



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**DISEÑO DE UN CURSO TEÓRICO Y PRÁCTICO SOBRE: CLOUD  
COMPUTING**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA DE REDES DE  
COMUNICACIONES**

**ROGER DE JESUS VECCHIOTTI VILORIA**

**PROFESOR GUÍA:**

**ALFONSO EHIJO BENBOW**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:**

**JORGE SANDOVAL ARENAS**

**RODRIGO ALARCÓN REYES**

**SANTIAGO, CHILE**

**2016**

## **DISEÑO DE UN CURSO TEÓRICO Y PRÁCTICO SOBRE: CLOUD COMPUTING**

El presente trabajo tiene como objetivo general la construcción de un curso sobre el Cloud Computing con un enfoque teórico y práctico, cuyo propósito principal es que los alumnos pongan en práctica los conocimientos adquiridos a través de una serie de laboratorios diseñados y correlacionados con el programa teórico, basados en las tecnologías que son tendencia en el mercado; es por ello la importancia de la opinión de especialistas en diseño de nubes y manejo de negocios para la realización de este trabajo.

El material de estudios propuesto viene a sellar el vacío práctico que existe en la oferta nacional e internacional en cuanto al estudio de tecnologías relacionadas a la construcción de nubes públicas y privadas, es por ello que se establece un punto de referencia en cuanto al temario propuesto por la industria en certificaciones de las tecnologías de información más relevantes y a los cursos universitarios relacionados al tema. Además se incluye como parte del curso, el estudio de la arquitectura y uso de un sistema operativo para nubes de código abierto, llamado OpenStack, como introducción a los alumnos interesados en el desarrollo de aplicaciones específicas sobre este sistema operativo. Se hace énfasis en el estudio de OpenStack debido a su relevancia e importancia en el mercado, así como también su uso referencial para muchos fabricantes de equipos de data centers y software de virtualización.

Dicho lo anterior, el presente trabajo propone un enfoque completo a nivel técnico en el diseño de nubes, con matices de modelos de negocios en el Cloud Computing, lo cual es relevante al momento de entender el porqué del uso de esta tecnología, además de entender los beneficios más relevantes en la adopción de tecnologías basadas en la nube.

De forma implícita el presente trabajo tiene como meta romper la barrera de conocimientos y relacionamiento que existe entre el personal de los departamentos de virtualización, software, redes y almacenamiento de las empresas, cuya estructura en la mayoría de los casos, presenta un reto al momento de la implementación de tecnologías que cada vez están más relacionadas entre sí y que deben convivir con un punto de gestión centralizado.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas esas personas que en el mundo de las tecnologías no eliminan la genialidad sino la premian.

A mis padres por el apoyo en mis aventuras personales y profesionales, todo el amor para ustedes.

A María Fernanda por todo tu apoyo y amor.

...Gracias

# TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPITULO I INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Motivación</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Objetivo General</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Objetivos Específicos</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Hipótesis del trabajo</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Metodología</b> .....	<b>3</b>
<b>1.6 Descripción de contenido</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1. Cloud Computing</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.2 Metas y beneficios</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.3 Roles en el Cloud Computing</b> .....	<b>6</b>
2.1.3.1 Cloud Provider.....	7
2.1.3.2 Cloud Consumer .....	7
2.1.3.3 Terceras figuras.....	7
<b>2.1.4 Tipos de nubes</b> .....	<b>7</b>
2.1.5.1 IaaS (Infraestructura como Servicio).....	9
2.1.5.2 PaaS.....	9
2.1.5.3 SaaS .....	10
<b>2.2 Virtualización</b> .....	<b>10</b>
<b>2.3 Sistemas Operativos para nubes</b> .....	<b>11</b>
<b>2.3.1 OpenStack</b> .....	<b>12</b>
<b>2.4 Arquitectura de OpenStack</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1 Metodologías Docentes</b> .....	<b>16</b>
3.1.1 Esquema de aprendizaje basado en competencias.....	17
<b>3.2 Planificación Curricular</b> .....	<b>18</b>
3.2.1 Búsqueda Y Recolección De Información .....	19
3.2.2 Diseño Del Programa De Curso .....	19
3.2.3 Diseño del programa de módulos de instrucción.....	20
3.2.4 Diseño del Programa de Evaluación.....	21
3.2.5 Implementación del Diagnóstico .....	22
3.2.6 Clase Directa y Evaluación Formativa.....	22
3.2.7 Evaluación acumulativa.....	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1 Resultados docentes</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>4.1.2 Requisitos básicos del curso</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1.3 Potencial audiencia</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1.3 Periodo de duración del Curso.</b> .....	<b>24</b>

<b>4.1.4 Objetivo General del Curso</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1.5 Objetivos específicos del curso</b> .....	<b>25</b>
4.1.5.1 Unidad programática I: Teorías del Cloud Computing .....	26
4.1.5.2 Unidad programática II: Cloud Computing un enfoque práctico.....	27
<b>4.1.6 Duración de las unidades programáticas</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1.7 Contenidos y Recursos de las Unidades Programáticas</b> .....	<b>29</b>
4.1.7.1 Unidad I - Teorías del Cloud Computing .....	29
4.1.7.2 Unidad II - Cloud Computing un enfoque práctico.....	31
<b>4.1.8 Material docente</b> .....	<b>32</b>
4.1.8.1 Diapositivas .....	33
4.1.8.2 Guías de laboratorio .....	33
4.1.8.2 Controles evaluativos.....	35
<b>CAPÍTULO V DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1 Análisis de la Unidad Programática: Teorías del Cloud Computing</b> .....	<b>36</b>
<b>4.2 Análisis de la Unidad Programática: Cloud Computing un enfoque práctico</b> .....	<b>37</b>
<b>4.3 Racional económico Cloud Computing y potenciales aplicaciones</b> .....	<b>38</b>
<b>4.4 Validación de los resultados</b> .....	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO VI CONCLUSIONES</b> .....	<b>40</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO VII ANEXOS</b> .....	<b>44</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> EJEMPLO DE CONSUMO DE RECURSOS DE IT EN UNA ORGANIZACIÓN. ....	6
<b>FIGURA 2</b> MODELO DE SERVICIOS SEGÚN LA NIST .....	8
<b>FIGURA 3</b> CUADRO COMPARATIVO DE MODELOS DE SERVICIOS, COMPONENTES Y RESPONSABLES. ....	9
<b>FIGURA 4</b> NIVELES DE RESPONSABILIDAD CLOUD CONSUMER VS CLOUD PROVIDER .....	10
<b>FIGURA 5</b> DIAGRAMA LÓGICO DE LA VIRTUALIZACIÓN DE SISTEMAS OPERATIVOS.....	11
<b>FIGURA 6</b> VISIÓN GENERAL DE OPENSTACK .....	13
<b>FIGURA 7</b> DIAGRAMA LÓGICO DE OPENSTACK .....	13
<b>FIGURA 8</b> FUNCIONAMIENTO LÓGICO DE OPENSTACK.....	14
<b>FIGURA 9</b> ETAPAS DE LA PLANIFICACIÓN CURRICULAR .....	18
<b>FIGURA 10</b> ESTRUCTURA DE UNIDAD PROGRAMÁTICA.....	20
<b>FIGURA 11</b> DISEÑO DE PROGRAMA DE CURSO.....	21
<b>FIGURA 12</b> DIAPOSITIVAS CON EL CONTENIDO DE LAS CLASES TEÓRICAS .....	33
<b>FIGURA 13</b> GUÍAS DE LABORATORIO .....	34
<b>FIGURA 14</b> CONTROL 1 Y 2 PARA EL CURSO DE CLOUD COMPUTING.....	35
<b>FIGURA 15</b> ROLES EN EL CLOUD COMPUTING .....	45
<b>FIGURA 16</b> DIAGRAMA LÓGICO DE UNA NUBE PRIVADA .....	46
<b>FIGURA 17</b> NUBE PÚBLICA .....	47
<b>FIGURA 18</b> FUNCIONAMIENTO LÓGICO DE UNA NUBE HÍBRIDA .....	48
<b>FIGURA 19</b> ESTADÍSTICAS DE USO OPENSTACK (GOOGLE TRENDS) .....	50
<b>FIGURA 20</b> ARQUITECTURA DE NOVA .....	52
<b>FIGURA 21</b> FUNCIONAMIENTO LÓGICO IMAGE SERVICE.....	53
<b>FIGURA 22</b> ARQUITECTURA DE ALMACENAMIENTO (SWIFT).....	54
<b>FIGURA 23</b> DIAGRAMA LÓGICO CINDER .....	55
<b>FIGURA 24</b> DIAGRAMA LÓGICO NEUTRON .....	56
<b>FIGURA 25</b> ARQUITECTURA NEUTRON .....	57

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1</b> ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL APRENDIZAJE BASADO EN COMPETENCIAS ..	17
<b>TABLA 2</b> DEFINICIÓN DE PROGRAMA DE CURSO .....	25
<b>TABLA 3</b> DURACIÓN DE UNIDADES PROGRAMÁTICAS.....	28
<b>TABLA 4.</b> CONTENIDOS Y RECURSOS DE UNIDAD PROGRAMÁTICA I - FORMATO FCFM ...	29
<b>TABLA 5</b> CONTENIDOS Y RECURSOS DE UNIDAD PROGRAMÁTICA II - FORMATO FCFM....	31

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Motivación

Según el último informe elaborado por la Subsecretaría de Telecomunicaciones, el 76,9 % de las conexiones a la red en 2014 fueron a través de un Smartphone, además el acceso a la red en general aumentó en un 22,4 % el mismo año [1]. Dichas cifras confirman que los usuarios están haciendo uso importante de dispositivos móviles y la demanda de conexión a internet no cesa, por el contrario crece a gran medida.

El hecho de que las personas estén usando cada vez más la red de datos de los proveedores de telefonía móvil para conectarse a internet, nos indica que los usuarios evolucionaron, pasaron de navegar de una computadora como medio favorito, a usar un terminal que unos años atrás sólo servía para generar y recibir llamadas. No sólo las personas están generando mayor tráfico en internet, las máquinas también están hablando entre sí, según Cisco Systems para el 2019 el tráfico M2M pasará de un 7 % actual a un 28 % a nivel global; sumado a esto la velocidad de conexión móvil promedio global a internet pasará de un 1,7 Mbps a 4 Mbps para el mismo año [2], esto significa que las tecnologías móviles siguen evolucionando y así entregando anchos de banda más altos con retrasos más cortos, este último dato es el más interesante, ya que podremos acceder a servicios tecnológicos relativamente nuevos a los cuales, a través de un enlace inalámbrico, eran inimaginables un par de años atrás, como por ejemplo utilizar los beneficios existentes y venideros del Cloud Computing.

Según estimaciones de Cisco Systems el tráfico a la nube se triplicará entre el 2013 y 2018, esto significa que para el 2018 se espera que el 78% de los datos globales provengan de servicios o aplicaciones en la nube [2]. La pregunta natural que surge es: ¿Existen actualmente cursos Universitarios sobre el Cloud Computing en donde las personas implicadas en el rubro obtengan tanto conocimientos teóricos como prácticos en el país? Dicha pregunta es la clave a la motivación de la presente memoria.

Dotar a los profesionales de los distintos segmentos implicados en el Cloud Computing es un reto debido a la rápida evolución tecnológica que está experimentando el rubro hoy en día. Nos encontramos usualmente con nuevas



tendencias y entre tanto, poco a poco nos olvidamos de otras tecnologías que prometieron pero nunca pudieron despegar o no cubrieron las expectativas necesarias en su momento. Es por esto que los ingenieros en el área necesitan estar actualizados constantemente acerca de los nuevos avances tecnológicos y como aprovecharlos.

El presente trabajo tiene como fin ofrecer a la comunidad estudiantil un curso con un contenido diverso y único en su forma, debido a que lo alumnos podrán comprender y poner en práctica los conocimientos aprendidos en la teoría con distintos productos que ofrece el mercado al día de hoy, y que no se ofrecen en ningún otro curso, de propósitos similares, a nivel nacional.

## **1.2 Objetivo General**

El objetivo general de la presente memoria es diseñar y construir un curso teórico y práctico sobre Cloud Computing, cuyo enfoque principal es la enseñanza por medio de cinco experiencias prácticas que abordan soluciones de tendencia en el mercado.

## **1.3 Objetivos Específicos**

A continuación se presenta un listado de objetivos específicos, los cuales son planteados como parte del camino que permite cumplir con el objetivo general descrito anteriormente.

- Realizar la investigación correspondiente de los temas relacionados al estudio del Cloud Computing y la infraestructura que lo compone.
- Establecer un punto de referencia sobre la oferta nacional e internacional sobre cursos de Cloud Computing.
- Generar un programa de curso basado en unidades programáticas, divididas en componente teórica y práctica.
- Cuantificar el programa en cuarenta (40) horas. Veinte (20) horas divididas en seis módulos teóricos, y veinte (20) horas divididas en cinco experiencias practicas.
- Generar el material teórico necesario para entender las tecnologías implicadas en el Cloud Computing.
- Diseñar el plan de contenidos para cada módulo y materializar dichos contenidos en presentaciones teóricas y/o en experiencias practicas cuando corresponda.
- Creación de cinco guías de laboratorio y dos exámenes para la aprobación del curso.

## **1.4 Hipótesis del trabajo**

Las hipótesis del trabajo son las siguientes:

- Las instalaciones de laboratorio contarán con disponibilidad de equipos necesarios para la instalación del software requerido para el servidor de pruebas.
- Existirán equipos individuales para los alumnos con requerimientos mínimos para establecer tanto conexiones remotas con el servidor local como con el servidor en la nube.
- Se contará con una infraestructura de red adecuada para establecer conexiones entre máquinas virtuales de los alumnos.
- El tiempo será utilizado de forma eficiente, para cumplir con los hitos en su plazo y forma.

## **1.5 Metodología**

- Recopilación de información y estudio de los servicios de Cloud Computing actuales y populares en el mercado.
- Recopilación de información y estudio de los distintos tipos de arquitecturas y tecnologías actuales utilizadas para conexión hacia y entre nubes.
- Aplicación de las metodologías docentes, para la definición de las unidades programáticas, módulos, estrategias, recursos y evaluaciones.
- Validación de experiencias prácticas con alumnos del Magíster en Ingeniería de Redes y Comunicaciones (MIRC) de la Universidad de Chile.
- Validación sobre el material creado por distintos especialistas en la industria.

## **1.6 Descripción de contenido**

El presente trabajo se compone de una estructura clásica desde su capítulo I el cual corresponde a la introducción, en esta podemos encontrar la motivación del presente trabajo, la cual se centra básicamente en la necesidad de un curso de Cloud Computing como requisito de un mercado cada vez más demandante de profesionales capacitados en dicho tópico, además se presenta el objetivo general junto con los objetivos específicos, donde se sientan las bases del diseño e implementación parcial de un curso de Cloud Computing. Luego se presenta el capítulo II en donde se dan a conocer los conceptos teóricos más relevantes

después de una primera investigación teórica en distintas fuentes, investigación que se llevó a cabo según el capítulo III, el cual trata la metodología empleada en el presente trabajo. En el capítulo IV resultados, en donde se dan a conocer el programa de curso elaborado, los distintos tópicos relevantes para la capacitación de profesionales de diversas áreas, así como un cronograma coherente a seguir. El capítulo IV resume el análisis de los resultados, en el cual se indica al lector cuáles prácticas de laboratorio se realizaron y en cuáles se obtuvieron resultados menos favorables, básicamente se separa en dos partes, un análisis de los resultados de la parte teórica y otra de la parte práctica.

