirigir adecuadamente la administración de configuraciones, el control de cambios, la seguridad, el manejo de fallas y el presupuesto.

A continuación se describen los avances que impactan más fuertemente en hybrid Cloud Computing y que producirán profundos cambios en el departamento de TI de las organizaciones. Estos son: virtualización; IaaS, SaaS y PaaS; Comunicación y Redes; QoS y Seguridad.

### **4.1. Virtualización**

No solo se produce la virtualización a nivel de Sistema Operativo, sino los diversos componentes del Cloud Híbrido se encuentran virtualizados. En caso del Cloud Público suelen existir opciones de solicitar el uso de los recursos físicos en vez de los virtualizados, por supuesto a otro costo, pero el concepto de virtualización es el que predomina en el Cloud.

Para hacer posible CC es importante hacer uso de conjunto de tecnologías subyacentes, servicios, y configuraciones a nivel de infraestructura. Una de las tecnologías más importantes es la virtualización.

La escalabilidad como característica primordial de un Cloud está íntimamente vinculada a las técnicas de Virtualización. Un Cloud es escalable cuando puede responder a una petición de un usuario. Así, frente a un requerimiento de mayor capacidad de cálculo por parte de un usuario en momentos de un pico de requerimientos, se despliega una nueva máquina virtual sobre la infraestructura física existente.

Para la construcción de ambientes Cloud que gestionen nodos de virtualización existen distintas herramientas, algunas de ellas open source, que permiten crear y gestionar las nubes ubicadas en la capa de IaaS, ya sean públicas, privadas, comunitarias o híbridas. Estas herramientas proveen funcionalidades para desplegar, monitorizar y controlar máquinas virtuales. Son ejemplos de esto OpenNebula [OpenNebula 2014], OpenStack [OpenStack 2014] y Eucalyptus [Eucalyptus 2014].

En el contexto de la virtualización, es importante seleccionar los hipervisores o Monitores de Máquina Virtual (Virtual Machine Monitor) que permiten la gestión de múltiples nodos de virtualización. Hay múltiples tecnologías de virtualización, algunas libres otras propietarias. Ejemplo de ellas son KVM, XEN, VMWare, VirtualBox. La elección de una u otra tecnología depende de que herramienta se usará para construir la nube, por ejemplo OpenNebula soporta los hipervisores KVM, XEN, VMWare. Acá hay nuevas decisiones a evaluar.

Una vez elegida la herramienta para desplegar el Cloud, la selección de uno u otro hipervisor dependerá de muchos factores. Una buena comparativa de estos hipervisores la expone Younge Andrew [Younge et al. 2011].

Una de las cuestiones que influyen en esta elección es la posibilidad de migración de la máquina virtual en funcionamiento de una máquina a otra. Por ejemplo, Xen y Virtual Machine Manager permiten la migración siempre que las máquinas de origen y destino soporten alguna distribución de Linux. Otras de las cuestiones se

enfocan en las plataformas, se debe tener en cuenta que algunas tecnologías como VirtualBox puede funcionar en cualquier plataforma disponible, mientras que para otras tecnologías la situación cambia radicalmente. Por ejemplo, Xen, KVM y Virtual Machine Manager tan sólo pueden trabajar bajo sistemas con distribuciones de Linux. Como puede verse nuevamente al momento de elegir el hipervisor hay muchas decisiones a evaluar.

El modelo de virtualización es clave en CC híbrido debido a las diferencias que pueden existir entre los hipervisores en caso de utilizar versiones distintas.

## **4.2. IaaS, PaaS, SaaS**

Esta capa del Cloud Computing, representa la evolución de la infraestructura clásica de servidores físicos en las empresas al sustituirlos por servidores virtuales con ubicación en la propia empresa (Cloud privada) o Internet (Cloud pública).

En algunos casos la utilización de IaaS público, en la empresa se plantea como una paulatina eliminación de los servidores físicos propios y su sustitución por servidores virtuales ubicados en Data Centers remotos. Esta solución redundante de forma inmediata en importantes ahorros de costos. Actualmente la migración de los recursos entre unas plataformas y otras no suele ser fácil y, a pesar de que esta característica se muestra muy interesante para los usuarios, actualmente no se encuentra muy extendida.

La determinación de una tecnología de IaaS debe ser una de las decisiones más importantes, la misma debe estar basada en un profundo y minucioso análisis de acuerdo a criterios o parámetros de comparación.

