Informe
No. 45

CLUB DE INVESTIGACION TECNOLOGICA

Cloud Computing: modelo fundamental

Club de Investigación Tecnológica

Cloud Computing: Modelo fundamental

Gustavo Rojas H.

Julio, 2014

Club de Investigación Tecnológica
Informes publicados

	Informe	Autor	Fecha
1.	Redes de Computadores	Dr. Roberto Sasso	Agosto 1988
2.	Sistemas Expertos	Dr. Claudio Gutiérrez	Enero 1989
3.	Planificación de Sistemas	Dr. René-Pierre Bondu	Abril 1989
4.	Proyectos de Sistemas	Ing. Ignacio Trejos, M.Sc.	Setiembre 1989
5.	Bases de Datos	Dr. Carlos González	Diciembre 1989
6.	Escapando de los Sistemas del Ayer	Lic. Pablo Rojas, M.Sc.	Marzo 1990
7.	Aplicaciones Creativas	Dr. Roberto Sasso	Mayo 1990
8.	Calidad de Sistemas	Dr. Ulises Agüero	Octubre 1990
9.	Personal y Organización de Sistemas	KPMG Consultores	Marzo 1991
10.	Sistemas Abiertos	Ing. José Rubinstein, MBA	Octubre 1991
11.	Análisis de la Industria de la TI.	Lic. Roberto Venegas, MBA	Enero 1992
12.	Nuevas Tecnologías de Información	Dr. Roberto Sasso (Editor)	Marzo 1992
13.	Ambientes de Proveedores Múltiples	Lic. Alexis Rodríguez U.	Julio 1992
14.	Planificación y Recuperación de Desastres	Sr. Gerardo Ortuño	Agosto 1992
15.	Diseño de Redes Novell	Ing. David Baruch	Agosto 1993
16.	Minis Vs LANs	Ing. Marvin Campos	Octubre 1993
17.	Intercambio Electrónico de Datos (EDI)	KPMG Consultores	Enero 1995
18.	Sistemas Abiertos de Software	Ing. José Ardón	Abril 1995
19.	Outsourcing de Tecnología de Información	Roxana Murillo, M.Sc.	Julio 1996
20.	Redes Empresariales de Banda Ancha	Ing. Aníbal Mayorga, M.Sc.	Febrero 1997
21.	Comercio Electrónico	Dr. Roberto Sasso Rojas	Abril 1997
22.	Estudio de Opinión Informática	Dr. Freddy Abarca	Julio 1997
23.	Desarrollo de Sistemas Cliente/Servidor	Lic. Édgar Hernández Ing. Luis Martínez	Diciembre 1997
24.	Enfrentando el año 2000. Guía Práctica	Ing. Carlos Gallegos, M.Sc. Dr. Roberto Sasso Ing. Ignacio Trejos, M.Sc.	Mayo 1998
25.	Depósitos de Datos	Beatriz Jiménez, M.Sc. Rafael Avalos, M.Sc.	Noviembre 1998
26	El modelo de objetos: Análisis y Diseño	Ing. Ignacio Trejos, M.Sc. Ing. Antonio Luna	Setiembre 1999
27.	Silicon Valley, 1999	Ing. Mauricio Monge, Mag. Dr. Roberto Sasso Ing. Ignacio Trejos, M.Sc.	Enero 2000
28.	Calidad de los datos: Un enfoque conceptual	Ing. Lilia Muñoz, M.Sc.	Febrero 2000
29.	El modelo de objetos: Lenguaje de modelaje Unificado (UML)	Ing. Antonio Luna Ing. Ignacio Trejos, M.Sc.	Marzo 2000
30.	Medición de calidad de datos: Un enfoque práctico	Ing. Franco Quirós	Marzo 2000
31.	Seguridad de la información en la era de los negocios digitales	Lic. Édgar Hernández Lic. Marco V. Gámez, M.Sc.	Julio 2001
32.	Transformación de aplicaciones legacy	Ing. Declan Good	Agosto 2002
32.	Legacy transformation	Ing. Declan Good	August 2002
33.	Calidad en la especificación de requerimientos	Ing. Javier Rivas	Febrero 2003
34.	Inteligencia de negocios	Lic. José Mayorga, M.Sc.	Setiembre 2004
35.	Sistemas colaborativos	Ing. Xinia Robles Lic. Lizette Ramírez, M.Sc.	Octubre 2004
36.	XML: Tecnología y aplicaciones	Dr. José Enrique Araya Ing. Emilia Zeledón	Enero 2005
37.	Procesos de software	Ing. Priscilla Garbanzo, MIS	Setiembre 2005
38.	Patrones de software	Lic. Alan Calderón, M.Sc.	Agosto 2006
39.	Administración del Riesgo en Proyectos Informáticos	Ing. Carlos E. Vargas, CSQE	Noviembre 2007
40.	Arquitectura empresarial	Ing. Gerardo Porras Cedeño, M.Sc.	Setiembre 2008
41.	Arquitecturas orientadas a servicios	Ing. Jorge Ramírez J., M.Sc.	Noviembre 2009
42.	Alineamiento Estratégico de TI con el Negocio	Ing. Mario Jiménez F., M.B.A. (cand.)	Agosto 2011
43.	Adquisición de Tecnologías de Información	Dr. Roberto Sasso R.	Noviembre 2011
44.	Teletrabajo: medio ambiente, economía y calidad de vida	Ernst & Young	Noviembre 2011 Noviembre 2013
45.	*Cloud Computing*: modelo fundamental	Gustavo Rojas H., M.B.A. (cand.)	Julio 2014

Editado y publicado por el Club de Investigación Tecnológica. San José, Costa Rica. Julio 2014
Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial.