Dando paso finalmente al capítulo V, se exponen las conclusiones pertinentes, según la experiencia adquirida a lo largo del trabajo, dando al lector una serie de recomendaciones a la hora de implementar los resultados del presente trabajo.

## **CAPÍTULO 2**

### **ANTECEDENTES**

En el presente capítulo se establecerán las bases teóricas para comprender el Cloud Computing de una forma global, así como sus modelos de servicios y tecnologías bases para la implementación de nubes.

#### **2.1. Cloud Computing**

Cloud Computing es una forma especializada de computación distribuida, que introduce la utilización de modelos para aprovisionar de forma remota recursos medidos y escalables. [3]

La mayoría de las tecnologías que se emplean en la nube fueron desarrolladas en los años sesenta y setenta, en donde se crearon los procesadores, memorias volátiles, tarjetas madres, disco duros, virtualización e internet, incluso el mismo concepto de compartir recursos computacionales. La gran diferencia radica en que, para ese entonces, las tecnologías no estaban lo suficientemente desarrolladas, y más importante aún, no era un servicio requerido.

En 1961 John McCarthy en un informe publicó una frase que hoy en día está totalmente materializada:

“El poder del cómputo e incluso aplicaciones específicas podrían venderse como un servicio tal como el agua o la electricidad” [4]

Una frase que debió esperar mas de 40 años de evolución tecnológica para verse materializada, hoy la forma de acceder como usuarios a estos servicios dados por la nube pública es a través de internet, sin las conexiones de banda ancha que existen alrededor del mundo, la nube aun sería un concepto futurista encerrado en los años setenta por más que el resto de los componentes evolucionaran. Dicho lo anterior, son vitales los servicios de comunicaciones en este relativo nuevo mundo tecnológico en donde nuestros datos, servicios y recursos estarán ubicados en sitios remotos apodados nubes.

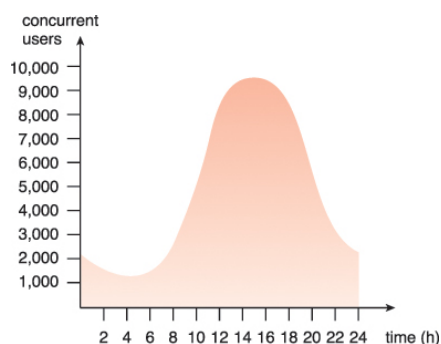
#### **2.1.2 Metas y beneficios**

Parte del objetivo principal de la implementación de nubes yace en el aspecto económico, esto debido a que reduce los costos de inversión para los departamentos de TI de grandes compañías, incluso otorga mayores beneficios a

aquellas pequeñas compañías las cuales no cuentan con el personal ni el presupuesto suficiente como para desplegar servicios que ameritan importantes inversiones.

Similar a un mayorista de productos que compra bienes a granel para precios más bajos, los proveedores de nube pública están basando su modelo de negocio en la adquisición de los recursos de TI que luego son puestos a disposición de los consumidores en la nube a través de paquetes de arrendamiento a precios atractivos. Esto abre las puertas para que organizaciones, compañías y usuarios puedan acceder a infraestructura, plataformas y servicios de gran alcance sin tener que comprar ellos mismos. [3]

Parte importante de las ventajas que nos ofrecen las nubes es la escalabilidad, debido a que los servicios de nubes ofrecen grupos de recursos de IT o pool de recursos, lo cual permite a los consumidores de nubes, escalar parte de sus requerimientos de IT a la nube en tiempos en los cuales necesitan una mayor capacidad de recursos y pagando sólo por demanda de estos por un tiempo determinado. En la siguiente imagen tenemos un ejemplo de la demanda de recursos en una organización en distintas horas del día. [3]



**Figura 1** Ejemplo de consumo de recursos de IT en una organización. [3]

### 2.1.3 Roles en el Cloud Computing

Así como en los servicios de uso cotidiano como por ejemplo, en el servicio de agua potable que usamos en nuestros hogares o el de energía eléctrica, existen distintos tipos de roles dentro de los servicios de Cloud Computing, en el caso de una compañía de energía eléctrica esta provee un servicio, igualmente en el Cloud Computing nos encontramos con un proveedor de servicios de nube y otros roles distintos.

### **2.1.3.1 Cloud Provider**

El Cloud Provider o proveedor de servicios de Cloud, es aquella empresa que invierte (por lo general) en la compra de infraestructura, recursos humanos, y cualquier otro recursos necesario para la creación de nubes, para ofrecer recursos de IT arrendados a sus clientes en este caso los Cloud Consumer, evidentemente el Cloud Provider por ofrecer el servicio, debe cumplir con lo acordado en contratos atados a SLA<sup>1</sup> o acuerdo de nivel de servicios.

Como se mencionó anteriormente los proveedores de Cloud normalmente son dueños de los recursos de TI que están disponibles para el arriendo por los consumidores en la nube, sin embargo, algunos proveedores de la nube también revenden recursos de TI arrendados a otros proveedores de la nube. [3]

### **2.1.3.2 Cloud Consumer**

Usualmente se suele llamar consumidor de nubes a una organización o persona que tiene un contrato legal para el consumo de servicios con un Cloud Provider, ya sea bajo demanda, en forma constante o por paquetes de horas o minutos, generalmente debe usar los servicios de un carrier para llegar a dichos recursos de IT.

### **2.1.3.3 Terceras figuras**

Existen varias figuras que cumple en un rol de terceros en la contratación de un servicio de Cloud Computing entre los cuales se encuentran: Cloud Auditor, Cloud Broker y Cloud Carrier (Ver Anexo I.1)

### **2.1.4 Tipos de nubes**

El gobierno de Estados Unidos es un gran consumidor de servicios de informática y, por lo tanto, uno de los principales usuarios de las redes de computación en la nube. El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) separa a la computación en nube en un modelo de servicios y un modelo de

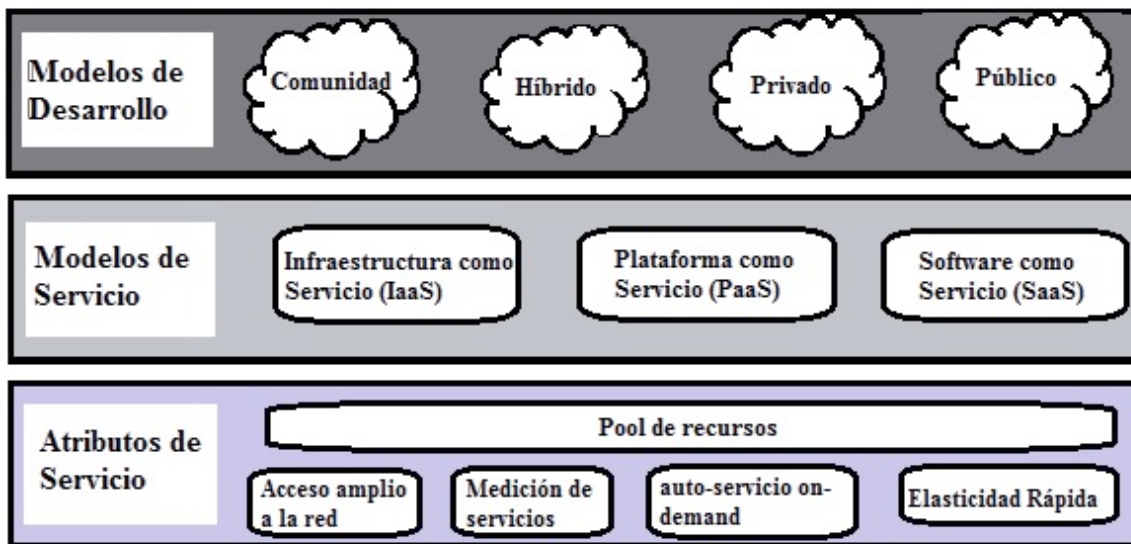
---

<sup>1</sup> SLA: Service Level Agreement

despliegue. Esos modelos y su relación son esenciales en el entendimiento de las nubes [5].

Entre los principales tipos de nubes, se encuentran nubes privadas, públicas, e híbridas (Ver Anexo I.2).

La Figura 3 representa el modelo utilizado por la NIST, donde se detallan los tipos de nubes.

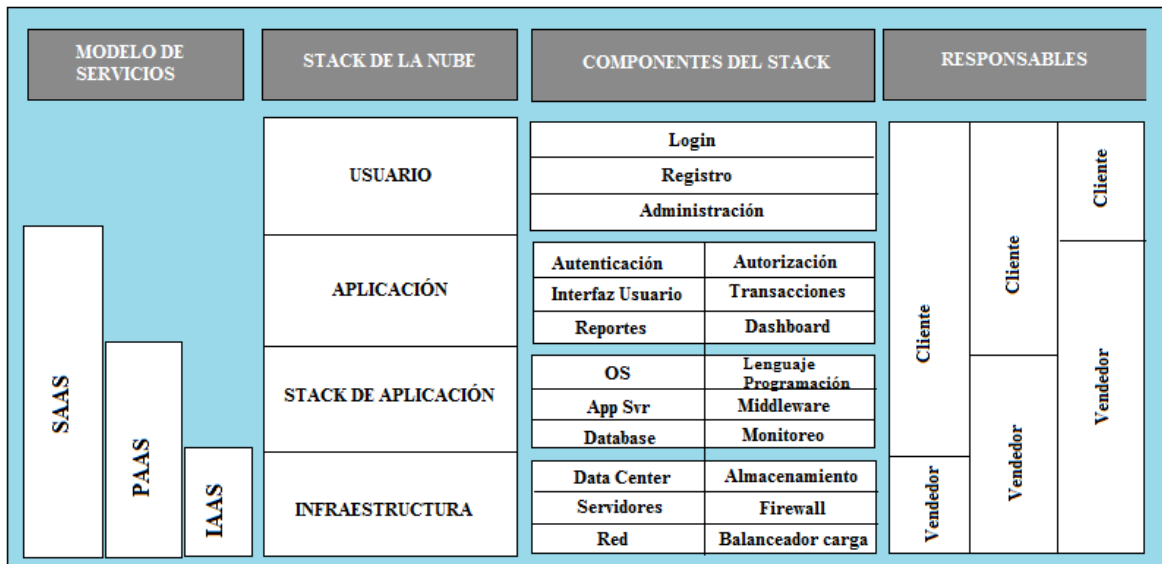


**Figura 2** Modelo de servicios según la NIST [6]

### 2.1.5 Servicios de la Nube

El objetivo comercial al construir una nube es ofrecer servicios, que podemos separar en tres tipos principales, los cuales lógicamente apuntan a sectores del mercado con necesidades distintas. Estos son: infraestructura como servicio (IaaS), plataforma como servicio (PaaS) y software como servicio (SaaS).

La Figura 3 nos entrega una mirada gráfica de los distintos niveles de servicios y qué implicaciones existen a nivel de componentes y responsabilidades, de esta forma podemos determinar qué tipo de servicio se necesita o se puede ofrecer a los clientes, así como también tener una idea del tipo de personal y habilidades técnicas que debe estar involucrado en cada servicio.



**Figura 3** Cuadro comparativo de modelos de servicios, componentes y responsables. [5]

### 2.1.5.1 IaaS (Infraestructura como Servicio)

IaaS ofrece máquinas virtuales, almacenamiento virtual, infraestructura virtual, y otros activos de hardware como recursos que los clientes pueden aprovisionar. El proveedor de servicios de IaaS gestiona toda la infraestructura, mientras que el cliente es responsable de todos los otros aspectos de la implementación. Esto puede incluir el sistema operativo, las aplicaciones y las interacciones del usuario con el sistema. [5]

El propósito general de un entorno de servicio de infraestructura, es proporcionar a los consumidores en la nube un alto nivel de control y responsabilidad sobre su configuración y utilización. Los recursos de TI proporcionados por IaaS generalmente no son pre-configurados, colocando la responsabilidad administrativa directamente sobre el consumidor. Por lo tanto, este modelo es utilizado por los consumidores en la nube que requieren un alto nivel de control sobre el entorno basado en la nube que tienen la intención de crear. [3]

### 2.1.5.2 PaaS

La idea es proveer servicios de plataformas de desarrollo de aplicaciones, esto con el objetivo de que el cliente cuente tanto con la infraestructura necesaria y la plataforma de desarrollo, y así puedan entregar servicios ya completos en la



nube a sus clientes. Esto representa un entorno pre-definido, compuesto por los recursos de IT ya desplegados y configurados para desarrollar sobre estos recursos, el producto final. Al trabajar en una plataforma ya hecha, el Cloud Consumer se libera de la carga administrativa que implica la infraestructura sobre la cual está el servicio de plataforma. [3]

### 2.1.5.3 SaaS

Los servicios de Software como servicios, otorgan a los clientes o usuarios, servicios completos tanto por medio de la LAN o a través de la Internet, sin tener conocimientos de la herramienta de desarrollo o infraestructura sobre la cual está montada la herramienta final, ideal para clientes con poco conocimiento en desarrollo o que simplemente desean ahorrar costo en personal de IT. En la siguiente tabla tenemos los distintos tipos de control que tiene o debe gestionar un Cloud Consumer vs el Cloud Provider dependiendo del tipo servicio a usar.

Modelo de entrega de Cloud	Actividades comunes de consumidores de Cloud	Actividades comunes del proveedor de Cloud
<b>SaaS (Software como Servicio)</b>	Uso y configuración de un servicio de Cloud	Implementar, administrar, y mantener el servicio de Cloud.
<b>PaaS (Plataforma como Servicio)</b>	Desarrollos, pruebas, implementaciones, y administración de servicios y soluciones basadas en la nube.	Pre-configurar la plataforma y provisiones de la infraestructura subyacente, middleware, y otros recursos de IT tal como sean necesarios.
<b>IaaS (Infraestructura como Servicio)</b>	Establecer y configurar la infraestructura, e instalar, administrar y monitorizar cualquier necesidad de software.	Proporcionar y administrar el procesamiento físico, almacenamiento, redes, y requerimientos usados por el cliente.

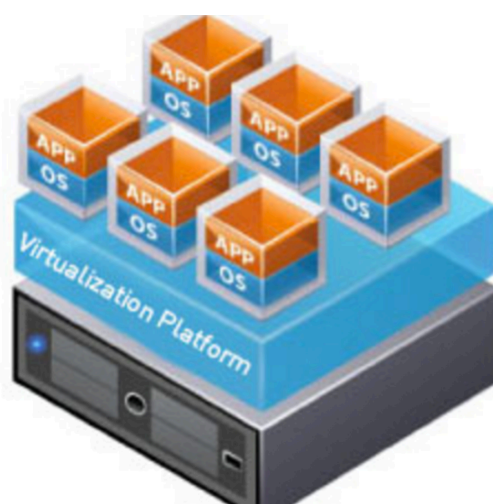
**Figura 4** Niveles de responsabilidad Cloud consumer vs Cloud provider [5]

## 2.2 Virtualización

La virtualización es la abstracción de recursos físicos de su capa de hardware, el componente central de un servidor de virtualización es el hipervisor. El hipervisor es la pieza de software que opera entre el los sistemas operativos huéspedes y el hardware. Cada carga huésped están contenidas y aisladas entre

ellas y son denominados máquinas virtuales (VM). El hipervisor abstrae el hardware físico y lo separa en máquinas virtuales, esto hace que varias VMs pueda operar en el mismo hardware completamente aisladas. También podemos trabajar con distintos tipos de sistemas operativos dentro de unos OS principal. [7] (Ver Anexo I.3)

Como se muestra en la Figura 9, antes de virtualizar, cada sistema operativo, tenía su propia “caja” o hardware y no compartía recursos con ningún otro. Con la virtualización, varios sistemas operativos conviven dentro de una misma caja compartiendo recursos físicos.