En la actualidad existen en el mercado una gama variada de tecnologías de IaaS que son bastante populares y de gran importancia, Algunos de los proyectos más destacados para construir infraestructura de cloud son: OpenStack, Eucalyptus, CloudStack, Nimbus y OpenNebula.

Cuando una empresa decide implementar un IaaS, logra que los equipos de desarrollo se auto aprovisionen de la infraestructura necesaria para sus proyectos.

Por otro lado también han aparecido varios PaaS apropiados para su uso en modelos de despliegue híbridos. Por ejemplo; IBM está abriendo su extenso portafolio de software empresarial a la nube y está lanzando una nueva plataforma beta abierta con nombre de código BlueMix. Una Plataforma-como-servicio (Platform-as-service (PaaS)) que combina la fortaleza del software de IBM y las tecnologías abiertas y de terceros. Por otra parte Red Hat ofrece una plataforma como servicio abierta con algunas ventajas como: acceso a plataformas y lenguajes abiertos, aumento de la productividad de los desarrolladores gracias a los flujos de trabajo mejorados, proporciona herramientas para gestionar los procesos de desarrollo y la integración y facilita el escalado automático de las aplicaciones en un entorno compartido de varios proveedores.

Es evidente que pueden existir diferencias entre plataformas abiertas y propietarias en cuanto a la escalabilidad y la performance, con lo cual poder valorizar estas propiedades resultará dificultoso.

En cuanto a SaaS aplicados a modelos híbridos la cantidad de software disponible es variada entre ellas: soluciones de protección antimalware, soluciones de

correo, compras online y otras. SaaS no debería afectar considerablemente las propiedades evaluadas, dado que no resulta tan dificultoso sustituir una solución por otra.

Las diferencias entre el Cloud público y el privado en cuanto al IaaS, SaaS y PaaS, impactara más fuertemente en un Cloud híbrido que un público y menos que en un privado, queda claro que la tarea del personal de sistemas de la organización no va a ser sencilla y se pierde algunas de las ventajas de Cloud en general, que es la reducción de costos de especialistas informáticos.

### **4.3. Comunicación y Redes**

El soporte de red es sumamente importante pero difícil de evaluar. En el Cloud público suelen existir estadísticas de uso y permiten configurar algunos de los parámetros. Pero también hay que recordar que entre el Cloud público y privado está Internet, que ofrece un servicio de mejor esfuerzo.

El tema de las comunicaciones es de vital importancia cuando se habla de CC, pero se necesita hacer la diferenciación si se trabaja en un Cloud público, uno privado o uno híbrido. En el caso del Cloud privado las comunicaciones están totalmente parametrizadas, pues se está trabajando sobre una infraestructura de red LAN, la cual brinda un throughput adecuado para realizar el trabajado deseado.

Cuando se trabaja con un Cloud público, las comunicaciones se convierten en un cuello de botella, pues es imposible cuantificar los retardos incurridos en el acceso al Cloud desde un cliente vía Internet. Este problema se agrava cuando se está accediendo mediante dispositivos móviles, debido a la naturaleza impredecible de las comunicaciones inalámbricas.

Además, otro aspecto a tener en cuenta es el tipo de servicio al que se quiere acceder, no serán los mismos tiempos de acceso para consumir servicios que para el uso de bases de datos virtualizadas o para desarrollar en plataformas en el Cloud. En este sentido es necesario con una infraestructura de comunicaciones capaz de brindar los recursos necesarios para que la satisfacción del usuario en el acceso al Cloud sea adecuado.

Por último, cuando se trabaja en un cloud híbrido, donde parte del trabajo se realiza en forma local y parte en Internet es necesario cuantificar las diferencia en los retardos existentes con el objeto de lograr una sincronización global del trabajo, de esta manera será posible bajar la latencia incurrida en los accesos remotos.

Sin importar el SaaS, el PaaS o el IaaS que se esté usando es necesario con una adecuada infraestructura de comunicaciones, en lo que se refiere al ancho de banda y muy especialmente al throughput.

Teniendo en cuenta que cuando se utiliza Cloud la virtualización es el aspecto distintivo, y la red no escapa a aplicación de estas estrategias. Las Redes Definidas por el Software (SDN), ofrecen la posibilidad de programar los recursos de la red vía un controlador software externo, desacoplando los planos de conmutación y de control, extrayendo éste último de los elementos de red, que pasan a estar virtualizados, como un fabric único, en el que las aplicaciones pueden demandar los recursos que necesiten. Sin embargo el impacto que puede tener la topología resultante puede ser significativa

dado que algunas estructuras adaptadas para Big data como fat tree difieren de otras que priorizan el balanceo de carga en cuanto a los valores que arroja de performance y escalabilidad. [Nadeau and Gray 2012].