Resumen ejecutivo

"*Maybe I'm an idiot, but I have no idea what anyone is talking about. What is it? It's complete gibberish. It's insane. When is this idiocy going to stop? We'll make cloud computing announcements. I'm not going to fight this thing. But I don't understand what we would do differently in the light of cloud.*" Larry Ellison, 2008[1]

No tengo nada ni a favor ni en contra de Mr. Ellison, CEO de Oracle, quien es un indiscutible líder de la industria. Sin embargo, si Ellison, que piensa, vive y 'come' TI, opinaba eso del *Cloud* en el 2008, es posible pensar que algo realmente disruptivo ocurrió y sigue pasando.

El *Cloud Computing* llegó para quedarse y es una realidad en los negocios y las TI, sin embargo, hay mucha confusión alrededor del término. Este informe tiene como propósito ofrecer las principales definiciones y explicar los términos relacionados.

El concepto del *Cloud* comprende varios otros o se presenta de múltiples facetas, como: *Software as a Service* (software como servicio), *Data as a Service* (datos como servicio), *Platform as a Service* (plataforma como servicio), *Infrastructure as a Service* (infraestructura como servicio), *Identity and Policy Management as a Service* (identidad y gestión de políticas como servicio), *Network as a Service* (red como servicio) … y la lista crece conforme los actores creen nuevos servicios de base tecnológica con modelos económicos viables.

De repente no sabemos si estamos hablando de una mejora tecnológica, de un modelo de negocios, de un modelo de licenciamiento, un *datacenter* sofisticado, un modelo automático de ejecución del *outsourcing* de TI, o simplemente una moda de la industria de TI. Cada proveedor nos cuenta su versión y muchos nos dicen que han vendido *Cloud* desde antes que el concepto se popularizara. Podremos ponerle los calificativos y verbos que deseemos, pero ante tanta hetereogeneidad debemos buscar los conceptos y fundamentos que den sentido general a todo.

Como respuesta a tanta divergencia el *National Institute of Standards and Technology* (NIST) de Estados Unidos ha creado estándares de referencia y guías para el *Cloud*

---

[1] Eric Krangel. (2008, Setiembre 26), Larry Ellison: Someone Explain To Me This "Cloud Computing" Thing My Company Is Committing To (ORCL) [Online]. Disponble: http://www.businessinsider.com/2008/9/larry-ellison-someone-explain-to-me-this-cloud-computing-thing-my-company-is-committing-to-orcl-

Computing[2], a lo cual se suman varios movimientos de estándares abiertos para el *Cloud Computing*[3].

Las definiciones y los estándares constituyen un marco de referencia de lo que idealmente debe ser el *Cloud Computing*. Esto da claridad al tema y además es muy positivo pues, al tomar posiciones neutrales, no se convierten en definiciones sesgadas a algún proveedor.

En este informe expondremos un modelo de referencia que comprende los conceptos fundamentales del *Cloud Computing*. Su objetivo es facilitarle a las empresas entender en qué consisten los servicios de los distintos proveedores de *Cloud* y servir como marco para la comparación de servicios de *Cloud* disponibles. El modelo expuesto es general y está en evolución hacia estándares abiertos.

Expondremos lo fundamental y daremos un camino para el entendimiento de las oportunidades que se van presentando y lo que los proveedores ofrecen como implementaciones con tecnologías propias (privativas) o bien apegadas a estándares abiertos. Los conceptos están presentes en la mayoría de los proveedores del *Cloud*.

Nos enfocamos en el valor y la claridad, sin pretender ser exhaustivos. Hemos incorporado imágenes de los modelos de *Cloud Computing* para facilitar la comprensión del tema[4].

Esperamos que este sea un documento útil en sus organizaciones.

Del autor

Gustavo Rojas tiene estudios de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Costa Rica y trabaja en la industria de Tecnologías de Información desde hace 20 años, en la cual se ha desempeñado principalmente como Arquitecto de soluciones de tecnologías IBM. Actualmente cursa estudios de Ingeniería del software en la Universidad Cenfotec y una Maestría en Negocios en La Salle Open University (Andorra).

