



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

FACULTAD DE ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: Implementación de una plataforma virtual basada en software libre para que los estudiantes de Maestría de la Universidad Tecnológica Israel puedan acceder a un equipo personalizado de cómputo desde cualquier lugar, las 24 horas del día.

AUTORA: Patricia Chamorro Jiménez

TUTORA: Ing. Tannia Mayorga Mg.

2015

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Titulación certifico:

Que el Trabajo de Titulación “Implementación de una plataforma virtual basada en software libre para que los estudiantes de Maestría de la Universidad Tecnológica Israel puedan acceder a un equipo personalizado de cómputo desde cualquier lugar, las 24 horas del día”, presentado por la señorita Patricia Alexandra Chamorro Jiménez, CI 0401279930 estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y certificación.

Quito D.M. Enero del 2015

TUTORA

Ing. Tannia Mayorga Mg.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El abajo firmante en la calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, declara que los contenidos de este Trabajo de Titulación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del Investigador.

Quito D.M. Enero del 2015

Patricia Alexandra Chamorro Jiménez

C.I. 0401279930

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban el Trabajo de Titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para Títulos de Pregrado.

Quito D.M. Enero del 2015

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

PRESIDENTE

MIEMBRO 1

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

A mi familia, de manera especial a Alicia y Aníbal, mis padres, quienes han desempeñado su papel de tutores y guías demostrando apoyo y amor en cada etapa de mi vida.

A mis profesores y compañeros de la Ulsrael, por las innumerables horas de clases o tertulias, alimentando conocimientos, ideas y sueños para un mejor presente y futuro de esta grandiosa Nación.

A mis amigos, por su alegría, la energía que hace mover al mundo.

DEDICATORIA

Al amor más extraordinario del universo, aquel que sólo proviene del corazón de Dios; porque cuando di un paso para encontrarlo, Él dio dos para encontrarme.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	I
Aprobación del tutor.....	II
Autoría del trabajo de titulación	III
Aprobación del tribunal de grado.....	IV
Agradecimiento.....	V
Dedicatoria.....	VI
Índice de contenidos.....	VII
Índice de figuras.....	X
Índice de tablas.....	XIII
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Problema investigado	2
CAPÍTULO I: Fundamenación teórica	5
1.1 Introducción	5
1.2 Virtualización	5
1.2.1 Concepto	5
1.2.2 Beneficios y desventajas	5
1.2.3 Elementos.....	7
1.2.4 Métodos.....	8
1.3 Virtualización con Software Libre	9
CAPÍTULO II: Diagnóstico del problema estudiado.....	11
2.1 Introducción.....	11
2.2 Diagnóstico del problema	11
2.2.1 Definición del problema	11
2.2.2 Delimitación del problema	11

2.3	Objetivos	12
2.3.1	Objetivo Principal	12
2.3.2	Objetivos Secundarios.....	12
2.4	Hipótesis.....	13
2.5	Población y Muestra	13
2.6	Metodología.....	13
2.6.1	Métodos generales utilizados en el Trabajo de Titulación	13
2.6.2	Técnicas de investigación utilizadas en el Trabajo de Titulación	14
2.6.3.	Tabulación y análisis de datos	15
2.6.4.	Conclusiones y Recomendaciones	15
2.7.	Resultados obtenidos	15
CAPÍTULO III: Presentación de los resultados.....		15
3.1	Introducción.....	16
3.2	Análisis y definición de la plataforma virtual	17
3.2.1	Arquitectura Unhosted o Virtualización Completa	17
3.2.2	Arquitectura Hosted o de Sistema Operativo / Paravirtualización	18
3.3	Proxmox	20
3.3.1	Características.....	20
3.3.2	Arquitectura	21
3.3.3	Requerimientos	22
3.4	Tabulación y análisis de los datos obtenidos.....	22
3.4.1	Pregunta1	23
3.4.2	Pregunta 2.....	24
3.4.3	Pregunta 3.....	25

3.4.4 Pregunta 4.....	26
3.5 Diseño e implementación de la plataforma virtual	27
3.5.1. Requerimientos específicos para usuarios	27
3.5.2. Requerimientos generales para usuarios	27
3.5.3. Requerimientos de hipervisor	28
3.5.4. Requerimiento total de recursos de hardware.....	28
3.5.5. Componentes	29
3.5.6. Diagrama General	30
3.6 Implementación de plataforma de escritorios virtuales	31
3.6.1 Instalación de Proxmox VE.....	31
3.6.2 Configuración de Proxmox	34
3.7 Análisis económico.....	51
3.7.1 Situación actual.....	51
3.7.2 Situación esperada.....	53
3.7.3 Comparación de costos.....	56
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	63
Anexo1.....	63
Anexo 2	64
Anexo 3	69
Anexo 4.....	77
Anexo 5.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Sistema invitado-anfitrión.....	7
Figura 1-2: Virtualización Completa	8
Figura 1-3: Virtualización por Sistema Operativo	8
Figura 1-4: Paravirtualización.....	9
Figura 3-1: Arquitectura Proxmox.....	22
Figura 3-2: Resultados de pregunta 1	23
Figura 3-3: Resultados de pregunta 2	24
Figura 3-4: Resultados de pregunta 3	25
Figura 3-5: Resultados de pregunta 4.....	26
Figura 3-6: Servidor HP Proliant Microserver G8	29
Figura 3-7: Diagrama general de la plataforma virtual	30
Figura 3-8: Booteo desde imagen Proxmox	31
Figura 3-9: Acuerdo de uso Proxmox.....	31
Figura 3-10: Características del ambiente Proxmox.....	32
Figura 3-11: Selección de ubicación y zona horaria.....	32
Figura 3-12: Configuración de contraseña	33
Figura 3-13: Configuración de red.....	33
Figura 3-14: Instalación de Proxmox.....	34
Figura 3-15: Instalación completa	34
Figura 3-16: Acceso a consola Web de administración.....	35
Figura 3-17: Mensaje de subscripción.....	35
Figura 3-18: Creación de conjunto o Pool.	36
Figura 3-19: Nombre e identificación de VM	36

Figura 3-20: Selección de sistema operativo	37
Figura 3-21: Selección de imagen.....	38
Figura 3-22: Tamaño, ubicación y forma de disco.....	38
Figura 3-23: Número de procesadores y núcleos.....	39
Figura 3-24: Asignación de RAM.....	39
Figura 3-25: Características de red	40
Figura 3-26: Resumen de configuración	41
Figura 3-27: Conversión a plantilla.....	41
Figura 3-28: Ícono de plantilla	42
Figura 3-29: Clonación de máquina virtual.....	42
Figura 3-30: Características de clonación	43
Figura 3-31: Ícono de arranque de una máquina virtual.....	43
Figura 3-32: Consola gráfica para máquinas virtuales	44
Figura 3-33: Inicio de sesión en escritorio virtual	44
Figura 3-34: Conexión de red dentro de escritorio virtual.....	44
Figura 3-35: Panel de conexiones de red Ubuntu.....	45
Figura 3-36: Configuraciones Ethenet Ubuntu	45
Figura 3-37: Localización de Terminal Ubuntu	45
Figura 3-38: Edición de /etc/hostmane.....	46
Figura 3-39: Edición de/etc/ host.....	46
Figura 3-40: Reinicio de escritorio virtual	47
Figura 3-41: Localización de cuentas de usuario Ubuntu.....	47
Figura 3-42: Desbloqueo de usuario administrador.....	47
Figura 3-43: Autenticación de cuenta de administrador	48

Figura 3-44: Creación de nueva cuenta de usuario.....	48
Figura 3-45: Cambio de contraseña de usuario	49
Figura 3-46: Inicio de sesión de escritorio virtual	49
Figura 3-47: Escritorio virtual con aplicaciones y utilitarios.	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1- Beneficios y desventajas de la virtualización.....	6
Tabla 1-2 Sistemas de virtualización en software libre.....	9
Tabla 3-1 Arquitecturas Unhosted.....	17
Tabla 3-2 Arquitectura Hosted.....	18
Tabla 3-3 Comparativa entre Proxmox y OpenVZ.....	19
Tabla 3-4 Tabulación de pregunta 1.....	23
Tabla 3-5 Tabulación de pregunta 2.....	24
Tabla 3-6 Tabulación de pregunta 3.....	25
Tabla 3-7 Tabulación de pregunta 4.....	26
Tabla 3-8 Requerimientos mínimos de hardware para Ubuntu 14.04	27
Tabla 3-9 Cantidad de usuarios de plataforma virtual	27
Tabla 3-10 Recursos de hardware para 26 usuarios.....	28
Tabla 3-11 Recursos de hardware para Proxmox.....	28
Tabla 3-12 Recursos de hardware para plataforma virtual.....	28
Tabla 3-13 Características de servidor host.....	29
Tabla 3-14 Inversión inicial de licencias para laboratorios.....	51
Tabla 3-15 Costo anual de laboratorios.....	52
Tabla 3-16 Inversión inicial de plataforma virtual.....	54
Tabla 3-17 Costos proyectados para laboratorios.....	54
Tabla 3-18 Proyección de gastos hasta 2020 de laboratorios de cómputo para Maestría.....	56

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

El siglo XXI, caracterizado por grandes avances económicos, sociales y tecnológicos, por el representativo mejoramiento de sistemas personalizados con mayor velocidad de procesamiento y con superior capacidad de almacenamiento, tiene como objetivo transformar a la actual sociedad consumista de información, en una sociedad creadora de información, objetivo que se cumplirá cuando las comunicaciones y las leyes permitan a cada individuo crear, modificar, mejorar, compartir sus ideas, investigaciones o proyectos de una manera más ágil y segura a través de la mayor red de comunicación que existe hasta la actualidad: el Internet.