Manejar convenientemente los recursos de red no es una tarea sencilla, debido a que aparecen varios componentes en la virtualización: la red, el conmutador virtual (vSwitch), la red superpuesta (Overlay network), la LAN Virtual Extensible (VXLAN) y el Hipervisor de red.

Las redes definidas por el software permiten adecuarse a la topología necesaria de la red para resolver un problema en particular, pero la escalabilidad puede producir demoras que pueden resultar no tolerables. Por lo tanto es función de los diseñadores del Cloud híbrido evaluar los parámetros de red (latencia, throughput) para casos de baja, media y alta carga.

#### **4.4. QoS**

La Calidad de servicio (Quality of Service, QoS), se refiere a la garantía de proveer un servicio con cierto grado de fiabilidad en la transmisión de información, a través de una red. Dicho de otra manera, es la capacidad que posee una red para proveer servicios diferenciados para aplicaciones con diferentes requerimientos de recursos. Teniendo en cuenta esto es necesario identificar el tráfico generado por aplicaciones con fuertes restricciones en lo que a recursos respecta, por ejemplo las aplicaciones que involucran transferencia de voz y video, como VoIP o streaming tienen restricciones estrictas de pérdidas de paquetes y retardo extremo a extremo.

En función de esto, es necesario poseer un soporte adecuado para aquellos servicios que deban ser consumidos con algún tipo de restricción de recursos.

Cuando se trabaja en una plataforma de CC, los recursos son compartidos y virtualizados; y pueden ser reconfigurados para una óptima administración. Es por esto que se hace necesario contar con un soporte de QoS para el usuario y el proveedor de los servicios que provea una planificación de los recursos existentes. Esto se puede lograr usando SLA (Service Level Agreements) para asegurarle al usuario que obtenga los recursos por los que pagó.

Todos los grandes proveedores de Cloud (Amazon Google, etc.) ofrecen QoS de mejor esfuerzo y la más básica garantía de disponibilidad y performance de recursos, por lo que el problema de ofrecer un adecuado soporte de QoS es un tema abierto y aun sin soluciones.

#### **4.5. Seguridad**

La seguridad, protección, disponibilidad y tolerancia a fallos impactan directamente en la performance y en la escalabilidad de los Clouds híbridos, y de todos los parámetros mencionados es quizás el más importante de lograr, dado que las demoras pueden causar molestia, pero la vulnerabilidad de los datos y la exposición de los recursos de misión crítica pueden causar el fin del negocio.

Los Clouds privados pueden proveer la mayoría de la funcionalidad de seguridad para los datos de usuario, pero carecen de escalabilidad, por otro lado el Cloud público puede satisfacer la demanda de escalabilidad.

Los Cloud híbridos pueden proveer tanto la seguridad y la escalabilidad al mismo tiempo. Sin embargo, todavía hay algunos problemas sobre la seguridad de los datos, ya que cuando el usuario se extiende su aplicación a la nube pública, el proveedor de Cloud computing podría acceder los datos privados de los usuarios [Jingxin et al. 2012].

Las estrategias para proteger los datos de los usuarios en el Cloud Público pueden ser de cifrado simple (extremo a extremo) o virtualización multinivel (y el cifrado multinivel). En el primer caso, el cifrado solo se basa en que se puede confiar en el Cloud Privado y lo que se puede confiar en el Cloud Público. Así se podrían almacenar los datos en la nube privada directamente. El cifrado único supone que se cifran los datos cuando los mismos son trasladados al Cloud público desde la arquitectura privada, utilizando los algoritmos de cifrado individuales.

En condiciones normales, la plataforma en el Cloud incluye la máquina virtual, sistema de la operación de invitados, las aplicaciones de los usuarios, herramientas administrativas y por supuesto se debe brindar seguridad a todos estos componentes.

El modelo de virtualización multi-nivel mejorado añadió otra capa del entorno en tiempo de ejecución. El entorno de tiempo de ejecución adicional podría proporcionar la capacidad para controlar el permiso para acceder a los datos de los usuarios. Este entorno de tiempo de ejecución debe proporcionar por sí mismo al usuario este control de permisos y debe ser independiente del sistema de gestión de la plataforma de proveedor de Cloud Computing.