---

[2] "National Institute of Standards and Technology (NIST)" . (2014, Febrero 2014). NIST Cloud Computing Program [Online]. Disponible: http://www.nist.gov/itl/cloud/

[3] Acá nos basaremos en estos tres grupos que han enriquecido la especificación NIST: http://www.opencloudmanifesto.org/ , http://cloudusecases.org/ y http://www.cloud-council.org/

[4] A menos que se indique lo contrario las imágenes usadas cuentan con una licencia Creative Commons y su referencia es Ahronovitz., Miha y otros (2010, julio 2). Cloud Computing Use Cases [Online]. Disponible en: http://cloudusecases.org/

Agradecimientos

Un agradecimiento sincero a Ignacio Trejos por la confianza brindada para la publicación de este informe, el cual es una gran oportunidad para compartir el conocimiento y las experiencias adquiridas en el tema de *Cloud Computing*.

Nota editorial

Este informe fue revisado por el Dr. German Fernando Retana (Profesor de INCAE Business School), el Ing. Oldemar Vargas (Arquitecto de Soluciones de GBM), el Dr. Roberto Sasso (Presidente del Club de Investigación Tecnológica) y el M.Sc. Ignacio Trejos (Club de Investigación Tecnológica). La edición final estuvo a cargo de Ignacio Trejos.

Contenido

Resumen ejecutivo 3
Del autor 4
Agradecimientos 5
Nota editorial 5
Definiciones y taxonomía 2
Cloud Computing 2
Modelos de entrega de servicio 2
Modelos de implementación 3
Características esenciales 4
Otros conceptos relacionados 5
Actores en el Ecosistema de Cloud Computing 7
Relaciones entre los estándares y los elementos del ecosistema 11
APIs (Application Programming Interfaces) 13
Roles de los desarrolladores 14
Conclusiones 15

Definiciones y taxonomía

Cloud Computing

Según el NIST, el *Cloud* Computing, o la Computación en la Nube, es un modelo que, desde la perspectiva del consumidor, permite el acceso conveniente, por demanda, desde alguna red, a un conjunto de recursos computacionales específicos y configurables - por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios - que pueden ser rápidamente provisionados y entregados con un esfuerzo mínimo de administración o de interacción con el proveedor del servicio. Nuestro modelo fundamental se basa en el trabajo impulsado por el National Institute of Standards and Technology (NIST), de los Estados Unidos, que es neutral e independiente de los proveedores[5].

Modelos de entrega de servicio

La definición del NIST presenta 3 modelos básicos de servicio. Aunque los proveedores de servicios de *Cloud* han creado muchas variaciones de ofertas "as-a-Service", estos 3 siguen siendo considerados los fundamentales.

Software como Servicio (SaaS)

El cliente usa una aplicación, que se ofrece como un servicio accedido remotamente con protocolos estandarizados, pero no controla el sistema operativo, los servidores de aplicación, el hardware o la infraestructura de red en la que opera. El proveedor instala, administra y mantiene el software. El proveedor no necesariamente es dueño de la infraestructura física donde el software se está ejecutando. En general, se puede considerar un servicio para usuarios finales.

Plataforma como Servicio (PaaS)

El cliente usa un sistema hospedado para sus aplicaciones. El cliente controla las aplicaciones que ejecuta en el ambiente (y posiblemente tenga algún control sobre el ambiente de hospedaje), pero no tiene acceso ni controla el sistema operativo, el hardware o la infraestructura de red donde ellas se ejecutan. La plataforma es típicamente un marco de ejecución aplicativo. El proveedor administra la infraestructura de software de la nube para la plataforma. En este caso, el cliente por lo general es un desarrollador de software.

---

[5] Véase Peter Mell & Timothy Grance. The NIST Definition of Cloud Computing (Draft). Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. NIST Special Publication 800-145. 2011(Draft).

Infraestructura como Servicio (IaaS)

El cliente utiliza recursos computacionales fundamentales como poder de procesamiento, almacenamiento, comunicaciones y mediadores (*middleware*). El cliente puede controlar el sistema operativo, el almacenamiento, implementar aplicaciones y posiblemente algunos componentes de red como cortafuegos (*firewalls*) y balanceadores de carga, pero la infraestructura física de red y de hardware no le pertenece. Los clientes habituales de estos servicios son administradores de sistemas.

Modelos de implementación

Cloud Público

En términos simples, un *Cloud* público se caracteriza por ser un servicio disponible vía Internet, donde es posible conocer al proveedor mas no ubicarlo o confinarlo a una geografía específica. El término 'público' no necesariamente significa gratis, aunque el *Cloud* puede ser poco costosa de utilizar. Tampoco significa que los datos del usuario sean visibles públicamente, pues los proveedores, típicamente, proporcionarán controles de acceso a sus usuarios y darán e implementaran soluciones elásticas con costos convenientes. El término 'público' se refiere a que el servicio está disponible para el público general, para quien quiera consumir el servicio.