Después que la información ha sido obtenida de una gama extensa de fuentes, debe ser procesada, almacenada y difundida, para lo cual son imprescindibles dispositivos que permitan realizar dichas tareas. Estos dispositivos varían en tecnología, tamaño, peso, entre otras, ajustándose a las necesidades y presupuestos individuales. Los dispositivos más usuales son: computadores de escritorio, laptops, iPads, teléfonos inteligentes. La mayoría de ellos se adquieren por una característica muy importante: la movilidad, lo que implica que cada usuario puede estar “conectado” desde cualquier parte del planeta o simplemente, puede realizar varias actividades como: crear archivos, mirar fotografías, modificar hojas de cálculo, reproducir videos y demás tareas; sin la necesidad de encontrarse en casa o en su lugar de trabajo, lo que efectiviza su tiempo de productividad, reduciendo tiempos muertos por falta de recursos y herramientas tecnológicas.

La “implementación de una plataforma virtual basada en software libre para que los estudiantes de Maestría de la UIsrael puedan acceder a un equipo personalizado de cómputo desde cualquier lugar, las 24 horas del día”, es un proyecto que está dirigido a un grupo específico de profesionales que, por las características de su plan de estudios, además de las condiciones cotidianas de sus labores, pasan la mayor parte del tiempo fuera de las aulas y laboratorios de la Universidad; por lo que es necesario para ellos, tener acceso a recursos tecnológicos que su Institución de estudios provea

para puedan realizar tareas, almacenarlas, procesarlas y tenerlas disponibles sin restricciones de ubicación o de hora del día.

Problema investigado

La Educación Superior en el Ecuador, ha ido modificándose de acuerdo a los avances de la sociedad actual, requerimientos de las empresas privadas e instituciones públicas, cuyas exigencias están orientadas a la obtención de buenos resultados en poco tiempo y con la menor cantidad de recursos humanos posibles; por tal motivo las Universidades han modificado muchas prácticas tradicionales y han incorporado nuevas técnicas que ayuden a que los estudiantes a convertirse en seres independientes, críticos, dispuestos a la autoformación y autoeducación. Para ello, la tecnología, recurso indispensable para lograr estos objetivos, juega un papel fundamental.

A pesar de los grandes beneficios a través de la aplicabilidad de la tecnología en el campo educativo, existen limitaciones para aquellos que disponen de poco tiempo libre, debido a sus responsabilidades personales, profesionales o familiares, quienes eligen programas de estudio a distancia o semipresencial. Esta escasez de disponibilidad de tiempo, obliga a los estudiantes y a las Universidades a buscar alternativas que los mantenga comunicados y les permita interactuar de manera amigable sin la necesidad de reunirse en el mismo lugar físico.

Actualmente, los estudiantes de Maestría de la Universidad Tecnológica Israel (UIsrael), son parte de este grupo de personas que requieren una metodología de trabajo ajustado a sus realidades; sin embargo, tanto ellos como sus docentes, tienen acceso a los equipos de computación de los laboratorios durante las horas de clase para realizar tareas, investigaciones, proyectos; pero después de concluido ese período, deben buscar otras estrategias para desarrollarlos o terminarlos, ya sea desde casa o desde sus lugares de trabajo; exponiéndose a pérdida o corrupción de datos, incompatibilidad de versiones de la aplicación utilizada, o carencia de la aplicación por tratarse de software licenciado de altos costos.

Tanto docentes como estudiantes no disponen de un equipo de computación personalizado según las materias que dictan o que reciben, sino que deben apoyarse en las herramientas y/o aplicaciones de ofimática que están instaladas en los equipos de los laboratorios que dispone la Universidad que además, no están disponibles todo el tiempo, sino únicamente en horario de clases o de atención al público.

Al tratarse de un proyecto de ejecución, se han planteado los propósitos y alcances de la investigación, los mismos que permiten realizar un análisis de la problemática planteada que es la inexistencia de una plataforma virtual para maestrantes en la Institución, para lo cual es preciso dar una solución.

Para cumplir con esta meta, fue necesario sistematizar el proceso, dividiendo el proyecto en fases:

La primera fase permitió conocer las diferentes tecnologías de software libre y entre ellas, determinar la que mejor se adapte a los requerimientos de los maestrantes y sus tutores. Esta fase fue muy importante porque permitió conocer las características más sobresalientes de varias soluciones de virtualización; algunas muy exploradas en el mercado y otras con menor reconocimiento, pero ninguna con mérito inferior, ya que cada una presentaba un enfoque distinto y aplicabilidad para escenarios diversos.

La segunda fase, en cambio, sirvió para determinar el perfil de usuario, la capacidad que necesitó la plataforma virtual en términos de procesamiento, memoria RAM, almacenamiento y comunicación. Al inicio del proyecto se desconocía esta información y sin ella, hubiese sido imposible realizar el correcto dimensionamiento de los recursos físicos y diseño de la arquitectura de la plataforma virtual.

La tercera fase estuvo orientada a la implementación de la plataforma virtual para la Ulsrael de tal forma que se logró provisionar un escritorio virtual con características definidas para cada maestrante que está disponible las 24 horas del día.

En la cuarta fase se realizó el análisis económico determinando el costo del servicio de la plataforma virtual a través de la cuantificación de adquisición mantenimiento y administración de la misma, para el período 2015-2020.

Finalmente en la quinta fase, se pudo verificar el funcionamiento de la plataforma virtual y los beneficios para los maestrantes, validando la metodología empleada en el desarrollo del Trabajo de Titulación.

La ejecución de este proyecto de investigación y desarrollo tecnológico, permite encontrar una alternativa de solución a la problemática de los maestrantes de la Ulsrael; facilitando los procesos, mediante la operatividad en el cumplimiento de sus tareas, incentivando la investigación y mejorando la comunicación.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción

En este capítulo se explicarán fundamentos teóricos que sirvieron de base para las etapas de diseño e implementación, que se han organizado de acuerdo a criterios generalizados de varios autores, expertos, investigadores y de la persona que desarrolló este proyecto.

La plataforma virtual basada en software libre se ha implementado de acuerdo a un análisis minucioso acorde a los beneficios tecnológicos actuales y a los recursos que dispone la Universidad Israel, para lo cual se pone en consideración los siguientes conceptos que permitirán al lector relacionarse con el contexto del proyecto.

1.2. Virtualización

1.2.1 Concepto

Es una tecnología basada en la abstracción de recursos físicos de la capa base de hardware que está compuesta por todos los elementos que participan en un ambiente físico de comunicación, procesamiento, memoria, almacenamiento de datos, seguridad de datos y accesos. Todos estos recursos interactúan entre sí compartiendo los recursos físicos, sin embargo, cada uno de ellos posee individualidad al momento de actuar y tomar decisiones, de identificarse en red, de bloquear puertos y/o servicios, poseer su propio sistema operativo e interactuar con el usuario de manera amigable. (Silvio, 1998)

1.2.2 Beneficios y desventajas

Con el paso del tiempo y las exigencias actuales de la tecnología, los fabricantes de sistemas de virtualización, han ido modificando las funcionalidades, características de compatibilidad y adaptabilidad de estos sistemas al mundo real, sin embargo existen ciertas limitantes que podrían considerarse como desventajas al momento de tomar decisiones con respecto a optar o no por esta tecnología, las que se muestran en el

siguiente cuadro de beneficios y desventajas de los sistemas existentes, especialmente de los analizados a lo largo de este proyecto.

Beneficios	Desventajas
<p>Varios sistemas independientes pueden convivir sobre la misma plataforma física, compartiendo recursos tales como energía eléctrica, sistemas de enfriamiento, sistemas contra-incendios, racks, switches de capa 2, switches de capa 3, conectores, entre otros, además de los indispensables como son comunicaciones, procesamiento, memoria y almacenamiento.</p>	<p>El fallo de una máquina virtual no afecta a otras</p>
<p>Administración centralizada de varios equipos virtuales al mismo tiempo a través de consolas amigables y predictiblemente fácil de usar, desde las cuales se pueden ejecutar tareas como: creación de escritorios virtuales, asignación de recursos de conectividad, procesamiento, memoria y almacenamiento</p>	<p>Aceleración de video por tarjetas especializadas en hardware.</p>
<p>Permite reutilizar recursos físicos que ya existen, lo que ayuda a prolongar su vida útil y no incurrir en nuevos gastos administrativos.</p>	<p>Hardware específico. Únicamente se ejecuta en equipos basados en arquitecturas x86</p>
<p>Facilidad y menor tiempo para poner en marcha ambientes de test. Si alguna de las máquinas virtuales llegan a un punto de error de no retorno, no se considera que el servidor o escritorio virtual se ha echado a perder de forma total o parcial.</p>	<p>Alto consumo de memoria RAM</p>
<p>Contribución al medio ambiente gracias a la reducción de energía eléctrica y a la tecnología verde o Green-IT.</p>	

*Tabla 1-1: Beneficios y desventajas de la virtualización
(Fuente: Branco Neves, 2013)*

1.2.3 Elementos

1.2.3.1 El anfitrión

Es el servidor/computador que contiene el hipervisor de virtualización y que asignará o prestará determinados recursos de hardware a las máquinas virtuales que se crea. El anfitrión es usualmente conocido como hipervisor. Existen dos tipos:

- **Nativo o Bare-Metal:** donde el hipervisor es una capa entre el hardware y el sistema operativo. Aquí al sistema operativo se le denomina Dominio de Control y funciona sobre el hipervisor, y los invitados son los llamados Dominios Lógicos.
- **Hosted:** El hipervisor es una capa de software que funciona sobre el sistema operativo anfitrión. El invitado o cliente podrá ver el sistema operativo que ya esté funcionando, no podrá usar una capa con sistema operativo propio.

1.2.3.2 El invitado

Es el computador virtual que se ha creado mediante el hipervisor, al cual se le ha asignado recursos de procesamiento, memoria, almacenamiento y comunicación para que se pueda ejecutar y trabajar igual que un computador físico. Usualmente, cada invitado tiene dependencia de recursos lo que garantiza su normal desempeño. (Ambriz Meza, 2012).