**Figura 5** Diagrama lógico de la virtualización de sistemas operativos. [8]

## 2.3 Sistemas Operativos para nubes

Los sistemas operativos de nubes, controlan grandes volúmenes de recursos de cómputo, almacenamiento y red. Esto con el objetivo de ser el hogar de una gran cantidad de máquinas virtuales (instancias) hablando o no entre sí, pero siempre compartiendo los recursos de la nube.

Estas instancias a través de los sistemas operativos de nubes, pueden modificarse en caso de que una aplicación necesite de más recursos de la nube. De aquí surge el concepto de soluciones elásticas, pudiendo ampliar los recursos necesarios por una aplicación o instancia realizando una simple modificaciones en el sistema operativo.

Entre los principales sistemas operativos para nubes existentes en el mercado, tenemos los siguientes [9]:

- OpenStack(Software abierto)
- CloudStack(Software abierto)
- Eucalyptus(Software abierto)
- Vmware Vcloud (Software privado)
- Microsoft Azure(Software privado)
- Red Hat RHLE( Privado, OpenStack modificado)

### **2.3.1 OpenStack**

OpenStack es un sistema operativo de nubes, creado en principio por la empresa Rackspace y la NASA presentado en Julio de 2010, con el ideal de crear un sistema operativo abierto que compita directamente contra Amazon Web Services. OpenStack puede modificarse y adaptarse a las necesidades de los clientes, se encuentra disponible bajo la licencia Apache 2.0. , no existe versión Enterprise. [10]

En principio Openstack se creó bajo dos proyectos, Cloud Storage con el proyecto SWIFT de Rackspace y Cloud Computing con el proyecto NOVA de la NASA, luego estos proyectos pasaron a ser los dos módulos principales de la arquitectura de Openstack, hoy en día Openstack cuenta con más de 5 módulos principales los cuales son a su vez proyectos separados, de modo de que se puede construir una nube con nodos conectados entre sí, en donde cada nodo representa un proyecto.

OpenStack nos permite gestionar un servicio de IaaS, debido a que podemos configurar: servidores, redes, virtualización y almacenamiento, como parte de servicios de la nube. Esto permite que una vez instalado el servicio de IaaS, se pueda configurar prestaciones de PaaS y SaaS. En la Figura 6, se muestra el esquema general de OpenStack.

Para más información acerca de releases y datos estadísticos de OpenStack, ver Anexo I.4.

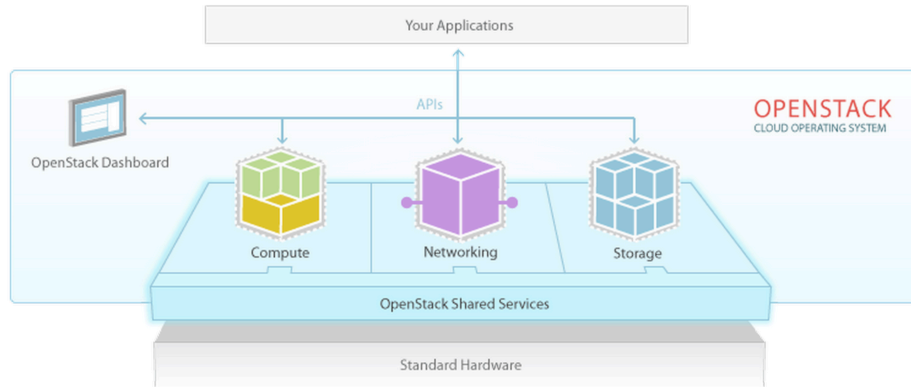


Figura 6 Visión general de OpenStack [11]

## 2.4 Arquitectura de OpenStack

La arquitectura de OpenStack está basada en módulos (proyectos) individuales con una tarea en específico. Cada uno de estos módulos está diseñado para trabajar en conjunto con otros, proporcionando un servicio de infraestructura completo. La interacción entre los distintos módulos, o también llamado proyectos de OpenStack, se logra mediante APIs, estas no sólo logran que los módulos se comuniquen entre ellos, sino que también logran que los módulos utilicen recursos entre ellos. [10]

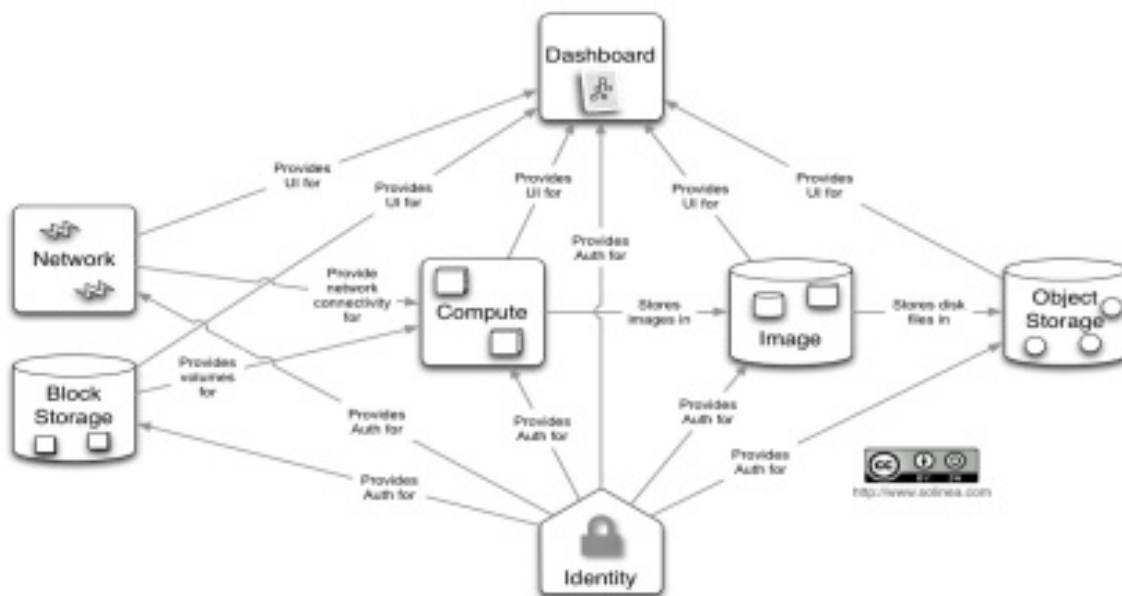


Figura 7 Diagrama lógico de OpenStack [12]

La Figura 12 es un diagrama conceptual de lo que se logra a través de las APIs y del fin en conjunto de los componentes de OpenStack. Se evidencia en una forma muy resumida que:

- El módulo de Dashboard, llamado Horizon, provee una interfaz de usuario basada en entorno Web, para la configuración y gestión de los servicios de: Compute, Image, Object Store, Network, Block Storage.
- El módulo de Red, llamado Neutron, provee conectividad para el servicio de Compute.
- El módulo de Identidad, llamado Keystone, se encarga de proveer autenticación para todos los servicios, esto debido a que puede que no todos los servicios tengan acceso a otros.
- El módulo de Imagen, llamado Glance almacena Imágenes las cuales pueden utilizar el Object Store, llamado Swift, como servicio para realizar la tarea.

La arquitectura lógica es evidentemente más compleja, dado que trata de plasmar en una sola imagen el funcionamiento lógico de todos los proyectos que contiene OpenStack, como se muestra en la Figura 13:

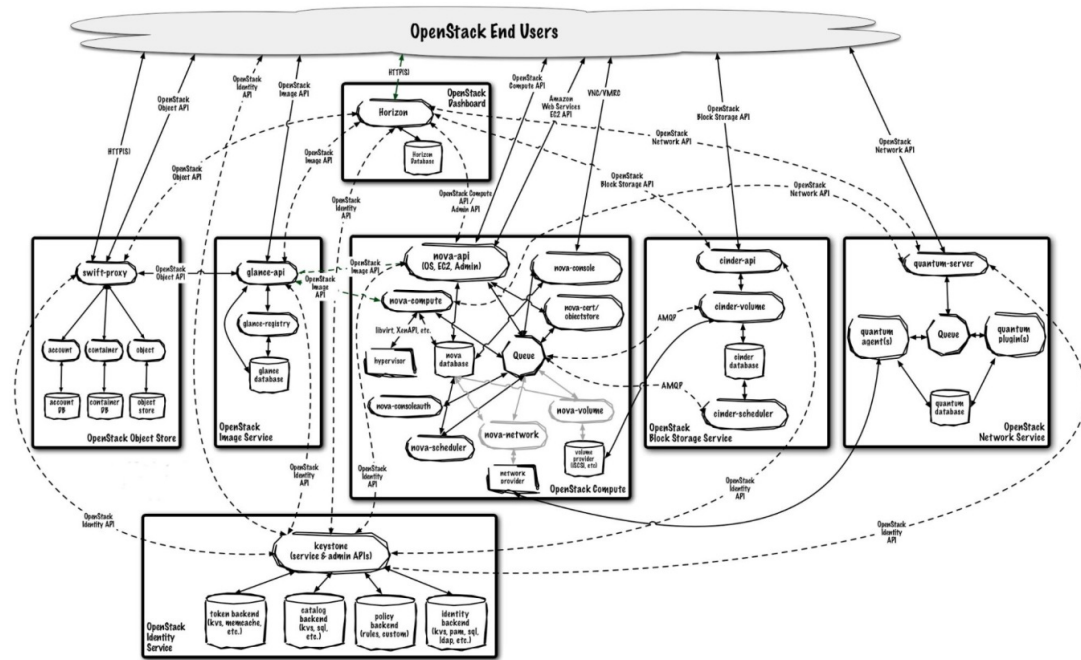


Figura 8 Funcionamiento lógico de OpenStack [12]

En un caso hipotético en donde un usuario necesite crear un servidor con ciertos requerimientos de RAM, procesamiento y almacenamiento de datos, este

puede realizar la petición a través de Horizon y este a su vez interactúa con el resto de los componentes. En caso contrario, y si el usuario lo desea, puede interactuar directamente con los componentes de OpenStack. Por lo general, de forma lógica, lo que sucede es lo siguiente:

1. El usuario debe utilizar el API de Nova, llamado OpenStack Compute API, la llamada hacia la API se realiza a través de un cliente HTTP.
2. Una vez que estamos hablando con el nova-API lo primero que va a pedir es la identificación, esto lo hace hablando con Keystone, en donde decidirá si el usuario posee los permisos para realizar tareas.
3. Una vez otorgado los permisos, la API de nova lo primero que hace es crear una nueva entrada en el Nova Database, esa entrada va a ser que el usuario quiere crear un servidor con ciertas características. Una vez la base de datos tenga los requerimientos, va a poner un mensaje en el Queue o cola de mensajes.
4. Para decidir en qué servidor físico puede crear el servidor virtual, nova-scheduler realiza esta tarea y actualiza la cola de mensajes.
5. Nova-compute recibe la tarea de crear un servidor virtual en un servidor físico específico, Nova-compute necesita una IP y una imagen.
6. Para pedir el IP nova-compute hablará con Nova-network el cual llevará el requerimiento al componente Neutron.
7. Para pedir la imagen, nova-compute hablará con Glance-API, este componente a su vez pedirá recursos al servidor Swift, ambos trabajando en conjunto.
8. Una vez instalado el servidor con imagen y dirección IP, se genera un mensaje en la cola de mensajes o Queue, diciendo que ya terminó, y se actualiza la base de datos. [13]

La explicación detallada de cada módulo se encuentra con más detalle en el Anexo I (Ver Anexo I.5)

## CAPITULO III

# METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la metodología utilizada en el trabajo de título, la cual se inició con la búsqueda y recopilación de información sobre el mundo del Cloud Computing.

La Metodología Docente a utilizar ya ha sido empleada en otras memorias [14] [15] [16], basadas en el libro Diseño de Cursos Universitarios de Viola Soto Guzmán. Para lograr el objetivo general planteado, primero fue necesario definir el formato y los elementos docentes en que se desarrollará el curso (teórico y práctico) y segundo realizar el proceso de gestión de aseguramiento de la calidad y maduración docente basándose en un esquema de aprendizaje basado en competencias.

### 3.1 Metodologías Docentes

En esta sección se muestra la metodología propuesta y aplicada para las fases de planificación curricular y diseño del curso. Dicha metodología se aplica en los diversos procesos de diseño tales como, la planificación curricular, la elaboración y planificación de módulos de instrucción o material docente, el diseño e implementación de laboratorios para experiencias prácticas. [15] Los procesos mencionados anteriormente se describen a continuación para más adelante profundizar en estos conceptos.

**Planificación Curricular:** Este proceso tiene por objetivo definir el programa y el formato de un curso genérico, compuesto por un conjunto de unidades programáticas con los correspondientes objetivos asociados. Además se definen los recursos y estrategias a utilizar a lo largo del curso que garanticen el éxito de este mismo. [15]

**Módulos de Instrucción:** Estos módulos cubren las áreas temáticas abarcadas por la totalidad del curso, las cuales pueden ser divididas en tópicos tales como tipos de nubes, sistemas operativos para nubes y modelos de negocios los cuales se tocan por separado en primera instancia para finalmente converger en el tema central, Cloud Computing.

**Experiencias Prácticas:** El proceso de construcción de las experiencias se basa en que estas son un reflejo de los contenidos que se desean cubrir, es decir,

existirán laboratorios orientados a sistemas operativos de nubes, instalación y configuración de dichos sistemas tanto Open Source como privados. [15]

**Revisión y Validación:** Este proceso está compuesto por un método básico iterativo de revisión y retroalimentación con expertos en el área de la docencia y las telecomunicaciones, con el objetivo de validar los procesos anteriores y realizar los ajustes pertinentes, así como validar varias experiencias de laboratorios y material docente con los alumnos del MIRC de la Universidad de Chile. [15]

### 3.1.1 Esquema de aprendizaje basado en competencias

En el sistema de evaluación por competencias, el plan curricular se formula y se expresa en competencias generales y específicas. Los cuatro elementos fundamentales del proceso de enseñanza-aprendizaje para lograr dichas competencias son:

1. Estrategia y metodología de enseñanza-aprendizaje
2. Modalidades
3. Seguimiento
4. Evaluación

En la Tabla 1, se muestran con más detalle los elementos fundamentales del proceso, aplicados al programa. [17]

<b>APRENDIZAJE BASADO EN COMPETENCIAS</b>	
Elementos	Tópicos
Estrategia enseñanza-aprendizaje	Exposición, estudio de casos, proyectos, resolución de problemas, laboratorios. Recursos: Presentaciones, charlas, material audiovisual. Tiempos de duración
Modalidades	Modalidad presencial
Seguimiento	Tutoría individual y/o grupal, revisión de trabajos/proyectos, feedback de ejercicios y resolución de los mismos.
Evaluación	Qué se va a evaluar: competencias generales y específicas trabajadas. Cómo se van a evaluar: Técnicas/ instrumentos que se van a emplear, ej: examen, análisis de tareas, presentaciones orales, prueba de ejecución. Criterios de evaluación: La evaluación deberá reflejar un equilibrio entre las competencias trabajadas y las técnicas empleadas.