Cloud Privado

Un *Cloud* privado ofrece muchos de los beneficios de un ambiente computacional de *Cloud* público, como la orientación al servicio, pero la demanda responde a una sola organización. Este es un servicio privado de datos y procesos basados en el *Cloud*, que son administrados dentro de la organización, sobre su propia infraestructura tecnológica, sin las restricciones del ancho de banda, riesgos a la seguridad y los requerimientos legales que se tendrían en un *Cloud* público. La organización decide qué usuarios están autorizados a utilizar los servicios del *Cloud* privado, con lo que mejoran el control de la infraestructura, la seguridad y la resiliencia[6], dando acceso a los usuarios y las redes de forma restringida y diseñada. La administración interna de los servicios facilita el mantener la privacidad de los datos y unificar el acceso de los usuarios a las aplicaciones empresariales.

---

[6] Resilencia: La confiablidad en la persistencia en la entrega de un servicio cuando este enfrenta cambios. Los cambios pueden ser fallas, ataques o accidentes (Ej, desastres) o incrementos en la carga de trabajo. Kishor S. Trivedi, Dong Seong Kim, Rahul Ghosh (2009) . "Resilience in computer systems and networks". Proceedings of the 2009 International Conference on Computer-Aided Design (ICCAD '09) , San Jose, CA, June 74-77.

Cloud Comunitario

Es controlado y utilizado por un grupo de organizaciones que tienen intereses comunes, tales como requerimientos de seguridad o una misión común. Los miembros de la comunidad pueden compartir de tal nube, pero usualmente se requerirá de reglas de gobernanza.

Cloud Híbrido

Es una combinación de *Cloud* público y privado que interoperan. En este modelo típicamente los usuarios tercerizan en un *Cloud* público información que no es crítica para el negocio, mientras que los datos y servicios críticos para el negocio los mantiene en un *Cloud* privado. Este modelo también es común entre empresas que ya tienen una base de servicios instalada de manera local, los cuales adaptan para funcionar como un *Cloud* privado, y que, para crecer, recurren a un *Cloud* público.

Características esenciales

Rápida elasticidad

Entendemos por elasticidad el grado en que un sistema es capaz de adaptarse a los cambios en la carga de trabajo, provisionando y desprovisionando recursos de una manera automática, de tal manera de que los recursos que estén disponibles coincidan con la demanda actual, tan cerca como sea posible7. En otras palabras, es la habilidad de escalar recursos dándoles de alta o de baja cuando sea necesario. Para el cliente, la nube aparenta ser infinita y el cliente puede comprar tanto poder de cómputo como necesite.

Servicio medible

Se refiere a aspectos del servicio que son controlados y monitoreados por el proveedor de del *Cloud* y que permiten al cliente cuantificar su volumen de consumo del servicio. Esto es muy útil para facturación, control de acceso y optimización de recursos.

Autoservicio por demanda

El cliente puede utilizar los servicios cuando los necesite sin ninguna interacción humana con el proveedor del servicio.

---

[7] Herbst, Nikolas Roman; Samuel Kounev, Ralf Reussner (2012). "Elasticity in Cloud Computing: What It Is, and What It Is Not". Proceedings of the 10th International Conference on Autonomic Computing (ICAC 2013), San Jose, CA, June 24–28.

Acceso ubicuo en la red

Las capacidades del proveedor de la nube estarán disponibles en la red y pueden ser accedidas por medio de mecanismos estándar tanto desde clientes pesados como livianos.

Recursos compartidos (modelo multi-inquilino o *multi-tenancy*)

Permite al proveedor del *Cloud* entregar el servicio y los recursos a múltiples inquilinos o múltiples usuarios de manera concurrente. Los recursos físicos y virtuales son asignados y reasignados de acuerdo con la demanda de distintos usuarios. Esto da un sentido de independencia de la localidad, ya que el usuario no tiene control ni conocimiento de la ubicación específica de los recursos prestados pero podrá ser capaz de especificar dónde estarían localizados los servicios o sus componentes en términos geográficos generales (por ejemplo: país, centro de datos).

Otros conceptos relacionados[8]

Mínima interacción humana con el proveedor

La mínima interacción con personal del proveedor es fundamental para que un servicio pueda ser llamado Cloud ya que, si hubiera interacción, estaríamos hablando de un Datacenter sofisticado o con cierta automatización. Es fundamental que el esfuerzo de provisionar y entregar se pueda hacer con una mínima participación humana por parte del proveedor del servicio. Es posible que algunos proveedores ofrezcan servicios agregados (por ejemplo, soporte técnico) y que le ayuden al cliente a utilizar el servicio, pero tales servicios deben ser opcionales y no constituir la única forma de consumir los recursos.

Interoperabilidad[9]

Es la habilidad de los sistemas para comunicarse. Requiere que la comunicación trasmitida sea entendida por el sistema que recibe. En el mundo del Cloud Computing, esto significa la habilidad de escribir código que funcione para con uno o más proveedores del Cloud de forma simultánea, sin importar las diferencias entre proveedores.

---

[8] Ahronovitz., Miha y otros (2010, julio 2). Cloud Computing Use Cases [Online]. Disponible en: http://cloudusecases.org/.

[9] Para las definiciones de interoperabilidad, portabilidad e integración se usó: Testing Standards Working Party. (2014, febrero 28). Integration, Interoperability, Compatibility and Portability [Online].Disponible: http://www.testingstandards.co.uk/interop_et_al.htm.