En la siguiente gráfica se aprecia a los sistemas invitados o “guest” en inglés.



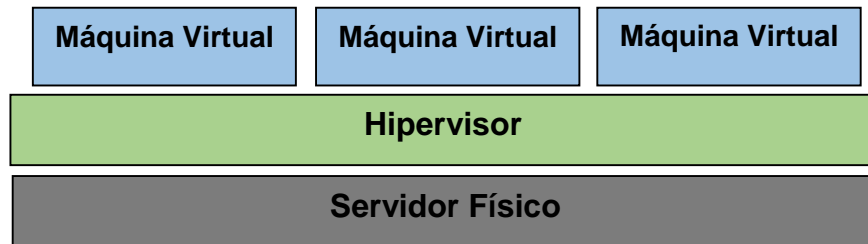
*Figura 1-1: Sistema invitado-anfitrión
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)*

1.2.4 Métodos

En función del hipervisor o monitor de máquina virtual se hace la separación entre los tipos de virtualización.

1.2.4.1 Virtualización completa

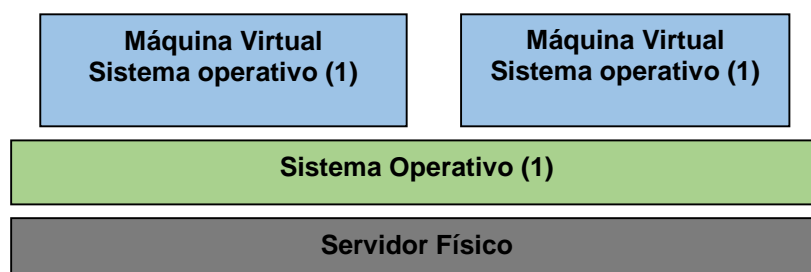
Como el mismo nombre indica, se hace una virtualización completa del servidor. En este tipo, el hipervisor interactúa directamente con el CPU en el servidor físico, brindando a cada servidor virtual, autonomía e independencia. Es posible la coexistencia de distintos servidores virtuales en un mismo host físico funcionando con diferentes sistemas operativos.



*Figura 1-2: Virtualización Completa
(Fuente: Investigadora, Agosto 2014)*

1.2.4.2 Virtualización por sistema operativo o virtualización homogénea

Es un sistema de virtualización diferente a los que se mencionan. Éste no necesita de hipervisor. En este tipo de virtualización, se crean entornos virtuales a instancias del sistema operativo. Es la más rápida y eficiente cuando todos los servidores usan el mismo sistema operativo.



*Figura 1-3: Virtualización por Sistema Operativo
(Fuente: Investigadora, Agosto 2014)*

1.2.4.3 Paravirtualización o Address Space Virtualization

Se podría definir como un punto intermedio entre los dos métodos anteriores. Permite ejecutar sistemas operativos invitados sobre otro sistema operativo al que se denomina hipervisor. Para que se produzca la virtualización es necesario que el hipervisor interactúe con los servidores “guests” o invitados. Permite que estos sistemas invitados trabajen con sistemas operativos diferentes. (Trizclass)

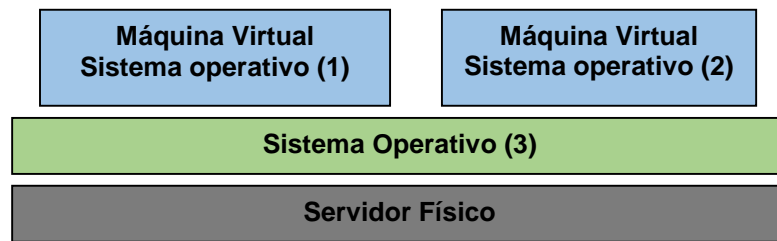


Figura 1-4: Paravirtualización
(Fuente: Investigadora, Agosto 2014)

1.3 Virtualización con Software Libre

A continuación. Los sistemas de virtualización que están disponibles para GNU/Linux son: OpenVZ, Qemu, KVM, Proxmox, Xen, que se describe

Sistema de Virtualización	Características
OpenVZ	OpenVZ permite que un servidor físico ejecute múltiples instancias de sistemas operativos aislados, conocidos como Servidores Privados Virtuales (SPV) o Entornos Virtuales (EV). Usa la característica de virtualización que ofrecen los diferentes fabricantes de procesadores más modernos y está diseñado para ambientes homogéneos en varios núcleos Linux, el rendimiento es muy bueno por ser su implementación totalmente nativa.

Tabla 1-2: Sistemas de virtualización en software libre
(Fuente: Investigadora, Agosto del 2014)

Sistema de Virtualización	Características
QUEMU	Es un emulador que tiene dos modos de funcionamiento, el primero de emulador de sistema completo y, el segundo de emulador como usuario. En el modo de sistema completo, emula un equipo de cómputo completo con varios periféricos y múltiples procesadores. Para el modo usuario, se puede ejecutar programas compilados para una CPU específica en un sistema que funciona sobre un CPU diferente.
KVM	Es una solución de virtualización completa en la que se utiliza el núcleo de Linux como hypervisor, de tal modo que el control de los dispositivos reales, como la planificación de tareas y la gestión de memoria del sistema anfitrión las hace el núcleo de Linux.
PROXMOX	Es una distribución bare-metal, basada en Debian con todos los servicios básicos, lo que le permite obtener un mejor rendimiento. Proxmox cuenta con una interfaz gráfica muy sencilla que permite la gestión de los recursos tanto del servidor físico como de los servidores virtuales. Esta herramienta permite la migración en caliente (encendidas) de máquinas virtuales, clustering de servidores, backups automáticos y conexión a un NAS/SAN con NFS, iSCSI, etc.
XEN	Es una solución de paravirtualización que implementa un hipervisor que se ejecuta en el nivel más privilegiado de la máquina y que planifica tareas y gestiona el recurso de memoria, delegando la Entrada/Salida en un invitado privilegiado. Xen no es un sistema de virtualización ligado al núcleo de Linux. Cuando Xen se emplea en una CPU que no soporta virtualización a nivel de hardware, es necesario modificar el código del sistema operativo.

*Tabla 1-3: Sistemas de virtualización en software libre. Continuación
(Fuente: Investigadora, Agosto del 2014)*

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA ESTUDIADO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO

2.1 Introducción

En este capítulo se expone la importancia y aplicabilidad del proyecto en la solución de una de las problemáticas de los maestrantes de la Ulsrael con respecto al uso de herramientas tecnológicas de computación dentro de la Institución. Se describe el análisis realizado sobre los inconvenientes que poseen los maestrantes por la inexistencia de una plataforma virtual que les permita acceder a un escritorio virtual personalizado desde cualquier lugar, las 24 horas del día.

2.2 Diagnóstico del problema

2.2.1 Definición del problema

Inexistencia de una plataforma virtual basada en software libre para que los estudiantes de Maestría de la Ulsrael puedan acceder a un equipo personalizado de cómputo desde cualquier lugar, las 24 horas del día.

2.2.2 Delimitación del problema

2.2.2.1 Límites teóricos

En la actualidad, la Ulsrael pretende promover competencias profesionales, que se expresen en un pensamiento analítico, dinámico y crítico, que permita a sus estudiantes ser conscientes de su realidad, comprometidos con la resolución de problemas y el desarrollo de la sociedad en la que se desenvuelven.

2.2.2.2 Límites temporales

La implementación de una plataforma virtual basada en software libre para los estudiantes de Maestría de la UIsrael, tomó alrededor de treinta (30) semanas, entre los meses de mayo a diciembre del 2014.

2.2.2.3 Límites espaciales

La UIsrael, ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito, cantón de la provincia de Pichincha, dentro del territorio de la República del Ecuador, cuenta con la Unidad de Maestrías con mención en Administración de Empresas; las asignaturas se dictan en el edificio matriz de la Universidad ubicado en la calle Francisco Pizarro E4-142 y Avenida Orellana (Diagonal al Colegio Militar).

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo Principal

Implementar una plataforma virtual basada en software libre que incluya recursos de procesamiento, memoria y almacenamiento de datos para que los estudiantes y docentes de Maestría de la Universidad Israel, accedan a un equipo virtual personalizado desde cualquier lugar, durante las 24 horas del día.

2.3.2 Objetivos Secundarios

- Investigar la tecnología que permita implementar una plataforma virtual estable y los mecanismos de acceso a ella a través de la red LAN e Internet.
- Diseñar la arquitectura de una plataforma virtual, estableciendo la capacidad total de procesamiento, memoria y almacenamiento; para cumplir con los requerimientos tecnológicos de los maestrantes, acordes a la disponibilidad de recursos del centro de datos de la UIsrael.
- Implementar una plataforma virtual basada en software libre, para que maestrantes accedan a un equipo virtual personalizado que responda a sus necesidades desde cualquier lugar, durante las 24 horas del día.

- Verificar el funcionamiento de la plataforma virtual implementada para validar la metodología empleada en el desarrollo del Trabajo de Titulación.

2.4 Hipótesis

La implementación de una plataforma virtual basada en software libre permitirá a los maestrantes acceder a un equipo personalizado de cómputo desde cualquier lugar, las 24 horas del día, para que realicen sus tareas, proyectos e investigaciones.

Variable independiente (**causa**):

La implementación de una plataforma virtual basada en software libre.

Variable dependiente (**efecto**):

Los maestrantes acceden a un equipo personalizado de cómputo desde cualquier lugar, las 24 horas del día, para realizar sus tareas, proyectos e investigaciones.

2.5 Población y Muestra

En esta investigación se ha utilizado como población el total de alumnos de Maestría de la Ulsrael (período abril – agosto 2014). Los participantes son profesionales de ambos sexos de distintas ramas del saber, que complementan sus estudios de cuarto nivel. Esta población de veinte y seis (26) personas, representan para este proyecto, el 100% de la muestra; a quienes se aplicaron las diferentes técnicas de investigación como: la observación, encuesta, pruebas de funcionamiento.