**Tabla 1** Elementos fundamentales del aprendizaje basado en competencias



### 3.2 Planificación Curricular

La planificación curricular tiene como objetivo principal generar un programa de curso. Éste está compuesto por: los objetivos generales y específicos; el contenido, la estructura, las unidades programáticas y los módulos de instrucción; y los recursos, en los cuales se describen las estrategias y los medios disponibles. Esta metodología se aplica especialmente a la planificación de la componente teórica del curso y consta de ocho procesos fundamentales, los cuales se pueden dividir en 2 grupos. El primer grupo consta de los cinco primeros puntos correspondientes a la etapa de planificación, mientras que el segundo grupo consta de los tres puntos restantes los cuales corresponden a la etapa de desarrollo [15].

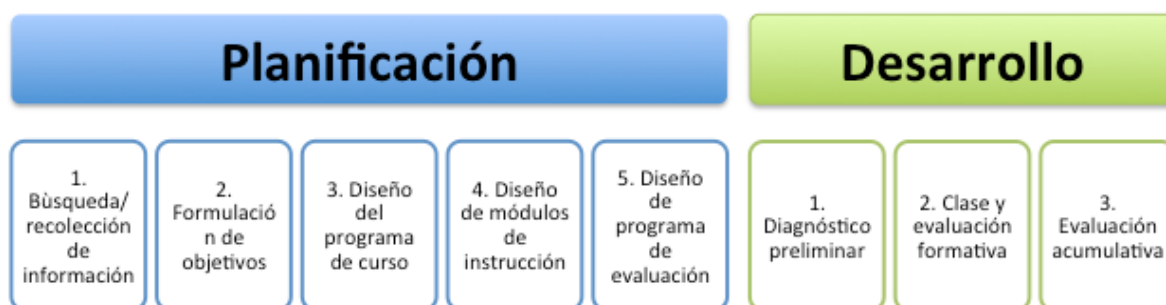
Estos procesos son:

#### Etapa de Planificación

1. Búsqueda y Recolección de Información
2. Formulación del Objetivo Principal y Sub-Objetivos Generales del Curso
3. Diseño del Programa de Curso
4. Diseño del Programa de Módulos de Instrucción
5. Diseño del Programa de Evaluación

#### Etapa de Desarrollo

6. Implantación del Diagnóstico
7. Clase Directa y Evaluación Formativa
8. Evaluación Acumulativa



**Figura 9** Etapas de la planificación curricular

### **3.2.1 Búsqueda Y Recolección De Información**

A partir de los objetivos planteados se realiza en primera instancia la búsqueda de información sobre los temas a tratar, es decir, Cloud Computing, virtualización y Cloud Computing Operative Systems, además de otros tópicos relacionados. Luego de la búsqueda, se realiza un proceso de selección y recolección del material más afín al tema y a cada una de las unidades docentes [15]. Por otro lado, en este proceso se identifican los siguientes puntos:

- Búsqueda y recolección de antecedentes técnicos sobre: Cloud Computing y temas relacionados a las distintas arquitecturas.
- Establecer un punto de referencia sobre la oferta nacional e internacional.
- Definir la estructura del plan de docencia para el Curso
- Identificar el público objetivo a quienes de preferencia iría dirigido el Curso
- Determinar la duración para el desarrollo y la ejecución del Curso
- Definir los requisitos y conocimientos previos que caracterizan al futuro alumnado
- Dimensionar el número de alumnos a los que iría dirigido el Curso
- Determinar la disponibilidad de los recursos, tales como, sala de clases, laboratorios, elementos de hardware y de software y la capacidad que cada uno de ellos puede abarcar.
- Tomar como referencia el Cloudeconomics [18] para contextualizar el aspecto económico del Cloud Computing.

### **3.2.2 Diseño Del Programa De Curso**

El programa de curso es un instrumento de análisis y síntesis, en donde se explican las relaciones que debiesen existir entre los sub-objetivos y como el logro sistemático de estos conllevan el alcance de objetivos finales. El Programa posee una estructura en la cual cada unidad programática o lección debe tener una directa relación con alguno de los sub-objetivos. [15]

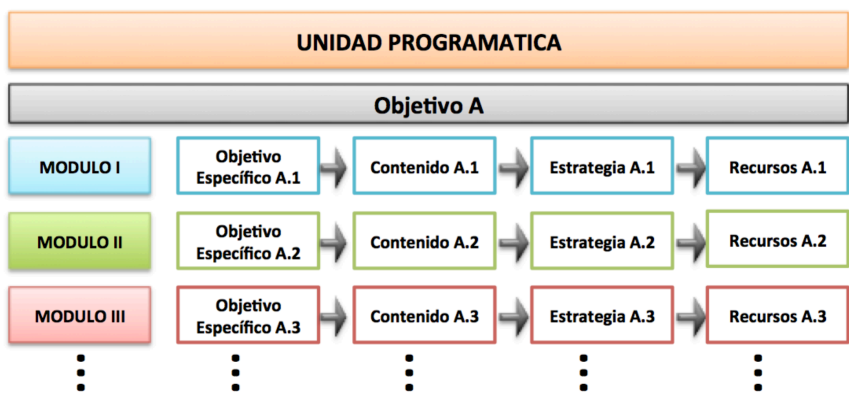


Figura 10 Estructura de Unidad Programática

### 3.2.3 Diseño del programa de módulos de instrucción

En esta fase se diseña detalladamente los módulos de instrucción correspondientes a cada unidad de enseñanza, con los contenidos orientados a los objetivos específicos planteados para cada unidad. Se escoge la estrategia de enseñanza según cada tópico y se establecen los recursos necesarios para cada módulo.

El programa de módulos de estudio tiene un modelo que se basa en: Introducción que es donde se destacan los conceptos fundamentales vinculándolos a los aprendizajes del módulo anterior; objetivo general; objetivo específico; actividades; síntesis, donde se enfatizan los logros de las actividades; y finalmente, bibliografía [16]

En la Figura 11 se muestra la estructura del programa de curso que se usará para la definición de cada unidad programática.

**PROGRAMA DE CURSO**

Código		Nombre		
Nombre en inglés				
SCT	Unidades Docentes	Horas de cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de trabajo personal
Requisitos				Carácter del curso
Resultados de aprendizaje del curso				

Metodología Docente	Evaluación General

**UNIDADES PROGRAMÁTICAS**

Número	Nombre de la unidad		Duración en semanas
Contenidos		Resultados de aprendizaje de la unidad	Referencias a la bibliografía

**Figura 11** Diseño de programa de curso

**3.2.4 Diseño del Programa de Evaluación**

Este proceso corresponde al diseño del control de cumplimiento de los objetivos antes planteados. Este proceso de control debe entregar datos medibles de la efectividad del aprendizaje y estar enfocado hacia el objetivo central, pero sólo controlar algunos de los sub-objetivos por vez. [16]

### **3.2.5 Implementación del Diagnóstico**

Esta etapa permite determinar con exactitud los requisitos previos de cada módulo, para obtener retroalimentación, modificando de esta manera los contenidos específicos de cada módulo. En este proceso se solucionan aspectos como: los conocimientos previos que debe tener el alumno para entender los contenidos del curso; y finalmente, si es necesario, modificar los contenidos o agregar otros contenidos de apoyo. [16]

### **3.2.6 Clase Directa y Evaluación Formativa**

Una vez que se realizan las modificaciones del proceso anterior, se diseña la clase con el objetivo de orientar al alumno de acuerdo a la planificación y los objetivos del curso, haciendo uso de los medios disponibles y planificación curricular desarrollada. [16]

### **3.2.7 Evaluación acumulativa**

Este proceso evalúa el cumplimiento de los objetivos antes planteados, una vez que se terminó el proceso de estudio y aprendizaje. Aquí se evalúa la efectividad del sistema en función de realizar mejoras en caso de detectar falencias. [16]

## **3.3 Perfil de ingreso y egreso del estudiante**

Este proceso valida los conocimientos previos que debe poseer estudiante al momento de tomar el curso, de esta manera se garantiza que el alumno pueda realizar de una forma cómoda las prácticas de laboratorio, así como entender los conceptos básicos de las tecnologías implicadas en el Cloud Computing. Una vez se establezca un punto de referencia con respecto a los tópicos a estudiar, obtendremos los requisitos mínimos en cuanto al nivel de conocimiento y preparación previa que debe tener el estudiante.

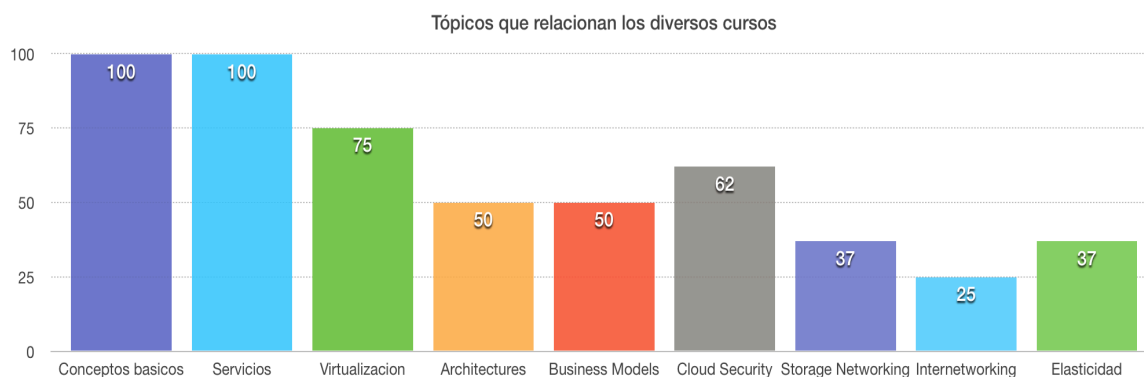
Así mismo a través de este proceso también se obtendrá el perfil de egreso del estudiante con su aprendizaje obtenido, a través de las evaluaciones acumulativas y el desarrollo de las prácticas de laboratorio, se podrá validar los puntos claves a ser desarrollados por el estudiante durante el curso.

## CAPITULO IV RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos después de ser aplicada la metodología y objetivos planteados en los capítulos anteriores. Debido a que el presente trabajo de grado se trata de un curso teórico y práctico, los resultados se dividirán en dos partes, resultados docentes y resultados prácticos.

### 4.1 Punto de referencia

Como consecuencia de la investigación sobre la oferta nacional a internacional al momento de ser realizada dicha investigación, se consultaron diversas fuentes tanto del mundo académico como del industrial, debido a la relevancia que tiene este último en los productos y tecnologías involucradas en el Cloud Computing. Se creo una matriz con las distintas ofertas encontradas, la cual se muestra en la Figura 13, haciendo énfasis en el contenido del curso, donde se pudo apreciar una similitud entre los cursos Universitarios pero sin la misma peculiaridad al momento de comparar el contenido con los cursos industriales. Es por ello que se trabajó en una correlación entre la oferta de la industria y la oferta del mundo académico, tomando en cuenta ocho cursos Universitarios y ocho cursos conducentes a certificaciones.



## **4.2 Resultados docentes**

En los resultados docentes se especifican todos los pasos en detalle para la selección de los temas a tratar en el curso de Cloud Computing, cronograma, horas empleadas por temas, perfil de los profesionales, el aprendizaje esperado y elementos básico para la realización de un curso.

### **4.1.2 Requisitos mínimos para tomar el curso**

Como requisito mínimo, lo ideal es que las personas interesadas en tomar el curso posean ciertas habilidades técnicas y experiencia en el área de las tecnologías de la información, haciendo énfasis en la palabra ideal, el curso podrá ser tomado por cualquier profesional con una carrera afín a la ingeniería siempre y cuando posea conocimientos básicos en las siguientes áreas:

- Estar familiarizados con entornos de virtualización.
- Tener conocimientos básicos en redes IP.
- Tener conocimientos intermedios en sistemas Unix.
- Contar con nociones básicas en redes de almacenamiento.
- Tener conocimientos intermedios de seguridad de redes.

### **4.1.3 Potencial audiencia**

El curso está dirigido a todos aquellos profesionales del ámbito de las telecomunicaciones, tecnologías de la información, sistemas y programación, interesados en obtener conocimientos en las tecnologías del Cloud Computing con un enfoque práctico, así como aquellos estudiantes de pre grado y post grado que deseen obtener conocimientos acerca de la industria de las tecnologías de la información enfocadas en Cloud Computing. En el caso de la presente memoria los alumnos del Magíster en Ingeniería de Redes de Comunicaciones (MIRC) pusieron a prueba el material del curso, por lo cual se pudo validar el contenido mediante presentaciones y prácticas de laboratorio, esto fue de vital importancia dado que se pudo recopilar opiniones por parte de los alumnos interesados. Dichos estudiantes tienen perfiles universitarios diversos, todas enfocadas en la ingeniería.

### **4.1.3 Periodo de duración del Curso.**

La duración del curso se calcula de doce (12) semanas en promedio, tomando en cuenta una (1) clase por semana de tres (3) horas académicas cada clase, esto incluyendo tanto la parte práctica como la teórica. Se estiman cinco (5)

clases practicas y seis (6) clases teóricas, cada una de las evaluaciones tomará una clase cada una, con esto tenemos en total cuarenta (40) horas académicas como duración del curso. Dado lo anterior, el curso se podría adaptar sin problemas a un semestre de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

#### 4.1.4 Objetivo General del Curso

Como objetivo general del curso se desea que los alumnos al término del mismo, sean capaces de analizar distintos tipos de nubes, arquitecturas, ventajas entre las diferentes arquitecturas, obtener conocimientos sobre los sistemas operativos más populares para nubes disponibles en el mercado, virtualización y componentes de redes virtualizados. Dichos conocimientos se pondrán a prueba al terminar cada unidad programática a través de exámenes teóricos y con discusiones al término de cada clase de experiencia práctica.

#### 4.1.5 Resultados de aprendizaje del curso

El curso se divide en dos (2) unidades programáticas esto con motivo de englobar un objetivo general, que a su vez cada unidad programática se dividirá en módulos los cuales definirán objetivos específicos, esto se divide de esta forma para seguir un orden definido en el capítulo anterior.

En la Tabla 2 se muestra la definición del curso, según el formato definido por la FCFM de la Universidad de Chile.

<b>Código</b>		<b>Nombre</b>		
		Cloud Computing		
<b>Nombre en inglés</b>				
Cloud Computing				
<b>SCT</b>	<b>Unidades Docentes</b>	<b>Horas de cátedra</b>	<b>Horas Docencia Auxiliar</b>	<b>Horas de trabajo personal</b>
		40	-	
<b>Requisitos</b>				<b>Carácter del curso</b>
No tiene				Electivo
<b>Resultados de aprendizaje del curso</b>				
Al término del curso sobre Cloud Computing, el estudiante demuestra en forma general, que:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica adecuadamente los conceptos generales y las arquitecturas de las nubes.</li> <li>• Identifica los principales usos y beneficios del Cloud Computing como tecnología; y construye proposiciones de valor.</li> <li>• El estudiante es capaz de manejar a nivel básico y administrar distintos tipos de sistemas operativos para nubes, incluyendo software privado y propietario.</li> </ul>				

Tabla 2 Resultados del aprendizaje del curso



#### **4.1.5.1 Unidad programática I: Teorías del Cloud Computing**

##### ***Módulo I: Introducción al Cloud Computing***

En este módulo los alumnos aprenderán acerca de la historia del Cloud Computing, así como su evolución con el pasar del tiempo, una introducción al mundo del Cloud Computing, una vista previa a la potencialidad que ofrece el mercado a las tecnologías del Cloud Computing.