Portabilidad

Es la habilidad de ejecutar componentes o sistemas escritos para un ambiente y se puedan ejecutar en otro ambiente. En el mundo del *Cloud Computing*, esto incluye los ambientes de software y hardware (tanto físicos como virtuales).

Integración

Es el proceso de combinar componentes o sistemas en un sistema global. La integración a través de los componentes y sistemas basados en *Cloud* puede crecer en complejidad cuando haya: recursos compartidos (*multi-tenancy*), federación de tecnologías o servicios, o regulaciones gubernamentales.

SLA (*Service-level agreement*)

Es un contrato entre el proveedor y el consumidor que especifica cuáles son los requerimientos del consumidor y los compromisos del proveedor, en cuales se comprometen ambos. Típicamente un SLA incluye ítems como tiempo en actividad, privacidad, seguridad, y procedimientos de respaldo (*backup*).

Federación

Es el acto de combinar datos o identidades a través de múltiples sistemas. La Federación puede ser hecha con un proveedor del Cloud o por un Cloud *broker*.

Broker

Un *broker* no tiene recursos de *Cloud* por su cuenta, pero unifica consumidores y proveedores basado en un SLA requerido por el consumidor. El consumidor no tendrá conocimiento de que el *broker* no tiene el control de los recursos.

Cloud bursting

Es una técnica usada en los *Cloud* híbridos para proveer de recursos adicionales a los *Cloud* privados cuando estos se necesiten. Si el *Cloud* privado tiene el poder de procesamiento para encargarse de la carga de trabajo, no se usa el *Cloud* público. Cuando la carga de trabajo excede la capacidad del *Cloud* privado, el *Cloud* híbrido automáticamente asigna recursos adicionales desde el *Cloud* público para el *Cloud* privado.

Políticas

Es un término general para un procedimiento operativo. Por ejemplo, una política de seguridad podría establecer que todas las solicitudes de un servicio en particular deban ser cifradas.

Gobernanza

Se refiere a los controles y procesos que aseguran que las políticas se cumplan.

Máquinas virtuales (MV)

Un archivo (típicamente llamado imagen) que, cuando se ejecuta, luce para el usuario como una computadora. El IaaS comúnmente se provee como una imagen de MV, que puede ser iniciada y detenida cuando sea necesario. Los cambios hechos en la MV, en ejecución pueden ser guardados a servicios o dispositivos de almacenamiento para hacerlos persistentes. El proveedor del servicio usualmente emplea un hipervisor para ofrecer los recursos de máquina virtual en forma administrada.

APIs

Es un contrato que le dice al desarrollador cómo escribir código para interactuar con algún tipo de sistema. El API describe la sintaxis de las operaciones soportadas por el sistema. Para cada operación, el API especifica la información que debe enviarse al sistema, la información que el sistema enviará de vuelta, y cualquier condición de error que pudiera ocurrir.

Los APIs pueden ser definidos en lenguajes de programación específicos o en uno o más formatos neutrales, como las especificaciones "*Web Services Description Language*" (WSDL) o "*Interface Definition Language*"(IDL) e incluso especificaciones REST.

Un API puede además incluir el detalle de los protocolos (tal como HTTP) y formato de datos (tal como JSON o un XML Schema).

Un API requiere inteligencia humana para entender la semántica de los datos y las operaciones. Una computadora puede descubrir que un método X requiere dos números enteros como parámetros, pero un desarrollador-programador, un ser humano, deber encontrar cómo esos dos números enteros deben ser usados para interactuar correctamente con el API.

Actores en el Ecosistema de Cloud Computing[10]

Presentamos a continuación un diagrama que ilustra los diversos roles que desempeñan distintos actores del ecosistema de *Cloud Computing*, a efectos de organizar y enlazar los conceptos anteriormente descritos.

[10] Véase Ahronovitz., Miha y otros (2010, julio 2). Cloud Computing Use Cases [Online]. Disponible: http://cloudusecases.org/

Figura 1

La figura 1 muestra tres roles distintos: el *Consumidor del servicio* usa el servicio que es provisto por medio del *Cloud*, los *Proveedores del Servicio* administran la infraestructura del *Cloud* y los *Desarrolladores de Servicios* crean sus propios servicios. Las interfaces públicas son necesarias para la interacción entre estos roles[11]. Cada rol es explicado a continuación.

[11] Las interfaces podrían basarse en estándares abiertos para facilitar la interoperabilidad, pero algunos de los principales jugadores ofrecen estándares propios, que no son abiertos, y pueden cambiar sus APIs arbitrariamente.

Consumidor del servicio

El consumidor del servicio es el usuario o la empresa que utiliza el servicio, cualquiera que sea: Software, Plataforma o Infraestructura, como un servicio. Según el tipo de servicio y sus roles, el consumidor trabaja con diferentes interfaces de usuario e interfaces de programación. Algunas de esas interfaces de usuario lucirán como cualquier otra aplicación; el consumidor no necesita conocer nada acerca de *Cloud Computing*. Otras interfaces de usuarios proveen funciones administrativas como iniciar y parar máquinas virtuales o administrar el almacenamiento en el *Cloud*.