2.6 Metodología

2.6.1 Métodos generales utilizados en el Trabajo de Titulación

En el presente proyecto se aplican los siguientes métodos:

- a) Método lógico – deductivo, que permite establecer relaciones comparativas entre las diferentes tecnologías o protocolos que facilitan la creación, administración y acceso de una plataforma virtual y entre ellos, seleccionar el que mejor se ajuste

a los requerimientos de los estudiantes de Maestría de la Ulsrael, así como a la infraestructura física que dispone el centro de datos.

- b) Método analítico – sintético para realizar el dimensionamiento correcto de recursos físicos tanto de procesamiento, memoria, almacenamiento y comunicación que son usados por la plataforma virtual.
- c) Método sistémico para elaborar el diseño de la plataforma virtual, tomando en cuenta los datos obtenidos del dimensionamiento de recursos físicos y la proyección de crecimiento de usuarios de la Unidad de Maestrías de la Ulsrael.
- d) Método comparativo para realizar el análisis de gastos de adquisición, mantenimiento y administración del servicio de uso de recursos tecnológicos para maestrantes frente dos escenarios: con la plataforma virtual y, sin ella, durante un período de cinco años.
- e) Método experimental para la implementación - validación de la funcionalidad de la plataforma virtual de estudiantes de Maestría de la Ulsrael.
- f) Finalmente, se trabajó con el método analítico – sintético para la elaboración del informe final del presente trabajo de titulación.

2.6.2 Técnicas de investigación utilizadas en el Trabajo de Titulación

- Se hace uso de la **Observación**, para determinar los problemas que tienen los estudiantes de la Unidad de Maestría de la Ulsrael.
- **Encuestas** aplicadas a los maestrantes, y administradores de infraestructura y aplicaciones del centro de datos de la Universidad, para determinar los recursos físicos y lógicos que necesitó la plataforma virtual.
- **Pruebas de funcionamiento** realizadas a partir de la implementación de la plataforma virtual, con el fin de conocer las bondades y limitantes de la solución, comprender su funcionamiento, configurar sus parámetros y evaluar su desempeño.

2.6.3. Tabulación y análisis de datos

Luego de la recolección de datos mediante las técnicas de investigación, se continuó con el proceso estadístico de tabulación; los resultados se exponen en tablas y gráficos para el análisis pertinente.

2.6.4. Conclusiones y Recomendaciones

Con los resultados obtenidos, se estableció el diagnóstico de la situación inicial de los maestrantes, maestros y laboratorio de la UIsrael; este diagnóstico fue indispensable para continuar con el proceso de diseño e implementación del proyecto.

2.7. Resultados obtenidos

Una vez implementada la plataforma virtual de escritorios, los maestrantes accedieron a su equipo virtual personalizado, desde los equipos de cómputo de los laboratorios de la UIsrael, desde sus equipos personales (laptops, tablets); lograron revisar sus tareas, proyectos e investigaciones en el punto donde los dejaron la última vez; es decir, que la información se encontraba en sus equipos; eliminando la necesidad de poseer dispositivos de almacenamiento móvil que pueden perderse o donde puede corromperse la información.

La implementación de la plataforma virtual solventa una necesidad tecnológica de los maestrantes que está directamente relacionada con su desempeño y mejoramiento académico, lo cual debe ser impulsado por la UIsrael en su constante búsqueda por la excelencia.

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Introducción

En este capítulo se documenta la ejecución del proyecto; se desarrollan los objetivos propuestos de una forma sistemática y analítica, aplicando diversos métodos y técnicas de la investigación, registrando procedimientos y configuraciones de la plataforma virtual.

Primero se analizan tecnologías y plataformas virtuales de código abierto con sus respectivas características y sobre ellas, se elige la que mejor se ajusta a los requerimientos tecnológicos del centro de datos de la UIsrael, a las necesidades de los estudiantes de Maestría y administradores de TI.

Segundo, se determina el perfil de usuario para la plataforma virtual, para lo que se aplican encuestas a los maestrantes, se registran y tabulan los datos obtenidos para definir las aplicaciones y utilitarios necesarios en los escritorios virtuales.

Para conocer los recursos tecnológicos del centro de datos de la UIsrael, se entrevistó al Ing. Edwin Lagos; se analizan sus respuestas, luego se establecen los recursos de hardware adicionales que requerirá el proyecto.

A continuación, se realiza el diseño de la plataforma virtual, sustentado en la información que se obtuvo en las etapas previas, es decir, las tecnologías de virtualización basadas en software libre estudiadas, en el perfil general de escritorio virtual, los recursos con los que cuenta o carece el centro de datos, requerimientos tecnológicos específicos.

Una vez elaborado el diseño, se implementó la plataforma virtual de acuerdo a los parámetros establecidos y a los recursos tecnológicos disponibles. En esta etapa se realizaron varias pruebas de configuración y funcionamiento, descubriendo las bondades y limitantes de la herramienta, así como los procedimientos de

administración de escritorios virtuales tales como creación, edición, eliminación, asignación de recursos, entre otros.

Además se realiza un análisis presupuestario comparativo, para evidenciar las diferencias en costos de adquisición, mantenimiento y administración de los laboratorios usados por maestrantes, con los requerimientos de la implementación virtual y así justificar la inversión en el proyecto.

3.2 Análisis y definición de la plataforma virtual

Como se mencionó en el ítem 1.2.4 del capítulo I, se conocen dos tipos de arquitecturas para virtualización, relacionadas directamente con la configuración del hipervisor.

A continuación se indican las soluciones de software libre que corresponden a cada una de ellas.

3.2.1 Arquitectura Unhosted o Virtualización Completa

Sistema	Hipervisor/SO Base	Vm y SO que soporta	Arquitectura base	Desarrollador
Proxmox	Debian	Varias VMs, Linux y Windows	x86_64	Debian
Citrix Xen Server	Xen Project (Free)	4 VMs, Linux y Windows	x86_32, x86_64 y IA64	XEN

*Tabla 3-1: Arquitecturas Unhosted
(Fuente: Investigadora. Agosto 2014)*

De acuerdo a la Tabla 3-1, Xen y Proxmox son hipervisores bare metal, estables y liberados desde hace ya un par de años, que cuentan con sus respectivas bases de conocimiento y se encuentran en constante evolución basada al aporte de sus desarrolladores. La principal ventaja de las arquitecturas bare metal es que se instalan directamente sobre el hardware y ofrecen mejor rendimiento con respecto a las

herramientas de paravirtualización o de arquitectura hosted. Sin embargo, la versión gratuita de Xen, permite crear únicamente cuatro máquinas virtuales, por lo que, en este primer análisis se eligió a Proxmox como posible base para la implementación de la plataforma virtual.

3.2.2 Arquitectura Hosted o de Sistema Operativo / Paravirtualización

Sistema	Hipervisor/SO Base	Vm y SO que soporta	Arquitectura	Desarrollador
OpenVZ	Red Hat, Fedora, Centos	Varias VMs, sólo Linux	x86, x86_64, IA-64	Parallels
KVM	Ubuntu, Fedora, Windows7	Varias VMs, Linux y Windows	x86, o x86_64	Red Hat
Oracle Virtual Box	Windows, Linux, Macintosh, y Solaris	Varias VMs, Linux, Windows, Solaris	x86/AMD64	Oracle

*Tabla 3-2: Arquitectura Hosted
(Fuente: Investigadora, Agosto 2014)*

De acuerdo a la tabla 3-2, OpenVZ realiza virtualización homogénea, lo que significa que tanto el sistema anfitrión como los sistemas invitados deben ser Linux, agilitando el acceso a los recursos físicos; por otro lado, KVM y Virtual Box son paravirtualizadores cuyos sistemas anfitriones e invitados pueden ser de distintos sistemas operativos, otorgando mayor carga de procesamiento y memoria RAM a nivel de hardware.

En términos de eficiencia y tiempos de acceso a recursos, los sistemas de virtualización homogénea presentan mejores características, ya que los procesos que se ejecutan en el CPU (Unidad central de procesamiento), se realizan “en proporciones iguales” tanto para los invitados como para los anfitriones, por lo que, en un segundo

análisis, OpenVZ se consideraría como una posible opción para implementar la plataforma virtual.

Según las consideraciones previas, se ve la necesidad de realizar una comparativa entre los sistemas de virtualización con mejores prestaciones de entre los analizados en este capítulo, los mismos que son Proxmox y OpenVZ.

Se incluyen funcionalidades determinantes de administración, escalabilidad, flexibilidad, así como características físicas adaptables al centro de datos de la Ulsrael.

SOLUCIÓN	PROXMOX	OPENVZ
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
Tipo de hypervisor	Unhosted	Hosted
Tipo de virtualización	Completa	De sistema operativo
Arquitectura	x64	X86/x64
Storage soportados	iSCSI, NFS	FC, NFS, NAS, USB
Administración Web	Sí	Sí
FUNCIONALIDADES		
Live Migration	Sí	Sí
Aislamiento de hardware	Parcial	Total (contenedores)
Hot Add	Sí	Sí
Plantillas	SÍ	Sí
Gestión de recursos	Sí	Sí
Entorno gráfico de vms	Sí	No
Acceso LAN/WAN	Sí	No
Firewall interno	Sí	No

*Tabla 3-3: Comparativa entre Proxmox y OpenVZ
(Fuente: Investigadora, Agosto 2014)*

Según el análisis comparativo de la tabla 3-3, las dos herramientas presentan características similares, pero sus diferencias serán las que permitan seleccionar una

de ellas. OpenVZ, como ya se ha mencionado, posee una arquitectura hosted que puede instalarse sobre servidores físicos o virtuales, cumple con menos características que Proxmox en cuanto a los requerimientos que presenta la plataforma de la Ulsrael.