##### ***Módulo II: Modelos de servicios del Cloud Computing***

En este módulo los alumnos aprenderán a escoger entre los distintos tipos de modelos de servicios, el cual es un factor crítico al momento de ofrecer o tomar servicios de Cloud Computing como modelo de negocio, así como entender que ofrece cada modelo de servicio y cuáles son las responsabilidades de los actores en dichos modelos, también se tocan temas relacionados con los Cloud Providers.

##### ***Módulo III: Tecnologías del Cloud Computing***

En este módulo los alumnos aprenderán sobre las distintas tecnologías que permiten y forman al Cloud Computing. Dado lo anterior los alumnos obtendrán conocimientos sobre virtualización, Data Center, ambientes multi-clientes con el objetivo de armar una solución de Cloud Computing. Las clases en este módulo tendrán una organización específica desde Data Center como concepto hasta Data Center con propósitos de ambientes multi-clientes e infraestructura convergentes.

##### ***Módulo IV: Seguridad en el Cloud Computing***

Como toda tecnología de información, esta debe ir acompañada de directrices o buenas prácticas para protegerla frente ataques externos, es por esto que los alumnos del curso obtendrán conocimientos básicos sobre los distintos mecanismos de seguridad y amenazas que enfrenta la nube actualmente, esto con el objetivo fundamental de que los alumnos puedan elegir al finalizar el curso un modelo de defensa adecuado.

##### ***Módulo V: Arquitecturas fundamentales en el Cloud Computing***

En este módulo los alumnos aprenderán sobre los distintos tipos de arquitecturas para la construcción de nubes, tanto para nubes de servicios externos como para nubes de servicios internos, distribución de cargas y escalamiento dinámico, aprovisionamiento de pools de recursos y casos de estudios.

## ***Módulo VI: Sistemas Operativos de Nubes***

En este módulo los alumnos aprenderán sobre los distintos tipos de software disponibles en el mercado para la administración, creación y aprovisionamiento de nubes, el enfoque viene dado por los softwares más populares y exitosos actualmente en el mercado mundial tanto privados como de fuente abierta.

### **4.1.5.2 Unidad programática II: Cloud Computing un enfoque práctico.**

#### ***Módulo I: Instalación de OpenStack con DevStack***

En este módulo los alumnos aprenderán con una breve introducción sobre la arquitectura lógica de OpenStack ya que luego obtendrán los conocimientos necesarios para la instalación de OpenStack en un solo nodo, de esa forma los alumnos podrán interactuar con la solución en sus propios computadores personales. La instalación de OpenStack para facilitar el proceso se llevara a cabo con DevStack.

#### ***Módulo II: Aprovisionamiento de VM en OpenStack con TryStack***

En este módulo tiene como finalida una práctica de laboratorio donde los alumnos obtendrán conocimientos sobre el aprovisionamientos de máquinas virtuales orquestadas por OpenStack, con dicho objetivo se pondrán en práctica conocimientos de networking, virtualización, seguridad y storage. Se proporcionaran guías de laboratorios y antes de la práctica como tal, se hará una introducción de TryStack y un repaso al funcionamiento lógico y físico de los componentes internos de OpenStack para dejar claros los conocimientos teóricos.

#### ***Módulo III: Aprovisionamiento de VM en Amazon Web Services***

En el presente módulo los alumnos aprenderán sobre el aprovisionamiento de máquinas virtuales y administración general de una nube con Amazon Web Services y así tener el conocimiento necesario para comprar lo que ofrece Amazon con respecto a OpenSack, al igual que en los anteriores laboratorios antes de la práctica en sí, se realizará una introducción sobre cómo opera Amazon Web Services y consejos básico en su uso.

### **Módulo IV: Administración de OpenStack – optimización**

El presente módulo tiene como objetivo enseñar a los alumnos sobre la configuración de elementos de red en OpenStack tales como firewalls y balanceadores de cargas, con el objetivo de complementar el aprovisionamiento de máquinas visto anteriormente.

### **Módulo V: Instalación y configuración de un Router virtual**

En este módulo los alumnos obtendrán el conocimiento necesario para instalar un Router Cisco virtual (CSR) para un entorno real, con el objetivo de complementar la teoría sobre equipos virtuales y NFV.

#### **4.1.6 Duración de las unidades programáticas**

Debido a que cada unidad programática se sub divide en módulos los cuales en el caso de la unidad programática teórica posee diversos tópicos, se elaboró una tabla con los módulos del curso con su respectiva duración en horas, como se especifica en la Tabla 3.

<b>Unidad programática</b>	<b>Módulo</b>		<b>Clase</b>	<b>Slides</b>	<b>Horas estimadas</b>
Teorías del Cloud Computing	1	Introducción al Cloud Computing	Teórica	18	2
	2	Modelos de servicios del Cloud Computing	Teórica	18	2
	3	Tecnologías del Cloud Computing	Teórica	18	4
	4	Seguridad en el Cloud Computing	Teórica	18	3
	5	Sistemas Operativos de Nubes	Teórica	18	5
	6	Arquitecturas fundamentales en el Cloud Computing	Teórica	19	2
Cloud Computing un enfoque práctico.	1	Instalación de OpenStack con DevStack	Práctica	7	4
	2	Aprovisionamiento de VM en OpenStack con TryStack	Práctica	12	4
	3	Aprovisionamiento de VM en Amazon Web Services	Práctica	9	3
	4	Herramientas en AWS - Servicios	Práctica	6	2
	5	Instalación y configuración de un Router virtual	Práctica	10	4
<b>TOTAL</b>					<b>35 + 5 (Evaluaciones)</b>

**Tabla 3** Duración de Unidades programáticas

#### 4.1.7 Contenidos y Recursos de las Unidades Programáticas

Los contenidos del cursos estarán divididos en dos partes, por un lado se tendrá contenido teórico y por el otro contenido práctico, el contenido práctico se llevará a cabo una vez los alumnos aprendan la teoría necesaria para el evaluar el contenido práctico.

##### 4.1.7.1 Unidad I - Teorías del Cloud Computing

En la Tabla 4 se muestran los contenidos de cada módulo y resultados de aprendizaje de la Unidad I, en el formato de definición de curso de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Dicha unidad corresponde a la componente teórica del curso.

Número	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	Teorías del Cloud Computing	8-9
Contenidos	Resultados de aprendizaje	Referencias bibliografía
I. Entendiendo el Cloud Computing como concepto, Origen del Cloud Computing, Conceptos Básicos sobre tecnologías involucradas. Beneficios y riesgos. II. Infraestructura como Servicio Plataforma como Servicio, Software como Servicio, Nuevos conceptos de servicios III. Virtualización, Tecnologías de Data Centers, Sistemas de storage y tecnologías multicliente, Tecnologías en el mercado. IV. Conceptos y términos básicos en la seguridad de redes, Amenazas en las soluciones de Cloud, Casos de estudio. V. Cloud Privado , Público e Híbrido Distribución de cargas, Pool de recursos, Servicios de balanceo de cargas para multiusuarios, Storage redundante VI. OpenStack y su arquitectura , Amazon Web Services, Microsoft Azure	El estudiante demuestra que es capaz de:  - Comprender la definición y características generales del Cloud Computing como solución tecnológica.  - Analizar las diferencias con otros modelos.  - Analizar las arquitecturas para Cloud Computing  - Analizar los distintos tipos de servicios  - Comprender el modelo de negocio del Cloud Computing, así como sus aplicaciones en la industria.	[3] [18] [4] [1] [10] [5] [19] [20] [21] [13]

**Tabla 4.** Contenidos y recursos de unidad programática I - Formato FCFM

Cada uno de los siguientes módulos tiene un orden específico por lo que no podrán ser relatados en orden distinto al planteado. Cada uno de los módulos constará de clases expositivas.

### **Módulo I: Introducción al Cloud Computing**

- Entendiendo el Cloud Computing como concepto
- Origen del Cloud Computing
- Conceptos Básicos sobre tecnologías involucradas.
- Beneficios y riesgos.

### **Módulos II: Modelos de servicios del Cloud Computing**

- Infraestructura como Servicio
- Plataforma como Servicio
- Software como Servicio
- Nuevos conceptos de servicios
- Tipos de deployments.

### **Módulo III: Tecnologías del Cloud Computing.**

- Virtualización
- Tecnologías e infraestructura en el Data Centers
- Sistemas de storage y tecnologías multi-cliente.
- Tecnologías en el mercado.

### **Módulo IV: Seguridad en el Cloud Computing**

- Conceptos y términos básicos en la seguridad de redes
- Amenazas en las soluciones de Cloud
- Casos de estudio.

### **Módulo V: Arquitecturas fundamentales en el Cloud Computing**

- Cloud Privado , Público e Híbrido
- Distribución de cargas
- Pool de recursos
- Servicios de balanceo de cargas para multi usuarios
- Storage redundante

### **Módulo VI: Sistemas Operativos de Nubes**

- OpenStack y su arquitectura
- Amazon Web Services
- Microsoft Azure

#### 4.1.7.2 Unidad II - Cloud Computing un enfoque práctico

En la Tabla 5 se muestran los contenidos y resultados de aprendizaje de la Unidad II, en el formato de definición de curso de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Dicha unidad corresponde a la componente práctica del curso.

Número	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	Cloud Computing un enfoque práctico	8-9
Contenidos	Resultados de aprendizaje de la unidad	Referencias a la bibliografía
I. Revisión sobre la arquitectura de OpenStack, Instalación componentes OpenStack mediante DevStack, Dashboard de OpenStack II. Configuración de una red en OpenStack, Configuración de llaves y grupos de seguridad, Puesta en marcha de un servidor. III. Configuración de una red en AWS, Configuración de grupos de seguridad en AWS, Puesta en Marcha de dos servidores en AWS. IV. Conocer servicios de Amazon Web Services, Storage AWS, Herramientas para detectar fallas. V. Instalación de un router virtual para nubes, Activar servicios de comunicación del Router, Comunicar máquinas virtuales a través del Router-Gateway	El estudiante demuestra que es capaz de: - Identificar los distintos componentes que juegan un rol relevante en OpenStack. - Adquirir las competencias necesarias para la instalación de un sistema operativo de nubes. - Entender, en un nivel práctico, las diferencias entre las herramientas privadas y públicas. - Realizar troubleshooting a distintos tipos de soluciones de nube. - Comprender e instalar equipos virtuales de networking.	[10] [21] [7] [13] [5]

**Tabla 5** Contenidos y recursos de unidad programática II - Formato FCFM

Los contenidos del enfoque práctico nos presentan desde la instalación básica de un sistema operativo de nubes hasta la instalación un equipo de networking virtual, algunos de los módulos pueden intercambiar el orden.

### **Módulo I: Instalación de OpenStack con DevStack**

- Repaso sobre la arquitectura de OpenStack
- Instalación de cada uno de los componentes OpenStack mediante DevStack
- Conocer el Dashboard de OpenStack

### **Módulo II: Aprovisionamiento de VMs en OpenStack con TryStack**

- Configuración de una red en OpenStack
- Configuración de llaves y grupos de seguridad
- Puesta en marcha de un servidor

### **Módulo III: Aprovisionamiento de VM en Amazon Web Services**

- Configuración de una red en AWS
- Configuración de grupos de seguridad en AWS
- Puesta en Marcha de dos servidores en AWS

### **Módulo IV: Herramientas en AWS – Servicios**

- Conocer servicios de Amazon Web Services
- Storage AWS
- Herramientas para detectar fallas

### **Módulo VI: Instalación y configuración de un Router Virtual para nubes**

- Adquirir el conocimiento necesario para la instalación de un router virtual para nubes popular en la industria.
- Activar servicios de comunicación del Router
- Comunicar máquinas virtuales a través del Router-Gateway

#### **4.1.8 Material docente**

Se generó material docente como apoyo para las clases teóricas y practicas, gran parte de este material fue recopilado de la bibliografía respectiva y del presente trabajo, esto con el objetivo natural de poseer material para las presentaciones y así conseguir la atención del alumno, y generar un apoyo al

instructor de la materia. El orden del material sigue la lógica de las unidades programáticas.

#### 4.1.8.1 Diapositivas

Se creó un set de diapositivas con el contenido necesario como soporte al presentador del curso con el objetivo didáctico pertinente, parte de este material puede ser modificado si se requiere. En la Figura 22 podemos apreciar parte de este material.

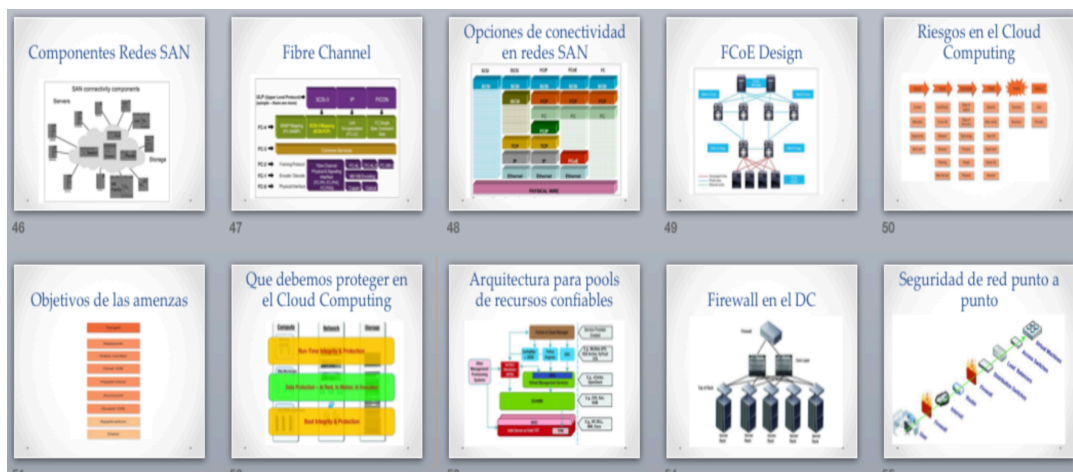


Figura 12 Diapositivas con el contenido de las clases teóricas

#### 4.1.8.2 Guías de laboratorio

Se generaron cinco (5) guías de laboratorio con diversos contenidos enfocados a software de nubes, tanto sistemas operativos como funciones de red virtualizadas, cada uno de estos laboratorios fueron puestos a pruebas lógicamente para comprobar el tiempo de implementación y así mismo el propio funcionamiento de los estos. En un principio se realizó la implementación de un servidor Ubuntu con OpenStack para muestra de los estudiantes del curso. La Figura 23 muestra parte del cuerpo de dichas guías de laboratorios.



31-05-15 6:26 PM

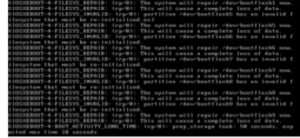
**Guía Laboratorio configuración de instancias en OpenStack con la herramienta TryStack**

La siguiente practica de laboratorio tiene los siguientes objetivos:

- 1.- Repasar la arquitectura de OpenStack
- 2.- Comparar OpenStack con AWS (similitudes)
- 3.- Configuración de un red
- 4.- Configuración de grupos de seguridad
- 5.- Generación de la clave pública
- 6.- Puesta en marcha de una instancia

En esta práctica utilizaremos la plataforma TryStack la cual es un SandBox para probar OpenStack, este fue creado por la comunidad con apoyo de empresas privadas.

Lo primero que debemos hacer es pedir autorización para usar la herramienta por lo cual iremos a la pagina oficial <http://trystack.org/> y hacemos clic en pedir autorización en el grupo de Facebook.