Los consumidores pueden escribir código utilizando diferentes APIs dependiendo de la aplicación que estén escribiendo. Los consumidores trabajarán con SLA's y contratos. Típicamente estos se negociarán con intervención humana entre el consumidor y el proveedor. Las expectativas del consumidor y la reputación del proveedor serán clave para esas negociaciones.

Figura 2

Proveedor del servicio

Figura 3

El proveedor del servicio entrega el servicio al consumidor. Las tareas dependerán del tipo de servicio (ver modelos de servicio arriba).

En la figura 3, *Proveedor del Servicio*, la capa más baja es el firmware y el hardware en lo que todo está basado. Después del *kernel* del software (el sistema operativo, el administrador de las máquinas virtuales), están los recursos virtualizados e imágenes, que proveen poder de procesamiento, almacenamiento y middleware. Las imágenes virtuales controladas por el administrador de máquinas virtuales (*VM manager* o *hypervisor*) tendrán asociados metadatos para facilitar su administración. Este tipo de tecnologías y arreglos de elementos existían antes del *Cloud Computing* (lo cual coincide con la apreciación de Larry Ellison citada al principio de este informe).

De alta importancia para los proveedores de servicio es la capa de administración. A bajo nivel, su administración requiere mediciones para determinar quién utiliza los servicios y qué está libre y qué está siendo provisionado. Se determina cómo se colocan los recursos en los consumidores, se los monitorea y da seguimiento al estatus, tanto del sistema como de sus recursos. En un alto nivel, la administración tiene que ver con la facturación, para recuperar los costos, y el planeamiento de la capacidad, a fin de garantizar que las demandas de los consumidores sean satisfechas. La administración del SLA debe asegurar los términos del servicio acordados entre el proveedor y el consumidor. La alta automatización y flexibilidad de la entrega de los servicios, con mínima o ninguna intervención humana, es la característica esencial del *Cloud Computing*.

La seguridad concierne a todos los aspectos de las operaciones del proveedor del servicio, pues tiene que ver con el aseguramiento de la confidencialidad, disponibilidad e integridad de la información[12].

Los estándares de seguridad son importantes para el proveedor. Se debe definir y estudiar un conjunto de estándares para simplificar las operaciones dentro del proveedor y la interoperabilidad con otros proveedores (esto último es favorecido por los estándares abiertos).

---

[12] Esta tríada es denominada *CIA*, por sus siglas en inglés. Una buena fuente de materiales sobre estos conceptos es el NIST: http://csrc.nist.gov/

Desarrollador del Servicio

El desarrollador del servicio crea, publica y monitorea servicios en el Cloud. Estos servicios podrían estar usualmente constituidos por aplicaciones de línea de negocios que son entregadas directamente a los usuarios finales vía el modelo Software como Servicio (SaaS). Las aplicaciones escritas para los esquemas de Infraestructura como Servicio (IaaS) y Plataforma como Servicio (PaaS) serán utilizadas por los desarrolladores de Software como Servicio (SaaS) y los otros proveedores.

Los ambientes de desarrollo para la creación de servicio varían. Si los desarrolladores están creando una aplicación de Software como Servicio (SaaS), es más común escribir el código en un ambiente hospedado por el proveedor del *Cloud*. En este caso la publicación del servicio será tan simple como publicarlo en el ambiente de Plataforma como Servicio (PaaS) en que se desarrolló el servicio. Durante la creación del servicio, se debe hacer un análisis que involucra el probar y depurar de forma remota el servicio antes que éste sea publicado a los consumidores.

Una vez que el servicio es publicado, se deben utilizar herramientas de análisis que permitan a los desarrolladores monitorear el desempeño de su servicio y hacer los ajustes pertinentes. Los desarrolladores del servicio interactuarán de varias formas con el Cloud. Las comunidades abiertas han planteado varios casos de uso del Cloud. Estos serán el tema de un siguiente informe del Club.

Relaciones entre los estándares y los elementos del ecosistema

Hay cuatro formas en que los estándares se afectan entre ellos, así como sus usos.

Estándares a través de los modelos de servicio del *Cloud*

A medida que el *Cloud Computing* sea más común, las aplicaciones usarán más los diferentes tipos de servicios del *Cloud*. Una aplicación puede que use un servicio de almacenamiento *Cloud*, una cola de mensajes en el *Cloud*, y administrar (iniciar, parar, monitorear) máquinas virtuales que se ejecutan en el Cloud. Los estándares para definir cómo estos servicios trabajen juntos deben proveer valor.

Estándares dentro de los modelos de servicio

Dentro cada tipo de servicio Cloud (IaaS, PaaS o SaaS), los estándares abiertos (*open standards*) harán posible el no quedar atado a un único proveedor.