3.3 Proxmox

3.3.1 Características

- Usa el núcleo Linux y se basa en la distribución Debian GNU. El código fuente de Proxmox VE está publicado bajo la licencia GNU Affero General Public License, versión 3 (GNU AGPL v3).
- Proxmox VE es una herramienta de virtualización open source de tipo bare metal, ofreciendo mejor rendimiento, escalabilidad, densidad, administración de recursos dinámicos, lo cual se demuestra con funcionalidades tales como migración de máquinas virtuales y contenedores entre varios equipos físicos, que residen en sistemas centralizados de almacenamiento.
- Se usa para gestionar máquinas y entornos virtuales desde una interfaz Web (otras lo hacen a través de clientes o líneas de comando); no requiere instalar una herramienta de gestión independiente que incluya bases de datos, todo se puede hacer a través de Web App management Rico.
- La herramienta multi-master administra nodos, clústers, máquinas virtuales y contenedores. La consola basada en web en el Marco JavaScript (Ext JS 4) permite controlar todas las funcionalidades de la interfaz gráfica de usuario, históricos, logs, gráficas de performance, migración, asignación de recursos entre otros.
- Si se lo compara con otros gestores de máquinas virtuales como VirtualBox o VMware, y las tecnologías de virtualización tales como Xen, Proxmox ofrece mayor flexibilidad para sistemas open source y Windows.
- Soporta estándar para el protocolo 802.1Q (VLANs).
- Soporta NFS (Sistemas de archivos en red).

- La administración está basada en permisos, acceso granular a todos los elementos del inventario: nodos, contenedores, máquinas virtuales, volúmenes de almacenamiento, dando privilegios a usuarios o grupos de usuarios.
- Soporta autenticación Linux PAM (Pluggable Authentication Modules) y otras fuentes como Microsoft Active Directory, LDAP.
- Es posible realizar respaldos de las máquinas virtuales sobre volúmenes de almacenamiento específicos para estas tareas.
- Permite la configuración de alta disponibilidad a través de diferentes nodos, de tal forma que si el servidor físico falla, el contenedor o la máquina virtual se reiniciarán sobre otro nodo. (proxmox.com, 2014)
- Otra característica importante es que se distribuye con un conjunto de utilidades que simplifican mucho la creación y mantenimiento de los entornos virtuales de OpenVZ, incluyendo la posibilidad de trabajar en plantillas pre instaladas, que contienen una imagen del sistema de archivos raíz de una máquina virtual (no poseen entorno gráfico). Las plantillas pueden ser descargadas desde la página web oficial de OpenVZ. (openvz.org.com, 2014)

3.3.2 Arquitectura

Su modo de operar se asemeja al resto de soluciones que se consideraron en el estudio comparativo: permite la creación y mantenimiento de servidores o máquinas virtuales aisladas, al introducir importantes modificaciones a nivel del kernel Linux anfitrión, creando una completa infraestructura virtual que parece real para los sistemas hospedados.

Dentro de la terminología Proxmox, los servidores virtuales son también a menudo llamados *servidores privados virtuales* o VPS, *entornos virtuales* (virtual environments en inglés).

Las máquinas virtuales simplemente se comportan como un servidor autosuficiente aislado:

- Cada máquina virtual tiene sus propios procesos, usuarios, archivos y proporciona acceso con privilegios de root u Administrator.

- Cada máquina virtual tiene su propia IP, números del puerto, reglas de ruteos y filtrados de paquetes.
- Cada máquina virtual tiene su propia configuración de sistema operativo y software de aplicación. (proxmox.com, 2014)



*Figura 3-1: Arquitectura Proxmox
(Fuente: Investigadora, Septiembre 2014)*

3.3.3 Requerimientos

- Al menos un servidor físico Dual o Quad Socket Server de 64 bits (Intel EMT64 o AMD64)
- 2 GB de memoria RAM
- Discos duros rápidos SAS/SATA/SSD
- Direcciones IP's disponibles
- Conexión a Internet (para descargas y actualizaciones)

3.4 Tabulación y análisis de los datos obtenidos

Una vez que se han analizado las diferentes soluciones de virtualización basadas en software libre, es necesario detectar la aceptación, relación y destreza que tienen los

alumnos (26 personas) de Maestría, a través de una encuesta aplicada el 05 de Julio del 2014 en las aulas de la Ulsrael. Se plantearon las siguientes preguntas:

3.4.1 Pregunta1

Las aplicaciones que Ud. usa para el desarrollo de tareas e investigaciones en su formación de Maestría son:

Respuestas obtenidas:

N°	Aplicaciones	Maestranes	%
1	Procesador de Texto	24	92,3%
2	Hoja de cálculo	23	88,5%
3	Presentación multimedia	21	80,8%
4	Base de datos	10	38,5%
5	Ninguna de las anteriores	1	3,8%

Tabla 3-4: Tabulación de pregunta 1
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)

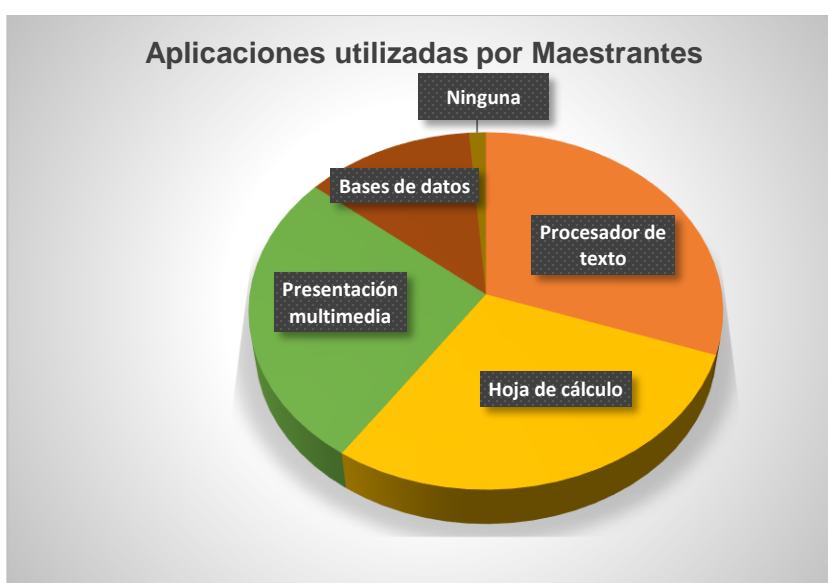


Figura 3-2: Resultados de pregunta 1
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)

Análisis:

Las aplicaciones que la mayoría de los usuarios requieren para el desarrollo de sus tareas e investigaciones son: procesadores de texto en un 92,3%, hojas de cálculo

88,5%, y herramientas de presentación multimedia 80,8. Menos de la mitad, usa herramientas de acceso a bases de datos 38,5%.

3.4.2 Pregunta 2

De acuerdo a su experiencia con utilitarios, señale con una X aquellas que usa frecuentemente para el desarrollo de sus tareas, investigaciones o proyectos en su formación de Maestría.

Repuestas obtenidas:

N°	Utilitarios	Maestranes	%
1	Agenda	14	53,8%
2	Calculadora	16	61,5%
3	Correo electrónico	21	80,8%
4	Ninguna de las anteriores	1	3,8%

Tabla 3-5: Tabulación de pregunta 2
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)

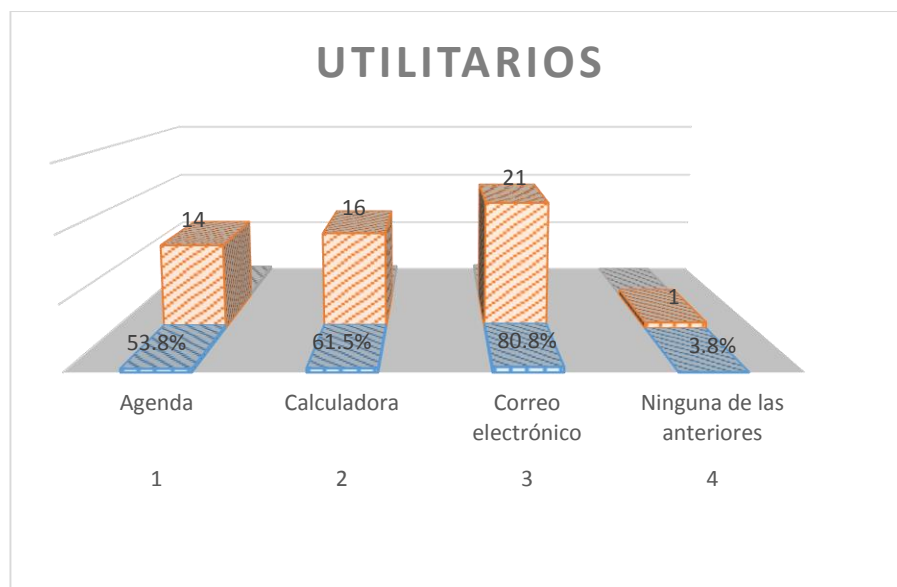


Figura 3-3: Resultados de pregunta 2
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)

Análisis:

Los usuarios en la mayoría el 80,8% acuden al correo electrónico para realizar sus tareas, investigaciones y proyectos en un gran porcentaje el 61,5% a la calculadora y agenda el 53,8%.

3.4.3 Pregunta 3

En caso que Ud. use herramientas ofimáticas adicionales a las que se ha indicado, escriba cuáles son y en la columna de la derecha califíquelas de acuerdo al nivel de importancia.