El cifrado único es fácil de conseguir, sin embargo, si los datos son cifrados, para las aplicaciones en el Cloud público resulta difícil reutilizar los datos, no pueden ser extraídos, por ejemplo, porque el algoritmo de cifrado está diseñado por el usuario, la aplicación de la parte privada puede dificultar la funcionalidad al cambiar al Cloud del proveedor.

La virtualización multi-nivel contiene un entorno de tiempo de ejecución que podría causar la pérdida de rendimiento y aumentar la complejidad del sistema, además con el fin de garantizar la capacidad de traspaso entre diferentes proveedores de Cloud Computing, es importante estandarizar la interfaz de entorno en tiempo de ejecución.

La interfaz de autenticación es una solución simple y también efectiva cuando los usuarios necesitan combinar proveedores de PaaS y SaaS. Por otro lado también se encuentra con el mismo problema en la virtualización multinivel y en la normalización de la interfaz.

La falta de recursos y otras fallas pueden aumentar debido a la heterogeneidad y complejidad del Cloud híbrido. Tales fallas pueden ocasionar una degradación frecuente en la performance y pueden causar rechazo a los requerimientos.

Las plataformas de Cloud usan comúnmente técnicas tolerantes a fallos aplicando checkpoint, lo cual es eficiente en términos comerciales. Sin embargo los puntos de chequeo incrementa el tiempo de ejecución y en consecuencia se incrementan los costos, pero estos costos se reducen si se pasa rápidamente al Cloud privado [Lu and Yu 2013].

En las plataformas de Cloud Híbrido debido a la complejidad de la topología de la red y a la enorme cantidad de recursos, el nodo virtual puede ser migrar, y por lo tanto es dificultoso que el punto de chequeo pueda resolver la ocurrencia de algún fallo.

Una solución sugerida por especialistas de IT (como una buena práctica) es utilizar conexiones dedicadas que no solo mejoran notablemente la seguridad sino también la performance. Las mismas extienden la infraestructura privada del cliente para la red del proveedor de servicio público. Las conexiones dedicadas no son nuevas, ello es sólo que proveedores de servicio comprendan que ahora los clientes están listos para usar las conexiones dedicadas en lugar de su conexión a Internet normal. Varios proveedores de servicios ofrecen conexiones dedicadas como el AWS Direct Connect (Amazon), Azure ExpressRoute (Microsoft) y DirectLink (IBM) entre otros.

#### **4.6. Otras Consideraciones**

El Cloud híbrido ofrece tanto una solución en las instalaciones, así como la capacidad de moverse al Cloud público. Las empresas están adoptando la idea de tener Clouds públicos y privados para obtener la flexibilidad que esta solución ofrece, así como la facilidad con la que ahora se puede ofrecer recursos como portales de autoservicio para los usuarios finales.

La administración del Cloud no resulta sencilla. El administrador de Cloud debe ser un negociador, orquestador y administrador de los servicios de Cloud, algunos de cuales corren sobre la infraestructura propia, pero muchos no. En este nuevo papel, tendrá éxito si logra eficazmente administrar los recursos, los servicios y los permisos a sus proveedores y a los usuarios que utilicen las herramientas de construcción de Cloud. El manejo de servicio es la disciplina operacional clave de IT para asegurar las operaciones de Cloud efectivas. Hay que tener en cuenta además que los servicios que se corren en el Cloud público se pagan por uso.

Hay que tener en cuenta como configurar la recuperación de desastres, teniendo en cuenta que una medida proactiva son las copias de seguridad, pero los datos y aplicaciones se encuentran tanto en el privado como en el público. Generar un adecuado plan de backup es una tarea sumamente importante. Para ello existen soluciones como: Vembu Hybrid Cloud Backup (Vembu Technologies, Inc) y Rebit Pro (Rebit, Inc.). Otras herramientas más sofisticadas como VMware vCloud Hybrid Service (VMWare, Inc.), proveen protección de recuperación de máquinas virtuales, permite fijar puntos de recuperación (desde 15 minutos a 24 horas), testeos de fallas automáticas y otras funciones.

Debido a que un cloud híbrido combina el cloud público y los principios de centro de datos privados, es necesario para un proyecto de despliegue determinar adecuadamente los puntos de partida, lo cual facilitará dirigir las metas de negocio.