Estándares para IaaS: Un conjunto de APIs (*Application Programming Interfaces*) estándar trabajará con los servicios de infraestructura en el *Cloud*, lo que permitirá a las aplicaciones trabajar con servicios de múltiples proveedores. Este API común dará a los usuarios la libertad de moverse a otros servicios de infraestructura en el *Cloud* sin mayores cambios (portabilidad), y hará más fácil la integración de nuevas fuentes de datos con las aplicaciones existentes. Los APIs comunes para otros servicios de infraestructura como almacenamiento, colas de mensajes o bases de datos NoSQL, podrán proveer beneficios similares, como formatos comunes para datos e intercambio de datos. En el caso de las máquinas virtuales, un formato común de maquinas virtuales será crucial. Los usuarios deberían ser capaces de tomar una Máquina Virtual e implementarla en otro proveedor de *Cloud* sin cambios.

Estándares para PaaS: Muchas de las plataformas que se proveen en el *Cloud* son marcos de referencia de aplicaciones. Estos marcos de referencia típicamente proveen servicios

comunes con interfaces, almacenamiento y bases de datos, pero solo son accesibles por medio de los APIs del marco de referencia.

Estándares para SaaS: Los estándares abiertos aplican a nivel de aplicación. Muy pocos de estos estándares son específicos para el *Cloud*, y estos estándares están fuera del alcance de este informe. Por ejemplo, un procesador de texto basado en el *Cloud* podría soportar estándares para la portabilidad de documentos; los requerimientos del soporte a estándares en las aplicaciones de procesamiento de texto son generales y no son afectados si la aplicación se está ejecutando o no en el Cloud.

Estándares entre el Cloud y la Empresa

El surgimiento del *Cloud Computing* no implica que las arquitecturas técnicas empresariales como Java EE vayan a desaparecer. Son necesarios estándares que definan cómo las aplicaciones empresariales se comunicarán con recursos como una base de datos en el *Cloud* o una cola de mensajes en el *Cloud*. Esto debería habilitar estas aplicaciones para el uso de los servicios Cloud con pequeños o pocos cambios. Encontrar cómo integrar el *Cloud Computing* con las arquitecturas existentes y los paradigmas de desarrollo es un reto en constante evolución.

Estándares dentro de la empresa

Los estándares dentro de la empresa estarán determinados por requerimientos como interoperabilidad, compatibilidad, portabilidad, auditabilidad, seguridad y administración. Estos serán construidos con los estándares que apliquen entre la empresa y el Cloud. La empresa interactuará con alguna combinación de Cloud Privado, Público e Híbrido. Es improbable que empresas pequeñas o medianas puedan adaptar o modificar estándares, por lo que requerirán alinearse con estándares abiertos (independientes) del Cloud y ser muy cuidadosas en la adquisición de tecnologías alineadas con tales estándares.

APIs (Application Programming Interfaces)

Al ser el Cloud un ambiente diverso en su construcción, el mecanismo primario para la creación de soluciones de *Cloud Computing* son los diversos APIs que ofrecen los proveedores de *Cloud*. Los APIs se pueden categorizar por su nivel de abstracción y por su uso.

Podemos encontrar diferentes ***niveles***:

- Nivel de encabezados de HTTP (SOAP, REST).
- *Toolkits*: para lenguajes específicos, o específicos del servicio, o neutrales al servicio.
- Despliegue de aplicaciones para el Cloud, con mecanismos de empaquetado.

Por su ***uso***:

- Servicios como bases de datos *Cloud* y colas de mensajes *Cloud*, entre otros servicios.

- Administrar las imágenes de las máquinas virtuales y detalles de la infraestructura.
- Subir, desplegar iniciar, parar, reiniciar y borrar máquinas virtuales
- Administración de Infraestructura de red y balanceo de cargas.
- Interfaces internas, entre las diversos componentes de la infraestructura del Cloud.

Roles de los desarrolladores

El rol del desarrollador en el *Cloud* es muy importante, ya que es el encargado de crear la infraestructura o las aplicaciones, según sea pertinente.

El conocimiento de las características esenciales del *Cloud* facilitará su mayor aprovechamiento vía las interfaces programables.

En este aspecto, los desarrolladores podrán:

- Escribir aplicaciones basadas en el Cloud, aprovechando sus ventajas vía APIs.
- Construir aplicaciones convencionales que usan el Cloud sin aprovechar todas sus ventajas.
- Implementar, empacar y mantener aplicaciones que usan el Cloud, administrando su ciclo de vida.
- Trabajar en múltiples niveles, incluyendo implementación y administración de la infraestructura.
- Crear ofertas de servicios *Cloud* directamente sobre la infraestructura.

Conclusiones

En este informe expusimos las visiones del *Cloud* enunciadas por el NISTy por el grupo *Cloud Computing Use Cases*. Este es un modelo neutral y muy conocido. En una investigación del 2009[13] se encontraron 20 definiciones. A pesar eso, los atributos del *Cloud* en todas las definiciones se mantienen muy cercarnos a los expuestos en este informe.

El *Cloud Computing* construye y complementa muchas de las tendencias en la industria de TI y en esta se incluyen virtualización, SOA y la Web dinámica e interactiva. Muchos de los estándares ya existen.