A: Muy importante B: Poco importante

Respuestas obtenidas:

* Aplicaciones propietarias. Ejemplo: Aranda, esigef

N°	Herramientas ofimáticas	Maestranter	%
1	Microsoft Project	6	23,1%
2	Microsoft Visio	5	19,2%
3	Otras *	2	7,69%
4	Ninguna	13	50,0%

Tabla 3-6: Tabulación de pregunta 3
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)

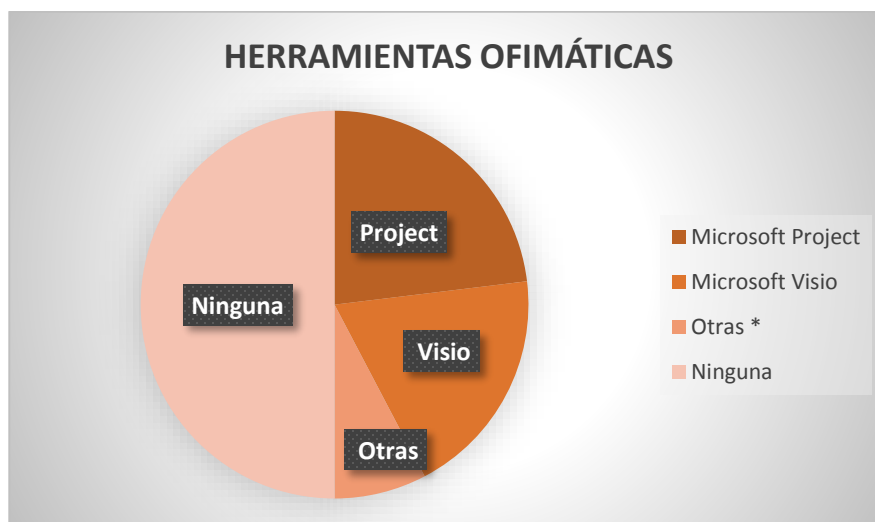


Figura 3-4: Resultados de pregunta 3
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)

Análisis:

Once maestrantes, que representan el 42% de la muestra, usan Project y Visio, ambas de Microsoft; mientras que el 50% indican que no utilizan herramientas ofimáticas adicionales y el 8% emplean aplicaciones propias de sus lugares de trabajo.

Además se observó que los estudiantes que seleccionaron herramientas ofimáticas adicionales, señalaron que éstas tienen *Poca importancia* en el desempeño de sus actividades.

3.4.4 Pregunta 4

Señale con una X, el sistema operativo con el que tiene mayor afinidad y destreza.

Resultados obtenidos:

N°	Sistema Operativo	Maestrantes	%
1	Ubuntu	7	26,9%
2	Linux Mint	3	11,5%
3	Fedora	2	7,7%
4	Mandriva	0	0,0
5	*Otro	14	53,8%

Tabla 3-7: Tabulación de pregunta 4
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)

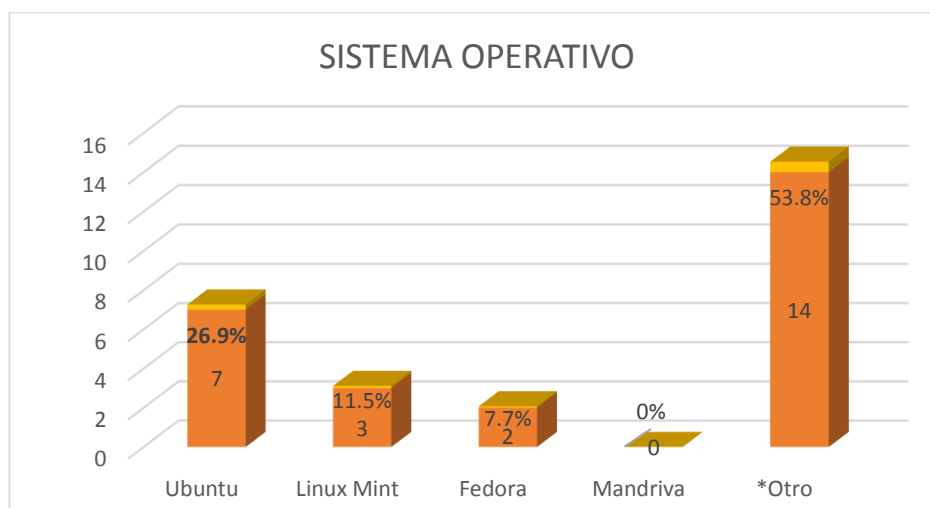


Figura 3-5: Resultados de pregunta 4.
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)

Análisis:

El 26,9% de la muestra, representado en 7 estudiantes, tiene mayor destreza con Ubuntu de distribución libre, en bajo porcentaje emplean Linux 11,5% y Fedora 7,7%; y el 53,8%, que es la mayoría indicó que utilizan Otro SO con el que usualmente interactúan; al preguntarles ¿Cuál? su respuesta fue Microsoft Windows.

3.5 Diseño e implementación de la plataforma virtual

3.5.1. Requerimientos específicos para usuarios

A partir de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a los maestrantes y expuestos en los ítems 3.4.1 y 3.4.2, se puede concluir que el escritorio virtual para estudiantes de Maestría debe contener herramientas de ofimática básicas como: procesador de texto, hoja de cálculo y herramienta de presentaciones, así como agendas, calculadora y acceso de correo electrónico. Para este último punto se hará indispensable que los escritorios virtuales se conecten a Internet.

Tomando en cuenta estos requerimientos y la información obtenida en el ítem 3.4.4, en el que se elige a Ubuntu como el sistema operativo libre más conocido por los estudiantes, los requerimientos de hardware para cada usuario son:

Procesador X86 (MHz)	Memoria (MB)	Disco (GB)	Tarjeta gráfica
800	512	10	1024x768

*Tabla 3-8: Requerimientos mínimos de hardware para Ubuntu 14.04
(Fuente: www.ubuntu.org, Julio 2014)*

3.5.2. Requerimientos generales para usuarios

Para dimensionar los recursos que necesitó la plataforma virtual de escritorios se consideró:

Número de estudiantes de Maestría	26
-----------------------------------	----

*Tabla 3-9: Cantidad de usuarios de plataforma virtual
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)*

Los 26 estudiantes de Maestría fueron tomados en cuenta para realizar el dimensionamiento de los recursos de hardware que debe poseer el/los servidores físicos traducidos en procesamiento, memoria y disco obteniendo los siguientes resultados:

Procesador X86 (MHz)	Memoria (MB)	Disco (GB)	Tarjeta gráfica
2400	13312	260	1024x768
2.4 GHz	13 GB	260 GB	

Tabla 3-10: Recursos de hardware para 26 usuarios
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)

3.5.3. Requerimientos de hipervisor

Los requisitos mínimos del sistema son:

	Procesador X86 (GHz)	Memoria (GB)	Disco (GB)	Tarjeta de red (Gbps)
Hipervisor	2,4	2	20	1

Tabla 3-11: Recursos de hardware para Proxmox
(Fuente: www.proxmox.com, Noviembre 2014)

3.5.4 Requerimiento total de recursos de hardware

Para obtener los requisitos mínimos de hardware, se consideraron los resultados obtenidos en el ítem 3.5.2 y 3.5.3 que, sumados entre sí dan un resultado de:

Procesador X86 (GHz)	Memoria (GB)	Disco (GB)	Tarjeta de red (Gbps)
2,4	15	280	1

Tabla 3-12: Recursos de hardware para plataforma virtual
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Cabe mencionar que el recurso de procesador no es susceptible de adición, lo que sí ocurre con la RAM y capacidad de disco. De acuerdo a la tabla 3-12, para implementar la solución de escritorios virtuales, se requiere de un servidor que posea los requisitos

mínimos con la capacidad de albergar al hipervisor (incluye la consola de gestión), la plantilla de Ubuntu y los 26 escritorios virtuales.

3.5.5 Componentes

Los elementos que forman parte de la arquitectura son:

a) Servidor físico

De acuerdo a lo que ya se determinó en el ítem 3.5.4, se usará un servidor con las siguientes características:

Fabricante	Modelo	Procesador	RAM	Red
HP	Proliant Microserver G8	Intel Pentium 2.50GHz	16 GB	1Gbps

Tabla 3-13: Características de servidor host
(Fuente: Investigadora, Julio2014)



Figura 3-6: Servidor HP ProLiant Microserver G8
(Fuente: www.hp.com, Noviembre2014)

b) Ubuntu template o plantilla de la máquina virtual padre, de la que se copian o clonan máquinas hijas.

c) Máquinas virtuales o escritorios virtuales con Sistema Operativo Ubuntu 14.04 con aplicaciones propias de esta distribución.