Una vez tengamos los datos de la siguiente imagen la imagen ya estará instalada y procederá a realizar autoconfiguraciones



Como en todos los Routers Cisco, la IOS está lista para usar una vez salga el dialogo de configuración. Y Teclamos no , para poder realizar la configuración manualmente.



En cuestión de horas deberíamos tener acceso. Entramos al grupo y verificamos



Una vez tengamos acceso hacemos login en trystack y de esta forma entramos al dashboard de OpenStack.



Si hacemos un Show running-config podemos ver la interfaz de Magmi-intf



Con el show platform podemos verificar el tipo de sistema.



Ahora apagamos la VM y activamos el modo DHCP para que la maquina tome una dirección IP con conexión al mundo exterior o internet.



Como siguiente paso, prendemos una VM con Ubuntu y con dirección IP en la misma red y podemos hacerle Ping.

Para guardar la configuración de la maquina virtual debemos tipiar los siguientes comando:

- Router#config terminal Router(config)#no service config Router(config)#exit
- Router#copy running-config startup-config

Figura 13 Guías de Laboratorio

### 4.1.8.2 Controles evaluativos

Para la aprobación del curso se estima necesario realizar al menos dos controles para cubrir la materia teórica. Dicho lo anterior, da razón a la elaboración de dos controles de evaluación para poder evaluar a los estudiantes, en los cuales se cubre toda la teoría dada en clases, con preguntas orientadas a dar respuestas de desarrollo por lo cual en una misma pregunta se podrán cubrir varios temas al mismo tiempo. En la Figura 24 se muestra el ejemplo de cada control.

Primer control Cloud Computing	Segundo control Cloud Computing
<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Explique que se entiende por Cloud Computing y cuales son sus beneficios (1 punto)</li> <li>2- Cuales son los 3 modelos de servicios en el Cloud Computing y explique cada uno de ellos. (1 punto)</li> <li>3- Explique que se entiende por virtualización y cuales son sus beneficios. (1 punto)</li> <li>4- Cuales son los tipos de virtualización que existen (1 punto)</li> <li>5- Cuales son los tipos de nubes comúnmente usados y nombre las diferencias entre estos. (1 punto)</li> <li>6- Que se entiende por Cloud Broker (1 punto)</li> <li>7- Según su criterio cuales son las desventajas del Cloud Computing como modelo de servicios. (1 punto)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿ Por qué están importante OpenStack como modelo de referencia en sistemas operativos de nubes? (1 punto)</li> <li>2. Explique las diferencias entre Fibre Channel, FCoE e iSCSI. (1 punto)</li> <li>3. Comente y explique cuales son los módulos mas importantes de OpenStack (módulos base) (1 punto)</li> <li>4. Cuales son los componentes mas importantes a tomar en cuenta al diseñar una solución de Cloud Computing (nivel infraestructura) (1 punto)</li> <li>5. Que entiende ustedes por Intercloud y en que se diferencia de Amazon Web Services (1 punto)</li> <li>6. ¿Es OpenStack un modelo de servicios del tipo IaaS , PaaS o SaaS? Explique (1 punto)</li> <li>7. Que diferencia existe entre el Control plane y el Data plane en el contexto de las SDN. (1 punto)</li> </ol>

**Figura 14** Control 1 y 2 para el curso de Cloud Computing

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En el presente capítulo se discute la información presentada en los resultados, los cuales naturalmente se obtuvieron a través de un proceso de aprendizaje previo, experiencia profesional y búsqueda de información actualizada, así como la puesta en marcha de pruebas de diversas fuentes de información y software de laboratorios, obteniendo así las experiencias prácticas definitivas.

#### **4.1 Análisis de la Unidad Programática: Teorías del Cloud Computing**

Debido al rápido cambio que estamos viviendo actualmente en el mundo de las tecnologías de Información, los recursos obtenidos en el presente trabajo se basaron en bibliografía actualizada, esto ya que se pudo apreciar que algunos libros que datan de unos 5 años de antigüedad no poseen el enfoque actual del mercado, así como estadísticas obsoletas. Como fuente de libros se tomó como preferencia [Safaribooksonline.com](http://Safaribooksonline.com) debido que posee una fuente de información con más de 200.000 horas de cursos, libros y videos online de diversas editoriales del mundo, es uno de los bancos de información más grandes de la Internet, el servicio de este es pago, y gracias a esto se logró dar con información actualizada sobre el Cloud Computing.

Es importante comentar que los contenidos de módulos para la unidad programática discutida, se desarrolló siguiendo como ejemplo el índice de los libros más destacados y que son de referencia para distintas universidades, de esta manera se garantiza un orden coherente en el contenido del curso, que poco a poco evoluciona hasta llegar al software per se. Algunos temas que se pueden encontrar en diversos libros se omitieron debido a que el contenido técnico de estos ya se cubren con los requerimientos previos que deben tener los alumnos con respecto a las redes de comunicaciones, teorías de la Internet y conocimientos básicos en virtualización y data centers. La orientación del curso no pretende hacer expertos a los alumnos sino más bien conocedores nivel profesional.

El curso presentó una estructura de aprendizaje basado en competencias por módulos, con la idea de que el estudiante no sólo maneje conceptos teóricos y prácticos, si no que al mismo tiempo pueda obtener conocimiento sobre cómo aplicarlo a la vida diaria y laboral. La componente teórica del curso, contempla seis (6) temas divididos en nueve (9) clases teóricas de dos (2) horas académicas cada clase. Las clases teóricas se dictarán con material de apoyo basado en presentaciones de aproximadamente dieciocho (18) slides por tema. Para las

preguntas de evaluación, se tomó en cuenta toda la teoría del curso, con preguntas claves de desarrollo donde el alumno pueda opinar su posición respecto al mercado, también se tomó en cuenta como duración tope dos (2) horas para el desarrollo de cada uno de los controles. El curso en su totalidad tiene una duración de cuarenta (40) horas, sumando componente teórica y práctica.

#### **4.2 Análisis de la Unidad Programática: Cloud Computing un enfoque práctico**

La presente unidad programática fue la que tomó más horas en cuanto a investigación y obtención de resultados de la misma, debido a que al momento de búsqueda de dichas prácticas el conocimiento en OpenStack era nulo por lo que debieron obtener conocimientos técnicos en dicho tema. La componente práctica contempló cinco (5) laboratorios de tres (3) horas aproximadamente cada uno.

La instalación de OpenStack se realizó en primer lugar, utilizando como hipervisor de libre distribución Virtual Box, el cual en su momento originó problemas con la búsqueda de memoria en el equipo físico utilizado, motivo por el cual se procedió a la instalación de Ubuntu más OpenStack sobre VMware Workstation 10 lo cual resultó positivo, debido a que VMware WS es un software privado pago, el mismo procedimiento se puso a prueba bajo la plataforma VMware Player que no posee costo asociado y también se obtuvieron resultados positivos al momento de instalar OpenStack, dicho lo anterior se encontró el problema asociado originalmente a la instalación con virtual Box y se construyó la guía de laboratorio basado en Virtual Box más OpenStack sobre Ubuntu 12.4.

La práctica asociada a OpenStack con TryStack.org, requiere por parte del alumno o por el relator, una cuenta de la red social Facebook y pedir permiso en la comunidad de TryStack en Facebook para que el administrador de esta otorgue permisos de acceso al usuario. Por otro lado las practicas asociadas a Amazon Web Services requieren de un usuario para estas, motivo por el cual los alumnos deben poseer una tarjeta de crédito para la obtención de una prueba gratis del producto o el sponsor de dicho curso deberá proveer de una cuenta multiusuario a los alumnos del programa para la realización de dichas practicas de laboratorio.

El laboratorio asociado con Azure no se pudo desarrollar debido a diversos problemas con la página web al momento de tratar de realizar la compra gratuita de una muestra de dicho software, se intentó resolver por medio del Help Desk de Microsoft pero en dicho momento no se llegó a una solución.

### **4.3 Racional económico Cloud Computing y potenciales aplicaciones**

El Cloud Computing presenta un modelo de negocio muy interesante para la variedad de empresas del mercado Chileno actual, sobre todo para las PYME<sup>2</sup> las cuales por ejemplo pueden colocar aplicaciones en la nube sin realizar inversiones para la compra de infraestructura que soporte dichas aplicaciones, dando opciones al área financiera de la compañía en cuanto a como manejar los costos e inversiones. Desde el punto de vista de un proveedor de servicio el Cloud Computing representa un servicio más, el cual pueden ofrecer a sus clientes con distintas modalidades de pagos y servicios, por ejemplo podrían ofrecer infraestructura con un modo de cobro por minutos de uso.

Hoy en día muchas empresas tienen por norma interna realizar renovación de equipos cada cierto tiempo, esto incluye por supuesto infraestructura y software, y con un modelo de Cloud dichas empresas optimizarían sus procesos de renovación de equipos y contratos, traduciéndose así a un mayor ingreso anual y un menor gasto de los departamentos de IT. De todas formas, siempre se recomienda realizar el cálculo de gastos que va a generar el pago de servicios de Cloud vs Inversión en compra de equipos .

Las aplicaciones del Cloud Computing son muy variadas, desde su aplicación en Smart Cities para el procesamiento de datos en tiempo real, alojar plataformas de Big Data, gestionar y almacenar datos, así como también llega a jugar un rol importante en el Software Defined Networking en donde podemos alojar el plano de control en la Nube, incluso los equipos de Meraki de Cisco Systems [20] ya utilizan la nube para este tipo de soluciones.

### **4.4 Validación del contenido del curso**

La validación de los resultados, se inclina básicamente en mostrar y poner en práctica parte del material del curso, tanto con la comunidad estudiantil como con distintos especialistas ligados al mundo de las tecnologías y especialistas de centros de datos.

#### **4.4.1 Validación por parte de los estudiantes**

Parte del contenido teórico fue presentado a los alumnos del Magíster en Ingeniería en Redes y Comunicaciones (MIRC) de la Universidad de Chile, en el

---

<sup>2</sup> PYME: Pequeñas y Medianas Empresas

cual se tomaron cinco (5) horas en total, divididas en dos (2) horas de contenido teórico y tres (3) horas de contenido práctico. En el contenido teórico se realizó un resumen sobre las tecnologías y los tipos de arquitecturas involucradas en las nubes de procesamiento, pasando así por desde el concepto fundamental, hasta la realización de un práctica con OpenStack.

El contenido práctico mostrado y puesto a prueba con los alumnos del MIRC se basó en la experiencia de laboratorio: Configuración de Instancias en OpenStack con la herramienta TryStack. La receptividad de los alumnos en dicha práctica fue muy positiva y provechosa para validar los resultados, así como para entregar información acerca del método seguido, los alumnos en tres (3) horas finalizaron por completo la práctica de laboratorio.

#### **4.4.1 Validación por parte de los especialistas**

El presente trabajo fue revisado por Luis Roco [22] de Cisco Systems Chile, especialista en tecnologías de Data Center para el Cono sur del continente, el cual ha trabajado en proyectos de centros de datos de gran envergadura en la región. Luis aportó ideas sobre los requerimientos actuales del mercado respecto a la demanda profesional de los departamentos de tecnologías de las empresas y los proveedores de servicios. Parte de estas conjeturas fue el agregar las tecnologías convergentes en la lista de tópicos, debido al auge que presentan los últimos años [23].

También se contó con la participación de David Giner Líder regional de proyectos de Huawei para Europa [24], el cual tuvo la oportunidad de revisar parte del material de los laboratorios y el material teórico, David aportó ideas en cuanto a la modificación de ciertas láminas y parte en la redacción de los laboratorios.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

Producto de la investigación y desarrollo, el presente trabajo contiene la metodología y el material necesario para la realización de un curso teórico y práctico general de Cloud Computing. La metodología del aprendizaje basado en competencias, permitió a los alumnos poner a prueba sus conocimientos teóricos a través de los ejercicios prácticos que simulan el día a día de un administrador de instancias virtuales. A partir de la exitosa puesta en práctica del material creado con los alumnos del programa MIRC de la Universidad de Chile en varias sesiones de prueba, se logró comprobar que el material cumplió con las expectativas e intereses del grupo en general.

La enseñanza del Cloud Computing logra exponer distintos tópicos tecnológicos en un mismo contexto, motivo por el cual el material creado contiene recursos no solo del ámbito de la comunicaciones, sino también de las tecnologías de información, ingeniería de software y sistemas.

El estudio de OpenStack como sistema operativo de nubes, ofreció una fuente de conocimientos teóricos y prácticos importantes, debido a la gran cantidad de información disponible en la comunidad de código abierto, es por ello que se eligió este sistema operativo como modelo de estudio para el entendimiento de los sistemas operativos de nubes, además de agregar la ventaja de no tener costo asociado, motivo por el cual es el software predilecto en las prácticas de laboratorio.

Es importante destacar que OpenStack sigue evolucionando y con cada *release* llegan componentes nuevos, es por ello que el material creado se enfoca en los tres pilares fundamentales: almacenamiento, cómputo y redes, además se recomienda actualizar el material al menos con cada *release* del sistema, por los cambios en el dashboard de la herramienta. Como recomendación a las personas que pretenden hacer uso del presente material ya sea con un objetivo docente o de dar continuación al mismo, se insta a la actualización del material, ya que el Cloud Computing como concepto no cambiará con el pasar de los años pero sí muy posiblemente las tecnologías que lo componen.

Así mismo el presente trabajo insta a dar continuidad a trabajos futuros como la elaboración de un curso avanzado de Cloud Computing, en donde los alumnos puedan analizar en detalle cada una de las componentes de modelo de negocio y desarrollo de un producto de cara a la industria. Los Avances del Cloud Computing abrieron una ventana a un nuevo campo de estudio, a un nuevo ecosistema de soluciones para empresas pública y privadas, y el trabajo realizado

tiene como fin aportar una base de estudio teórica y práctica para la presente y futura generación de profesionales del país.