Desde luego falta trabajo en conjunto para que los estándares cumplan las expectativas y las necesidades de los clientes (que están en constante evolución).

El conocimiento expuesto en este informe es el trabajo comunidades Web de más de 1400 participantes[14]. En estas comunidades encontramos representantes de compañías grandes y pequeñas, agencias de gobierno, consultores y proveedores.

Toda esta información se creó con tres principios:

- Los usuarios deben trabajar conjuntamente.
- Las actividades para mantener el Cloud con estándares abiertos deben ser impulsadas por los clientes
- Los estándares existentes deben ser usados donde sea posible.

La existencia de esta información y lo que expusimos en este informe es una prueba viva de la aplicación de estos principios.

Los formatos de máquinas virtuales comunes, formatos de datos y APIs deberían permitir que las máquinas virtuales, datos y aplicaciones creadas en el ámbito de un proveedor de Cloud puedan ejecutarse en otro proveedor de Cloud sin cambios.

La realidad es que los estándares técnicos para moverse de un proveedor al otro[15] presentan gran diversidad, no son seguidos ni respaldados por algunos proveedores líderes

---

[13] L M. Vaquero , L. Rodero-Merino , J. Cáceres , M. Lindner. "A Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition". Newsletter, ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Volume 39 Issue 1, January 2009, Pages 50-55.

[14] Nos referimos a fuentes como: http://cloudusecases.org/, http://www.cloud-council.org/, https://cloudsecurityalliance.org/ y http://www.opencloudmanifesto.org/.

[15] G.A. Lewis, "The Role of Standards in Cloud-Computing Interoperability" Software Engineering Institute, Pittsburgh, PA. Technical Note CMU/SEI-2012-TN-012, October. 2012.

de tecnologías *Cloud* y eso hace que los ideales expuestos estén todavía en desarrollo. El tiempo dirá si la mudanza sin dolor llegará a ser una realidad.

Los temas organizacionales de la migración requieren que se atienda y resuelva cualquier tensión o asunto político interno que pueda ser afectados por los proyectos de Cloud.

El *Cloud Computing* no es factible sin la administración del servicio. Deseamos recalcar que debe darse una transformación importante en un *datacenter* para se convierta en un proveedor de Cloud. No bastan el volumen y el tamaño, debe haber una automatización importante en la entrega del servicio.

Nos quedan temas pendientes, como entrar en los detalles de requerimientos de seguridad, administración del servicio, conocimiento de la ubicación. Estos se explican mejor con casos de uso. Estos temas ameritan un tratamiento diferenciado y los expondremos en un próximo informe de casos de uso del *Cloud*.

El papel de desarrollador es sumamente importante en el Cloud. Él será el encargado de crear los servicios. Siempre será importante ver las oportunidades que nos ofrece el servicio que contratamos y determinar si nos da la flexibilidad de APIs para servicios como bases de datos, mensajería, poder de cómputo y almacenamiento. El tener estos servicios nos dará la flexibilidad parecida a las que obtenemos en nuestros sistemas actuales en forma local. Claro, estos servicios deberán darnos más que los sistema locales pero, a diferencia de estos, los del Cloud nos deberán dar soportes como *caching*, bitácoras (*logging*) , administración de identidades (*identity management*), descubrimiento de servicios (*service discovery*), administración de sesiones (*session management*) y SLAs que son necesarios para usar los servicios del Cloud de forma efectiva.

La seguridad del *Cloud* es un aspecto primordial. La mayoría de las preguntas y cuestionamientos al Cloud se relacionan con esa preocupación. El debate de los estándares de seguridad en el *Cloud* está activo y no ha sido resuelto. En términos de arquitectura técnica de la seguridad, no parece haber nada nuevo. La discusión todavía está en marcha. En un informe del Software Engineering Institute[16] se reconoce que "mientras que algunas partes ven al *Cloud* como algo completamente nuevo que requiere un conjunto de nuevos estándares, otros ven el *Cloud* como una tecnología basada en tecnologías ya existentes, que ya tienen estándares." De nuevo, nos parece que será uno de los temas que el tiempo y la práctica se encargarán de resolver.

---

[16] G.A. Lewis, "The Role of Standards in Cloud-Computing Interoperability" Software Engineering Institute, Pittsburgh, PA. Technical Note CMU/SEI-2012-TN-012, October. 2012. p 1.

Las responsabilidades establecidas en los SLA en cuanto al uso de los servicios del Cloud, deben estar bien definidas. Estas especificarán cómo serán entregados los servicios y las responsabilidades de las partes. El cliente debe tener un entendimiento muy claro de cómo el proveedor le dará los servicios. Esto será nuevo para los que solo han administrado infraestructura propia. El SLA deberá ser administrado con mayor detalle que los servicios convencionales (usualmente locales).

Por último debe tenerse claro que hoy en día ninguna tecnología novedosa será exitosa si no agrega valor al negocio. Esto es lo único que debe considerar el gerente a cargo del proyecto de *Cloud*. Una solución de *Cloud* de no baje los costos o incremente los ingresos será de poco interés.

Gracias por su atención.