3.5.6 Diagrama General

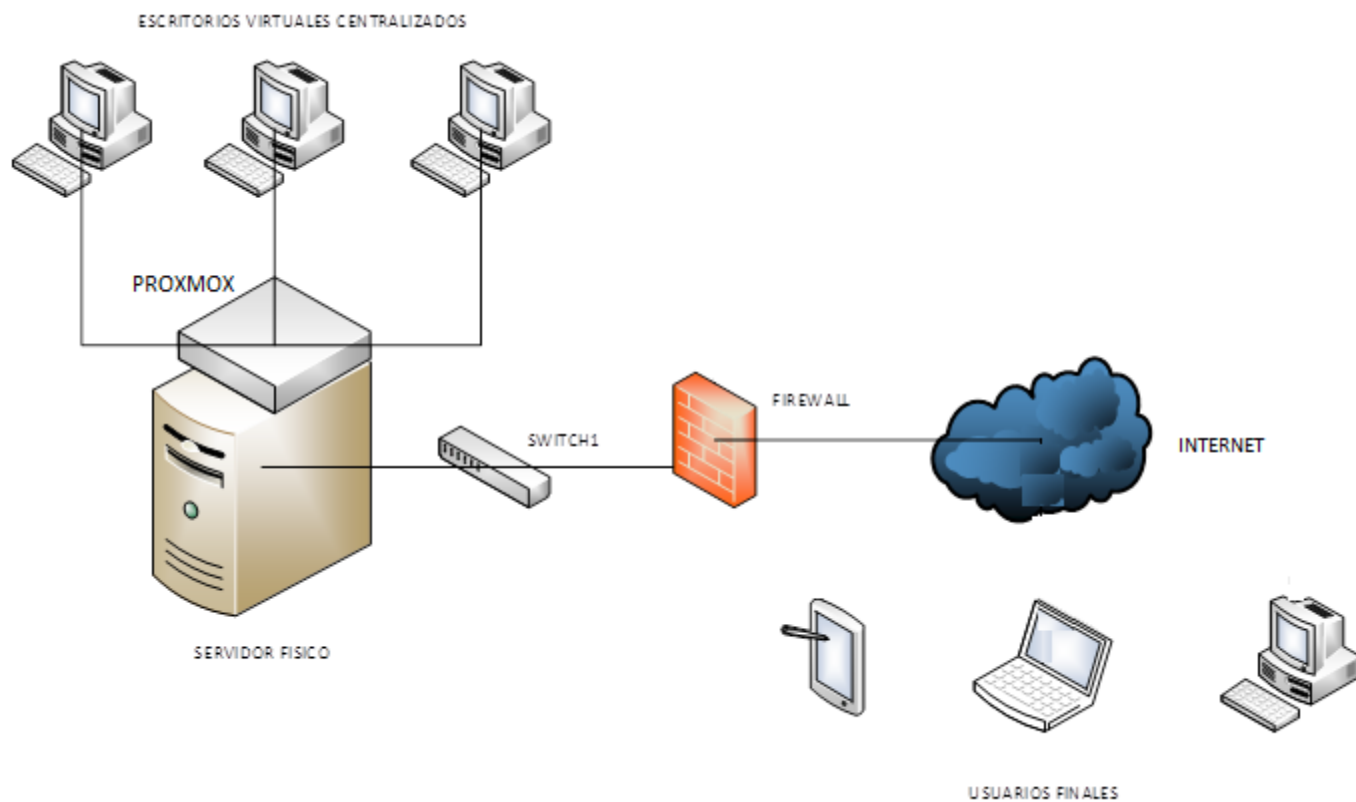
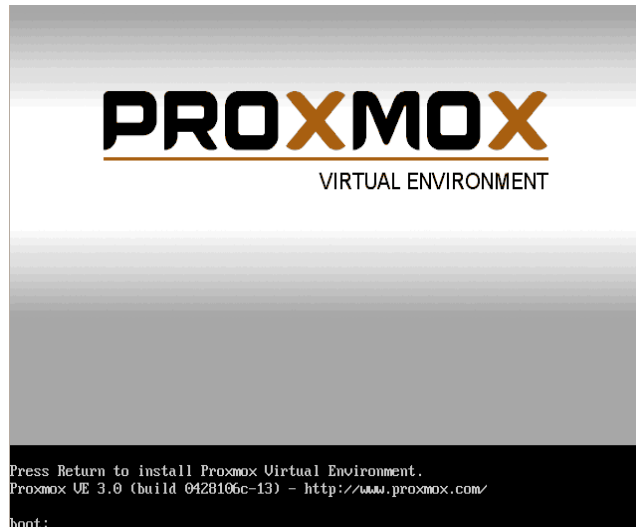


Figura 3-7: Diagrama general de la plataforma virtual
(Fuente: Investigadora, Julio 2014)

3.6 Implementación de plataforma de escritorios virtuales

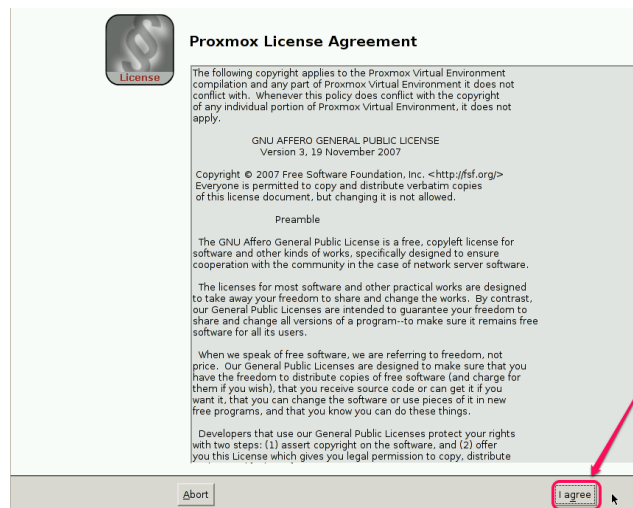
3.6.1 Instalación de Proxmox VE

De acuerdo a los requerimientos del ítem 3.3.3 de este capítulo y a la descripción del literal a del ítem 3.6.1, se realiza la instalación de Proxmox VE v3.3 (liberada el 15 de septiembre del 2014), a través del siguiente procedimiento:



*Figura 3-8: Booteo desde imagen Proxmox
(Fuente: Investigadora, Octubre 2014)*

Una vez iniciada la instalación, se acepta las condiciones de la licencia GNU. Se selecciona *I agree*.



*Figura 3-9: Acuerdo de uso Proxmox
(Fuente: Investigadora, Octubre 2014)*

A continuación, se despliega una pantalla donde se muestran las características del hipervisor, que ya se han mencionado en los ítems anteriores. Se presiona *Next*, para continuar.

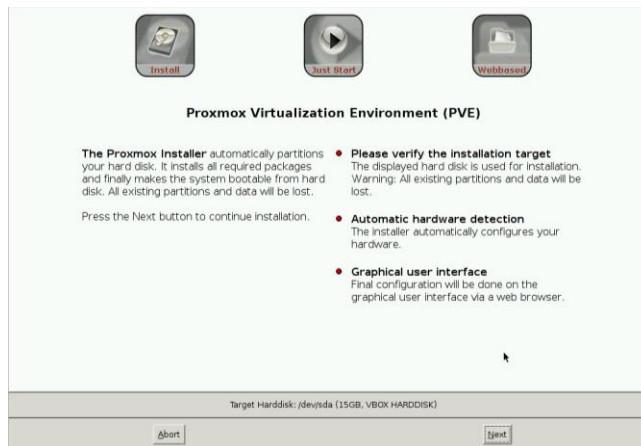


Figura 3-10: Características del ambiente Proxmox
(Fuente: Investigadora, Octubre 2014)

Luego, aparecerá la pantalla donde se eligen la ubicación y la zona horaria. Para esta implementación se eligió, *Country*: Ecuador; *Time zone*: América/Guayaquil, *Keyboard*: Spanish (teclado en español).

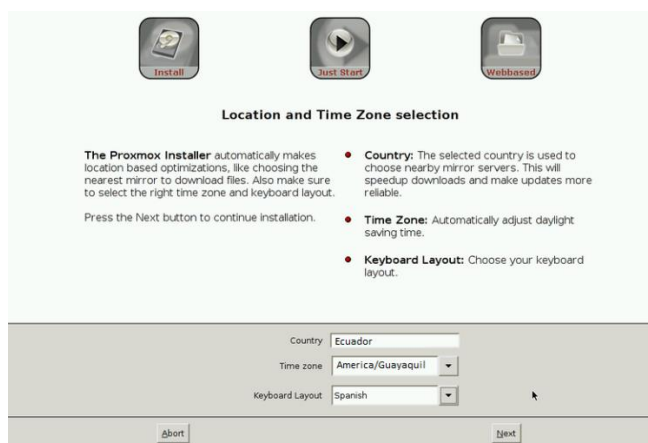


Figura 3-11: Selección de ubicación y zona horaria
(Fuente: Investigadora, Octubre 2014)

Se solicita una contraseña del usuario administrador (root) y una dirección de correo electrónico. Para esta implementación, la contraseña es *uisrael2014* de acuerdo a los requerimientos de uso de caracteres alfanuméricos.



Figura 3-12: Configuración de contraseña
(Fuente: Investigadora, Octubre 2014)

Para la configuración de red, se establecerá una dirección IP disponible. Esta dirección, es la IP de administración del hipervisor, misma que se usará para el acceso a la interfaz web de administración. Además se configuran la máscara de red, Gateway y DNS, datos que se incluyen en el Anexo 4.

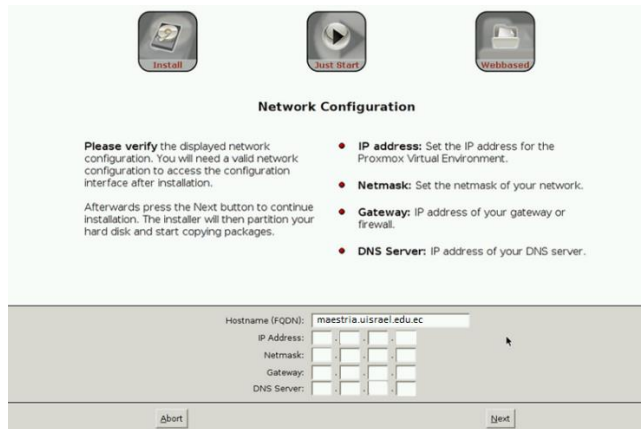
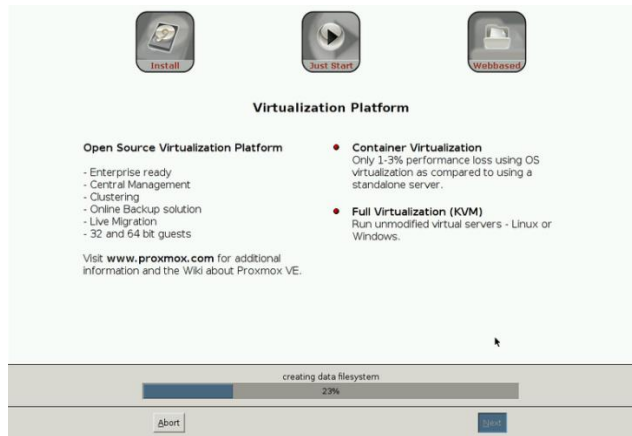


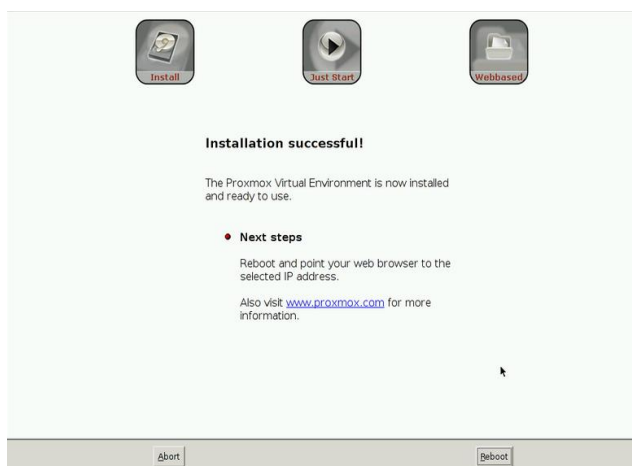
Figura 3-13: Configuración de red
(Fuente: Investigadora, Octubre 2014)

Con la información proporcionada, se inicia el proceso de instalación del hipervisor sobre el servidor físico, como se observa en la figura 3-14.