Un objetivo primario de un despliegue híbrido debe siempre ser minimizar cambio. De cualquier modo un cloud público y privado no siempre se puede igualar, diferencias de diseño existirán inevitablemente y obviamente los múltiples clouds deben ser manejados como una entidad sencilla.

El entorno de Cloud híbrido presenta nuevos desafíos de investigación asociados con el scheduling de tareas. Si todas las tareas computacionales son idénticas, un mecanismo de scheduling simple realiza el seguimiento de las tareas esperando para la

ejecución local; si la acumulación pasa cierto valor asociado con el máximo permitido de latencia o el límite de espacio máximo, las tareas podrían ser orientadas al Cloud público. Como las tareas de IT son heterogéneas desde el punto de vista de la computación, la comunicación y las necesidades de almacenamiento, el diseño de un mecanismo de scheduler efectivo en costo se torna un desafío para los investigadores. Por lo tanto, se debe explorar el modelado de estos nuevos problemas y encontrar la solución algorítmica para ellos [Shifrin et al. 2013].

## 5. Conclusiones

Como ya se ha mencionado en el documento, las empresas están haciendo una importante inversión en Cloud Computing, lo cual determina que es un modelo en el cual se van a migrar gran cantidad de recursos de IT.

Las soluciones de despliegue híbrido proporcionan las ventajas de los Clouds que combinen, en general Público y Privado. Pero esta interrelación presenta muchos factores que degradan la performance y que pueden ser determinantes cuando se decide escalar.

El desafío es encontrar parámetros que nos permitan evaluar estos factores, a pesar de que los componentes (IaaS, PaaS, DaaS, herramientas de virtualización, de despliegue, etc.) son de distintos fabricantes y pueden tener características intrínsecas que impidan una valoración adecuada.

## 6. Referencias

Eucalyptus (2014) Website: <https://www.eucalyptus.com/>

Gobierno de España. Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2012) “Cloud Computing. Retos y Oportunidades”.

Guerrero L. CA Technologies (2012) ”Como Obtener beneficios del Cloud Computing y del SaaS”. Website: <http://www.giratechnologyday.com/costa-rica/presentaciones/saas-ca.pdf>

Jingxin K. Wang, Xinpei Jia (2012) “Data Security and Authentication in Hybrid Cloud Computing Model”, IEEE Global High Tech Congress on Electronics. Nov. 2012.

Lu Min, Yu Huiqun (2013) “A Fault Tolerant Strategy in Hybrid Cloud Based on QPN Performance Model”, Information Science and Applications (ICISA), International Conference on. Junio 2013.

Nadeau Thomas, Gray Ken (2013) “SDN Software Defined Networks”, O’Reilly.

NIST Special Publication 800-145 (2011) “The NIST Definition of Cloud Computing”, <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>

OpenNebula (2014) Website: <http://opennebula.org/>

Openstack (2014) Website: <http://www.openstack.org/>

Paccini, Fernando (2012) “Convertir en práctica la nube híbrida”, Revista Cloud Computing. Sep. 2012. <http://www.revistacloudcomputing.com/>

- Rodríguez, Murazzo, Chávez, Valenzuela, Martín, Villafañe (2013) “Aspectos claves para el desarrollo de aplicaciones para Mobile Cloud Computing”, I JCC. UNLP. Jun. 2013. La Plata- Bs As.
- Rodríguez, Murazzo, Villafañe, Valenzuela, Martín, Chávez (2013) “Una propuesta para la incorporación de Cloud Computing en la currícula de Grado” XiX CACIC. Oct. 2013. Mar del Plata. Bs As.
- Sean Marston , Zhi Li , Subhajyoti Bandyopadhyay , Juheng Zhang , Anand Ghalsas (2010) “Cloud computing — The business perspective”, Decision support systems, Volume 51, Issue 1, April 2011, Pages 176–189, Elsevier.
- Shifrin Mark, Atar Rami y Cidon Israel (2013) “Optimal Scheduling in the Hybrid-Cloud”, IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM2013).
- Weiss Andrew (2007) "Computing in the clouds". netWorker 11, 4 (Dec. 2007), 16-25. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1327512.1327513>.
- Wyld, David (2009) “Moving to the Cloud: An Introduction to Cloud Computing in Government”, IBM Center for the Business of Government E-Government Series.
- Younge, A., Henschel, R., Brown, J., von Laszewski, G., Qiu, J., Fox, G. (2011) “Analysis of Virtualization Technologies for High Performance Computing Environments”, 2011 IEEE 4th International Conference on Cloud Computing.