## BIBLIOGRAFIA

- [1] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Subsecretaría de Telecomunicaciones. (2015, Jan.) subtel.gov.cl. [Online].  
[http://www.subtel.gob.cl/attachments/article/5467/Presentaci%C3%B3n\\_Calidad\\_08ene2015\\_v8\\_mtt.pdf](http://www.subtel.gob.cl/attachments/article/5467/Presentaci%C3%B3n_Calidad_08ene2015_v8_mtt.pdf)
- [2] Cisco Systems. (2015, Feb.) cisco.com. [Online].  
<http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/service-provider/vni-service-adoption-forecast/index.html>
- [3] Thomas Erl, Ricardo Puttini, and Zaigham Mahmood, *Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture*, Mark L. Taub, Ed. Estados Unidos: Prentice Hall.
- [4] John McCarthy. (NA, NA) history-computer.com. [Online]. <http://history-computer.com/ModernComputer/Software/LISP.html>
- [5] Barrie Sosinsky, *Cloud Computing Bible*, Stephanie McComb, Ed. Indianapolis, Estados Unidos: Wiley Publishing, Inc., 2011.
- [6] Timothy Grance Peter Mell. (2011, July) NIST. [Online].  
<http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>
- [7] Matthew Vandenbeld and Jonathan McDonald, *VCA-DCV Official Cert Guide: VMware Certified Associate - Data Center Virtualization*, Joan Murray, Ed.: VMware Press, 2014.
- [8] Server pronto. Serverpronto. [Online]. <https://www.serverpronto.com/virtual-dedicated-server.php>
- [9] Gartner Inc. (2015) aws.amazon.com. [Online]. <https://aws.amazon.com/es/resources/gartner-2015-mq-learn-more/>
- [10] OpenStack ORG. www.OpenStack.org. [Online]. <https://www.openstack.org/software/>  
]
- [11] Openstack community. openstack.org. [Online].  
] <https://www.openstack.org/themes/openstack/images/software/openstack-software-diagram.png>
- [12] OpenStack community. (2015, May) <http://docs.openstack.org/>. [Online].  
] <http://docs.openstack.org/icehouse/training-guides/content/operator-getting-started.html>
- [13] matiu0nz. www.youtube.com. [Online]. [https://www.youtube.com/watch?v=o41T-wct\\_nA](https://www.youtube.com/watch?v=o41T-wct_nA)  
]

- [14 John Raul OlivaCuevas, "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CURSO Y UN ] LABORATORIO DE SERVICIOS SOBRE ACCESO LTE Y PACKET CORE IMS ," Universidad de Chile, Santiago, Tesis 2012.
- [15 Alvaro Andres Cea Campos, "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CURSO TEÓRICO Y ] DE UN LABORATORIO SOBRE CALIDAD EN REDES 3G Y LTE ," Universidad de Chile, Santiago, Tesis 2013.
- [16 Patricio Antonio Wolff Rojas, "Diseño e implementación de un curso de servicios sobre Redes ] HFC de Nueva Generación," Universidad de Chile, Santiago, Tesis 2009.
- [17 AURELIO VILLA SANCHEZ and MANUEL POBLETE RUIZ, *APRENDIZAJE BASADO EN ] COMPETENCIAS*. BILBAO: EDICIONES MENSAJERO, 2007.
- [18 Ben Kepes. (2015) RackSpace - Cloudonomics. [Online].  
] [http://broadcast.rackspace.com/hosting\\_knowledge/whitepapers/Cloudonomics-The Economics of Cloud Computing.pdf](http://broadcast.rackspace.com/hosting_knowledge/whitepapers/Cloudonomics-The_Economics_of_Cloud_Computing.pdf)
- [19 Wikipedia. Wikipedia. [Online]. [http://es.wikipedia.org/wiki/Kernel-based\\_Virtual\\_Machine](http://es.wikipedia.org/wiki/Kernel-based_Virtual_Machine)  
]
- [20 Cisco Systems. Meraki. [Online]. <https://meraki.cisco.com/products/architecture/>  
]
- [21 Oracle. virtualbox. [Online]. <https://www.virtualbox.org/>  
]
- [22 Luis Roco. LinkedIn.com. [Online]. <https://cl.linkedin.com/in/luisroco>  
]
- [23 Nutanix. (2015) Nutanix. [Online]. <http://www.nutanix.com/press-releases/2015/08/13/gartner-positions-nutanix-in-the-leaders-quadrant-of-the-2015-magic-quadrant-for-integrated-systems/>  
]
- [24 David Giner. linkedin.com. [Online]. <https://es.linkedin.com/in/davidginer>  
]

## **CAPITULO VII**

### **ANEXOS**

#### **ANEXO I**

##### **ANEXO I.1 – TERCERAS FIGURAS CLOUD COMPUTING**

###### **Cloud Auditor**

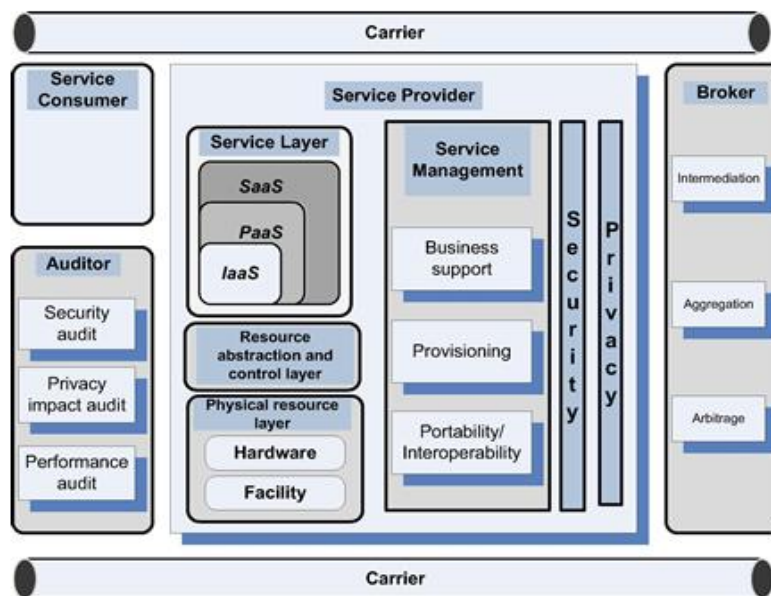
Es un tercero el cual debería estar acreditado, que lleva a cabo evaluaciones independientes el cual se convierte en dicho caso en un auditor de nubes. Las responsabilidades típicas asociadas a esta función incluye la evaluación de los controles de seguridad, impactos en la privacidad y rendimientos. El propósito principal de un auditor de nubes es proporcionar una evaluación imparcial y posible aprobación de un entorno de nube, para así ayudar a fortalecer la relación de confianza entre el consumidor y el proveedor de nubes. [3]

###### **Cloud broker**

Su papel es asumido por un tercero el cual asume la responsabilidad de gestionar y negociar el uso de servicios en la nube. Los Cloud broker ofrecen servicios de intermediarios, agregación y arbitraje.

###### **Cloud Carrier**

Es el responsable del suministro de conectividad, básicamente es el proveedor de conexión entre el Cloud consumer y el Cloud provider, este rol es generalmente asumido por proveedores de redes de telecomunicaciones. [3]



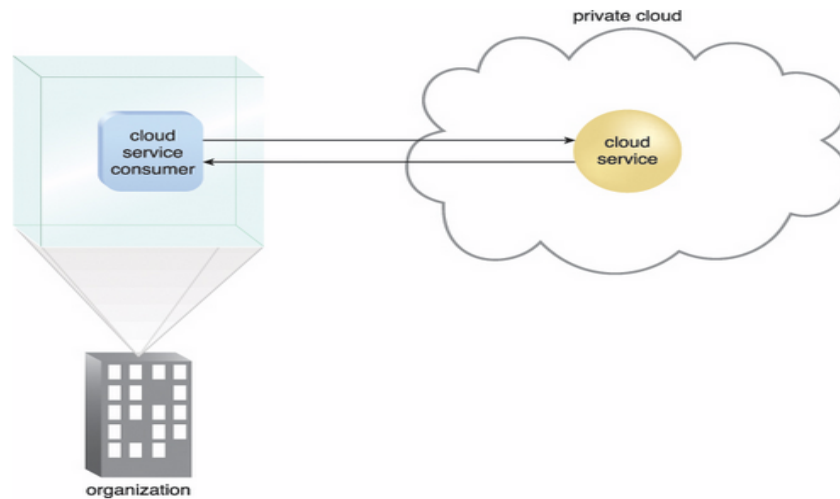
**Figura 15** Roles en el Cloud Computing

## ANEXO I.2 – TIPOS DE NUBES

### Nube privada

En este tipo de nube todos los recursos se encuentran en los espacios físicos del cliente, incluso los usuarios acceden a los servicios vía direcciones IP privadas. La idea de este tipo de nubes es que las empresas puedan alojar sus servicios internos con recursos físicos propios sin compartirlos con otros, y en datacenters geográficamente distantes a las oficinas de dicha empresa.

Para el despliegue de las nubes los encargados del área de IT deben de tener el conocimiento vertical de todas las tecnologías involucradas, desde servidores y redes complejas hasta el desarrollo y puesta en marcha de aplicativos. Es por esto que es conveniente que este tipo de nubes son orientadas generalmente a ser construidas por empresas grandes, y así aprovechar una relación precio/beneficio más adecuado. En este esquema el departamento de IT es el Cloud provider.

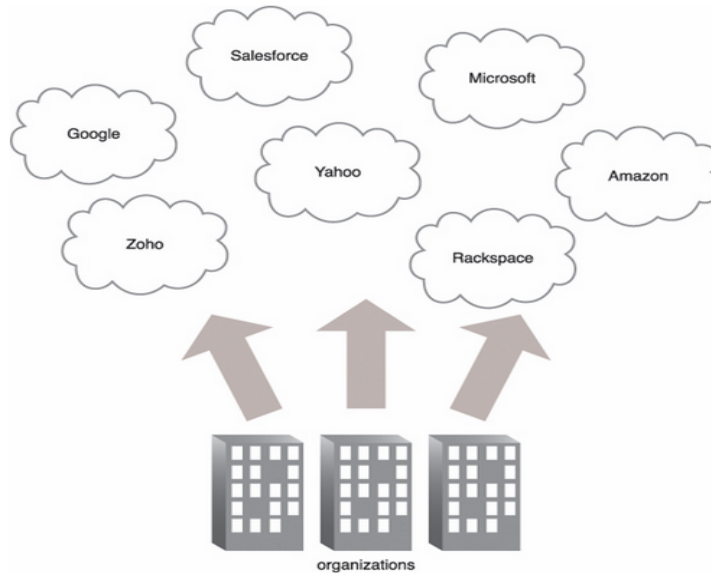


**Figura 16** Diagrama lógico de una nube privada

## **Nube Pública**

Las nubes públicas tienen el objetivo de brindar servicios exclusivamente a través de internet y no en su red local, sus servicios son otorgados por un Cloud provider, a diferencia de las nubes privadas los datos de los usuarios y servicios se guardan fuera de las instalaciones de las empresas, eliminando la necesidad de espacios físicos para datacenters. En este caso la empresa proveedora de la nube se encarga de la gestión de la misma.

Los servicios que ofrecen los Cloud providers no son siempre creados solo para empresas, también para usuarios comunes los cuales no desean instalar programas o guardar sus datos a nivel local, la nube ofrece una alternativa, ofreciendo arriendo de espacios para datos de forma gratuita o paga, así como también ofrecer aplicaciones en tiempo real sin instalación de software.



**Figura 17** Nube pública

### **Nube Híbrida**

Este tipo de nube como su nombre lo indica es una combinación de la nube pública con la nube privada, en pocas palabras los servicios o información de una empresa se encuentran en ambas nubes, dando a los departamentos de IT, herramientas complejas o especializadas en la nube pública, y servicios menos complejos en la nube privada.

La ventaja de este tipo de nube es que los datos más sensibles pueden estar guardados dentro de la empresa o con respaldo en una nube pública. Así como contar con un respaldo de recursos en caso de una falla en los recursos locales en la organización.

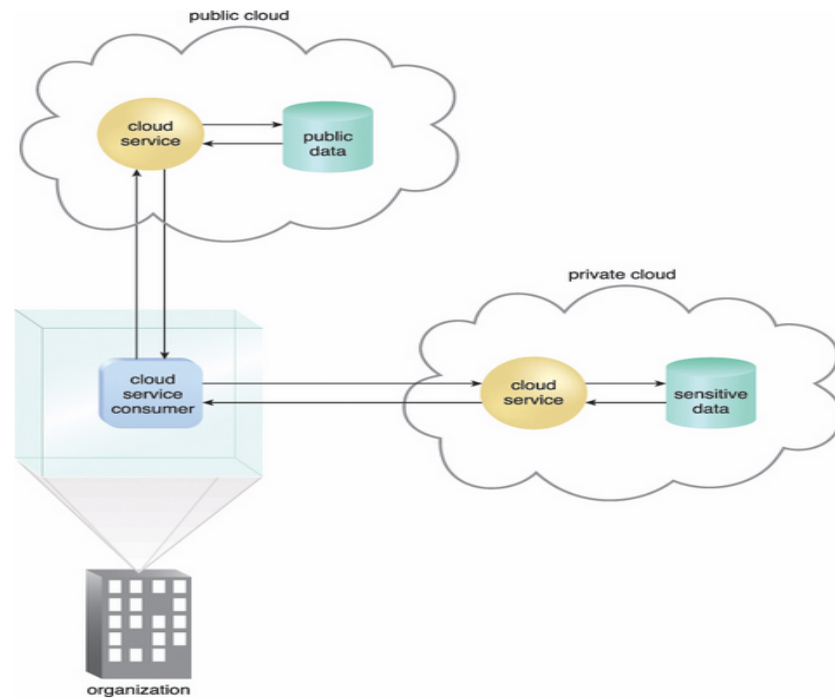


Figura 18 **Funcionamiento lógico de una nube híbrida**

## **ANEXO I.3 – VIRTUALIZACIÓN**

Entender y manejar el concepto de virtualización es vital, para la construcción de cualquier tipo de nube. Gracias al avance de virtualización de recursos, se dio paso al mundo del Cloud que conocemos en la actualidad. Gracias a esto podemos compartir los recursos de hardware entre varios servidores virtuales, ya sea sobre un sistema operativo de host, bare-metal o un sistema operativo de nubes, utilizando un software de virtualización en estos.

### **KVM**

KVM es una solución para implementar virtualización completa con Linux. Está formada por un módulo del núcleo (con el nombre `kvm.ko`) y herramientas en el espacio de usuario, siendo en su totalidad software libre. El componente KVM para el núcleo está incluido en Linux desde la versión 2.6.20. KVM permite ejecutar máquinas virtuales utilizando imágenes de disco que contienen sistemas operativos sin modificar. Cada máquina virtual tiene su propio hardware virtualizado: una tarjeta de red, discos duros, tarjeta gráfica, etc. KVM fue creado, y está mantenido, por Qumranet. [19]

Para la instalación de las máquinas virtuales es necesario que el procesador físico soporte virtualización (en Intel nombrado VT-x y en AMD nombrado AMD-V), hoy en día la mayoría de los procesadores del mercado poseen esta característica.

### **Oracle Virtual Box**

Es una herramienta de virtualización de arquitecturas x86 para empresas pequeñas con bajos requerimientos o uso personal, es de licencia GPL, por lo cual su uso es gratuito. Para correr este programa es necesario contar con un sistema operativo como Windows, Linux, Solaris, MAC OS etc. Ya que no se puede instalar de forma directa sobre el servidor (bare-metal), resulta un poco ineficiente para entornos de virtualización de alto nivel.

Es ideal para realizar pruebas de laboratorios de bajo requerimientos, en notebooks, o cualquier otro tipo de computador personal. [21]

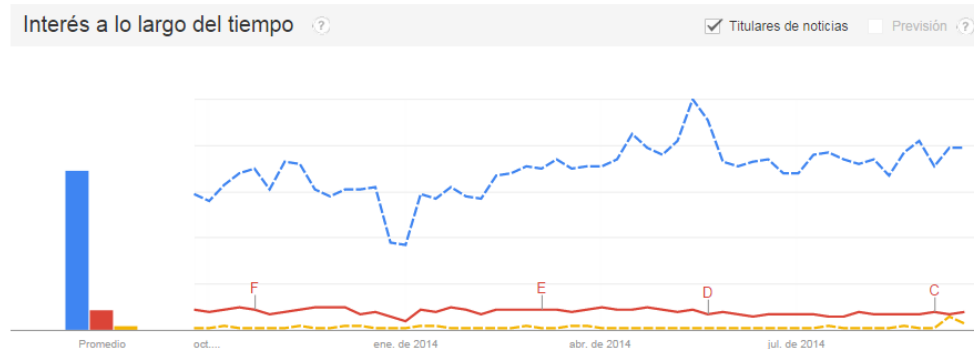


## ANEXO I.4 – RELEASES DE OPENSTACK

OpenStack cuenta con varios reléase hasta la fecha, para Julio de 2014 OpenStack se encuentra en el Release 9, bautizado bajo el nombre de ICEHOUSE. Antes de este Release poco a poco se fue perfeccionando la arquitectura del este grandioso OS. Los Release de OpenStack han sido los siguientes:

- Juno – Estable, soportado- Oct 16, 2014
- Icehouse – Estable, soportado- Apr 17, 2014
- Havana – Seguridad soportada – Oct, 2013
- Grizzly – End of Life- Apr 4, 2013
- Folsom – End of Life- Sep 27, 2012
- Essex- End of Life – Apr 5, 2012
- Diablo- End of Life – Sep 22, 2011
- Cactus – End of Life- Apr 15, 2011
- Bexar- End of Life- Feb, 2011
- Austin – End of Life- Oct, 2010

Estudiar los componentes más importantes de Openstack es una buena práctica para entender cómo funciona un Sistema Operativo para nubes. Las empresas están haciendo uso de OpenStack ya sea para mejorarlo y vender versiones Enterprise o para dar servicios de Cloud a otras empresas. De hecho realizando una pequeña búsqueda en Google Trends (Herramienta de análisis tendencias en el motor de búsqueda de Google), colocando los SO de licencia abierta más conocidos, en la figura 11 podemos observar una tendencia importante hacia el interés de OpenStack, la ciudades con más búsquedas de dicho término son: Palo Alto, Mountain View y Sunnyvale, donde se encuentran las oficinas principales de las mayores empresas de IT del mundo., OpenStack en azul.



**Figura 19** Estadísticas de uso OpenStack (Google Trends)

## **ANEXO 1.5 – ARQUITECTURA DE OPENSTACK**

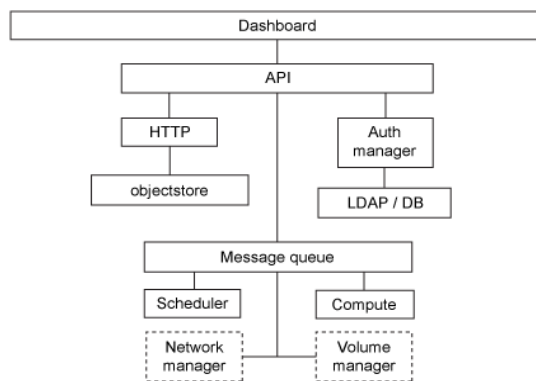
### **Nova**

Es el módulo de cómputo, y por ende posee la distribución más grande del resto de los módulos. Es el controlador de toda la nube, inicia múltiples máquinas virtuales en un mismo hardware, esto permite crear redundancia y una nube escalable. Provee el software, las APIs y paneles de control requeridos para orquestar un ambiente de cloud. [10]

Para iniciar máquinas virtuales Nova necesita de al menos un hipervisor, por defecto al instalar Nova el más popular y que se instala por defecto es QEMU (Quick Emulator) y KVM si estamos entorno Linux, pero también podemos hacer uso de VMWare ESX/ESXi.

### **Arquitectura de Nova**

- **Dashboard:** Es la interfaz web por la cual el usuario se comunica con Nova, o sea a través de Horizon. Podemos realizar esta tarea manualmente a través de Nova-API.
- **API:** Es el componente que recibe las peticiones HTTP, convirtiendo estas peticiones en comandos.
- **Authorization Manager:** Toda solicitud requiere de un nivel de autenticación, esto para aislar los permisos de las instancias entre sí, este componente recibe las credenciales de uso de los usuarios a través de Keystone y cualquier detalle extra se lo pedirá a este.
- **ObjectStore:** Es un contenedor de objetos basado en HTTP, para contener imágenes, puede ser es reemplazado por Glance, cosa que normalmente se hace.
- **Scheduler:** Decide que host obtiene VM.
- **Network manager:** Maneja IP forwarding, puentes de red y Vlans.
- **Compute:** Maneja la comunicaciones entre Hypervisores y VM's.



**Figura 20** Arquitectura de Nova

## Glance

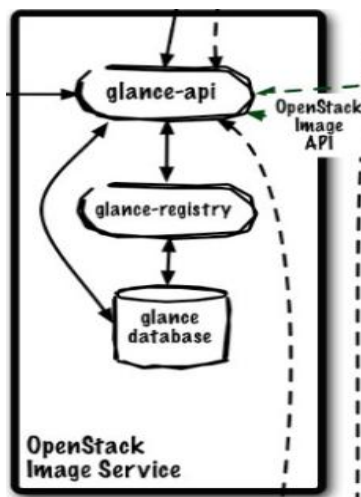
Es un contenedor de imágenes, estas son utilizadas como medio de distribución para sistemas operativos e instancias. Gracias a este contenedor el administrador del sistema o usuario puede elegir qué tipo de imagen necesita. Acá no se guarda el storage. [10]

### Arquitectura de Glance

- **Glance-api:** Es el que acepta los pedidos para la búsqueda, obtención y almacenamiento de imagen, lo hace interactuando con el usuario final a través de comandos o con Horizon.
- **Glance-registry:** Procesa y recupera metadatos de las imágenes.
- **Glance-database:** Base de datos para metadatos de las imágenes.

Las imágenes dentro de la base de datos se manejan con ID para poder diferenciarlas unas de otras. El formato de disco de las imágenes de las VM's pueden ser cualquiera de las siguientes:

- Raw
- VHD
- Vmdk
- Vdi
- ISO
- AKI
- AMI
- Otras menos populares.



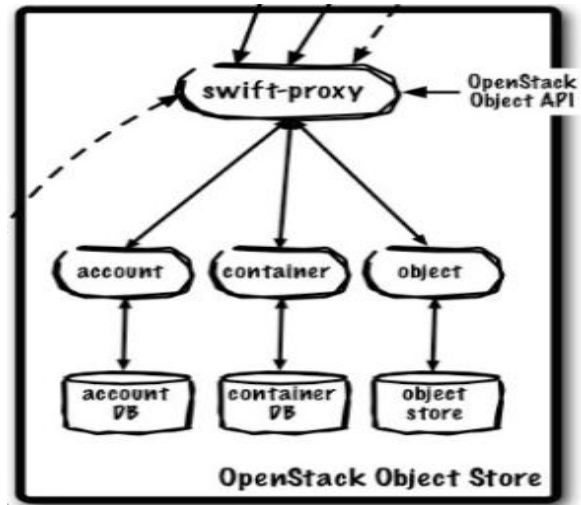
**Figura 21** Funcionamiento lógico Image Service

## Swift

Es el módulo de Openstack encargado de contener objetos, o sea contener entidades de información que no son organizados jerárquicamente, de esta forma se puede manejar metadatos, o grandes volúmenes de datos, dado que no deben ser manejadas convencionalmente, cuando necesitamos esos datos el sistema los busca gracias a un identificador de datos, el usuario no necesita saber la ubicación física del objeto, estos se guardan en múltiples discos del datacenter, swift asegura la integridad de los datos. Se puede usar para guardar imágenes de Virtual machines, copias de seguridad y archivos. [10]

### Arquitectura de Swift

- Swift-proxy: Es una interfaz unificada para dar acceso al resto de la arquitectura interna de Swift, de esta manera agrega seguridad y unificación de los componentes internos sin aceptar peticiones directas de algún servidor o módulo, una vez aceptada estas peticiones, puede crear contenedores, subir archivos o modificar metadatos.
- Object-Server: Es un servidor, que se encarga de cargar, modificar y recuperar objetos o archivos, almacenados en los dispositivos que gestiona. Los objetos son almacenados en el sistema local de archivos usando atributos extendidos para contener metadatos.
- Container-Server: Es esencialmente un directorio de objetos.
- Account-Server: Como su nombre lo indica, es un servidor o base de datos que se encarga de administrar cuentas mediante el uso del object store services. Opera similar al container server el cual proporciona listados, en este caso enumerando los contenedores y asociándolos a una cuenta.



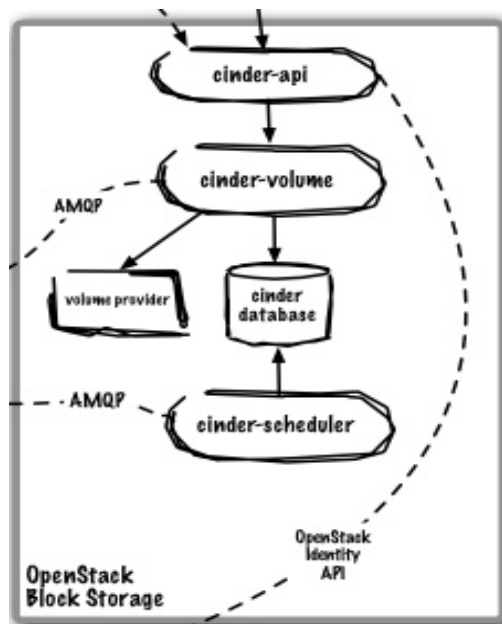
**Figura 22** Arquitectura de almacenamiento (Swift)

## Cinder

Provee almacenamiento como servicio a Openstack, a diferencia de Swift, Cinder interactúa directamente con Nova, ya que presenta recursos de almacenamiento a usuarios finales que son consumidos por Nova al gestionar las VM's. Era un componente interno de Nova, llamado nova-volume, y se convirtió en un proyecto independiente desde el release Folsom. [10]

### Arquitectura Cinder

- **Cinder-API:** Es el componente que recibe las peticiones HTTP, convierte a comando estas instrucciones y comunica con otros componentes vía Queue o HTTP.
- **Volume:** Gestiona dinámicamente bloques de dispositivos.
- **Database:** Base de datos SQL para almacenamiento de datos, es usado por todos los componentes.
- **Scheduler:** Decide cual host recibe cada volumen.



**Figura 23** Diagrama lógico Cinder

## Neutron

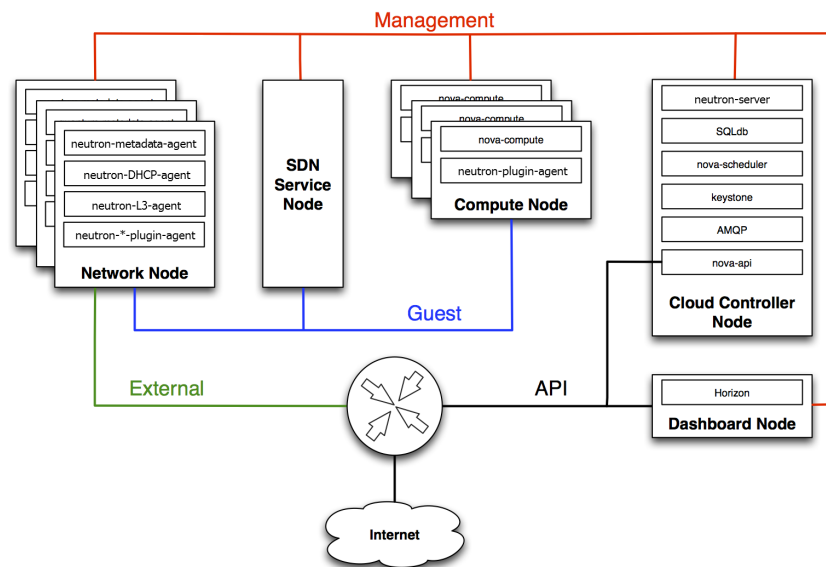
Es el componente que maneja el servicio de networking, nos permite crear switches virtuales, Vlan's, manejo de direcciones IP públicas y privadas. Es un servicio "Standalone" Nova interactúa con Neutron al igual que el resto de los componentes, a través de API's. La comunidad OpenStack ha creado diversos "plugins" para Neutron, de esta manera se pueden crear: LBaaS (Load-balancing as a services), VPN-as-a-service, virtual Layer 2, Layer 3 etc. [10]

Neutron puede hacer uso de Open Vswitch como plug-in de Core, el cual es un servicio Open source, de virtualización de software de switching. (Switch virtual).

Neutron es uno de los componentes más importantes para despliegue de OpenStack en operadores convergentes, esto debido a que es por este que los clientes se comunicarán con sus servicios remotos arrendados, y es de vital importancia mantener un orden de direccionamiento IP y tener claro que tipos de direccionamiento usa Openstack para uso interno de los componentes, para la comunicaciones entre las Virtual Machines y el mundo exterior.

Antes de entrar en detalle con la arquitectura es importante dejar plasmados los siguientes conceptos, a cerca de los servicios que ofrece Neutron:

- **Management network:** Esta red es usada para comunicaciones internas entre los distintos componentes de OpenStack, recordando que cada uno trabaja por separado. El direccionamiento IP usado en esta red solo debe ser alcanzable dentro del data center y pertenece al dominio de gestión de seguridad.
- **Guest Network:** Esta red comunica a las máquinas virtuales dentro de la nube, el direccionamiento IP depende del tipo de Plug-in usado. Esta red pertenece al dominio de seguridad Guest.
- **External network:** Esta red se encarga de proveer acceso a internet a las máquinas virtuales, el direccionamiento IP en este punto debe ser poder alcanzado por cualquier persona en la Internet o sea una dirección IP pública como tal. Esta red pertenece al dominio de seguridad público.



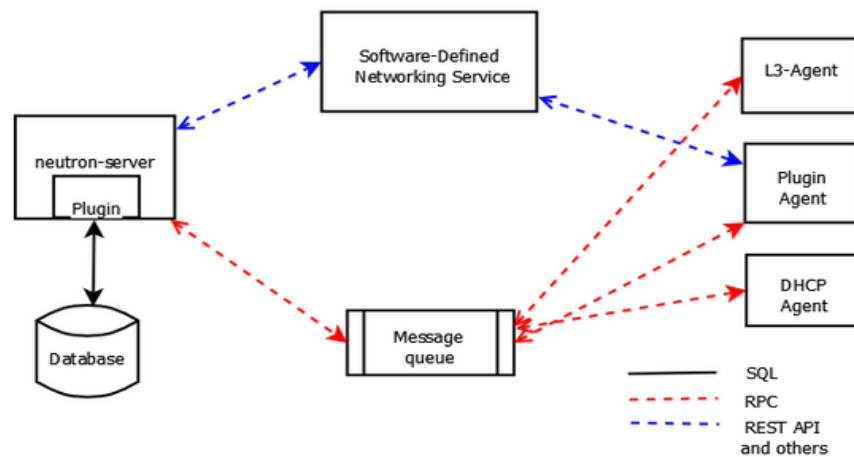
**Figura 24** Diagrama Lógico Neutron

## Arquitectura Neutron

- **Server:** Es un servicio que acepta las peticiones de las API y para luego enviarlas al plug-in correspondiente dependiendo del objetivo.
- **Plugins/agents:** Tienen el trabajo de conectar o desconectar puertos virtuales, crear redes y sub-redes. Esos Plugins son diferentes por cada vendor y tecnología usada cuando los conectamos al mundo exterior con

distintos appliances. Corren en cada nodo de cómputo creado, para gestionar los switches virtuales.

- **L3 agent:** Provee capa 3 a los nodos, y a la vez servicio de NAT para enviar y recibir información de redes externas. Su uso es opcional.
- **DHCP agent:** Ofrece servicios de asignación de IPs a las distintas instancias.
- **Queue:** Intercambia la información entre los distintos componentes de Neutron.
- **Database:** Guarda las configuraciones y cambios hechos.



**Figura 25** Arquitectura Neutron

## Keystone

Provee un único punto de integración de políticas, esto significa que todos los módulos deben interactuar con Keystone. Todo servicio de multiusuario debe usar servicios para identificar quien o que tiene permisos para usar ciertos recursos, en el caso de Openstack es Keystone. Maneja todo lo relacionado a gestión de permisos a todo nivel.