*Figura 3-14: Instalación de Proxmox
(Fuente: Investigadora, Octubre 2014)*

Una vez que se ha completado el proceso, se despliega el mensaje de instalación exitosa (*Installation successful*), lo que indica que es posible empezar con la creación y administración de máquinas virtuales a través de la consola web. Para finalizar se reinicia el servidor, seleccionando la opción *Reboot*.



*Figura 3-15: Instalación completa
(Fuente: Investigadora, Octubre 2014)*

3.6.2 Configuración de Proxmox

El primer paso para la configuración del ambiente virtual, es el acceso a través del navegador (Firefox de preferencia) con el URL: <https://IP:8006>, con el usuario *root*

y la contraseña configurada: uisrael2014. Si el administrador gusta puede modificar el idioma, que por defecto está en inglés.

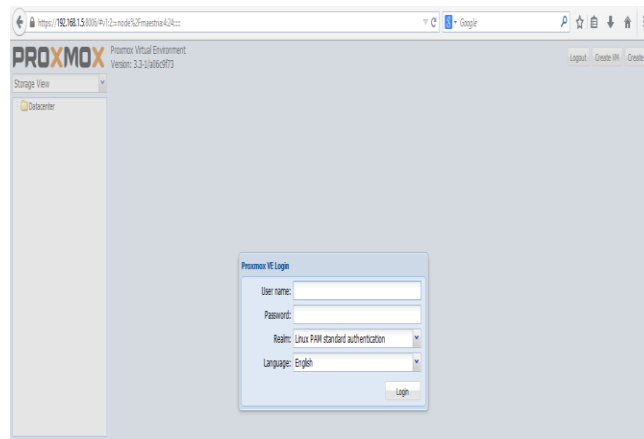


Figura 3-16: Acceso a consola web de administración
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Aparecerá el siguiente mensaje que corresponde a una alerta de suscripción del producto, la que se omitirá presionando **OK**.

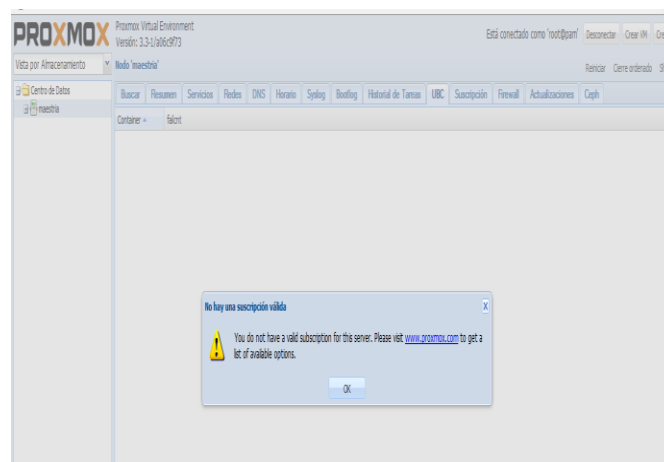


Figura 3-17: Mensaje de suscripción
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Se crea un conjunto o pool de máquinas virtuales, con el objetivo de identificarlas o distinguirlas de otros grupos; se elige un nombre y descripción. En Vista por servidores > Conjuntos > Crear.

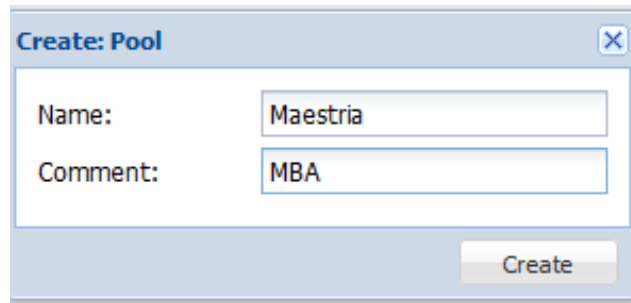


Figura 3-18: Creación de Conjunto o Pool
(Fuente: Investigadora, Octubre 2014)

3.6.3 Configuración de plantilla

Dentro del pool, se crearán las máquinas virtuales para los estudiantes. Al tratarse de un despliegue de escritorios con características similares, es conveniente crear una plantilla o template. Para ello, primero debe crearse la máquina modelo definiendo los siguientes aspectos:

- Nodo: o servidor físico de alojamiento
- VM ID: corresponde a un identificador de cada máquina virtual único. El identificador es un número que inicia en 100. Para la plataforma virtual de Maestría se llevará un esquema de numeración de *ID* conforme al nombre, es decir que los dos últimos dígitos del identificador, corresponderán al nombre del escritorios virtual anteponiendo la palabra estudiante; ej: ID **103**, nombre: **estudiante03**

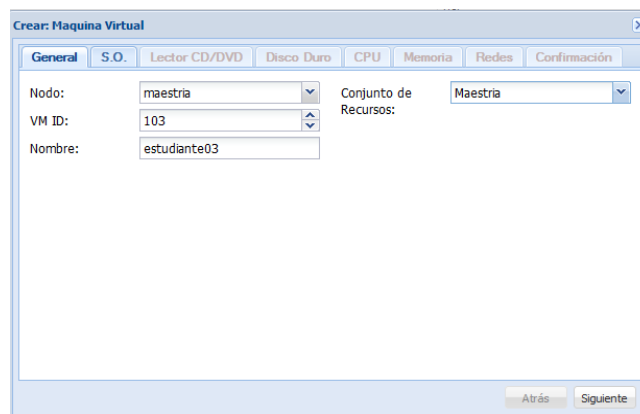
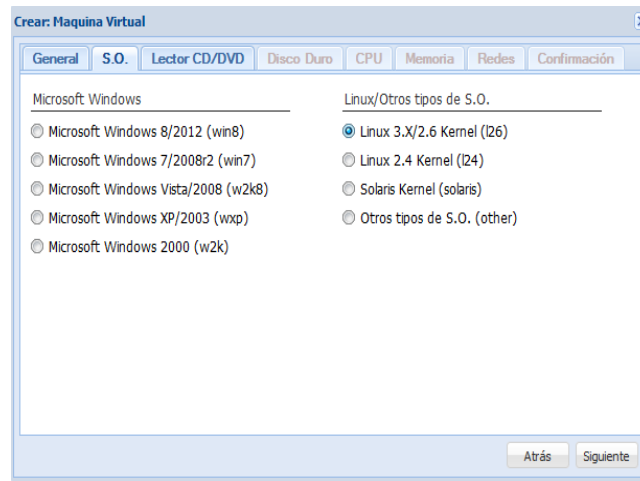


Figura 3-19: Nombre e identificador de VM
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

A continuación, se elegirá el sistema operativo de la máquina virtual. Como se aprecia en la gráfica, los sistemas operativos soportados por Proxmox varían entre Windows y Linux. Para cumplir con los objetivos de la Universidad y de este proyecto para el uso de Linux, se selecciona Linux 3.X/2.6 Kernel. (Linux 3.X liberado a partir de Julio del 2011). (DENX Software Engineering, 2014)



*Figura 3-20: Selección de Sistema Operativo
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)*

La imagen del sistema operativo puede seleccionarse desde dos fuentes:

- ISO-CD/DVD almacenado en el disco local del servidor físico o cualquier volumen conectado directamente a éste
- Driver físico conectado al servidor físico para lector de CD/DVD

No usar algún medio es una opción que permite elegir la imagen posterior al encendido de la máquina virtual.

En este caso, se ha descargado el ISO de Ubuntu 14.04.1 y almacenado en el volumen *local* (el ISO se obtuvo desde <http://www.ubuntu.com/download/desktop> en noviembre del 2014).

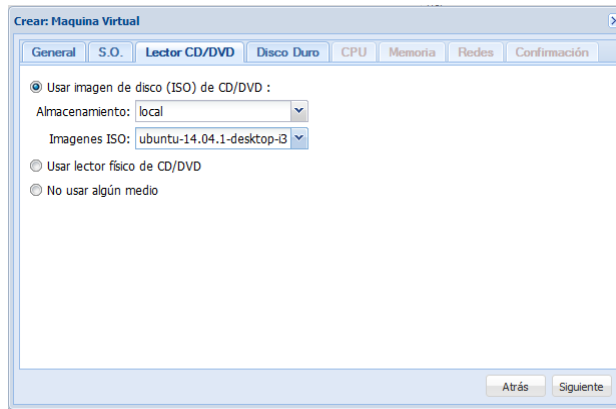


Figura 3-21: Selección de imagen
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Las características que se configuran a partir de ahora, son aquellas que se consideraron en la tabla 3.8 de este capítulo.

En la pestaña *Hard disk*, se eligen los siguientes parámetros:

- *Bus Device*: SATA (mayor velocidad, bus interno de servidor físico).
- *Storage*: local (disco conectado directamente en el servidor físico).
- *Disk size (GB)*: 10
- *Format*: QEMU (emula un sistema operativo dentro de otro sin tener que reparticionar el disco duro). (Wikibooks, 2014)
- *Cache*: Default (No cache).
- *No backup*: funcionalidad deshabilitada para permitir el respaldo de la máquina virtual.
- *Discard*: funcionalidad para bloquear la máquina virtual después de su creación.

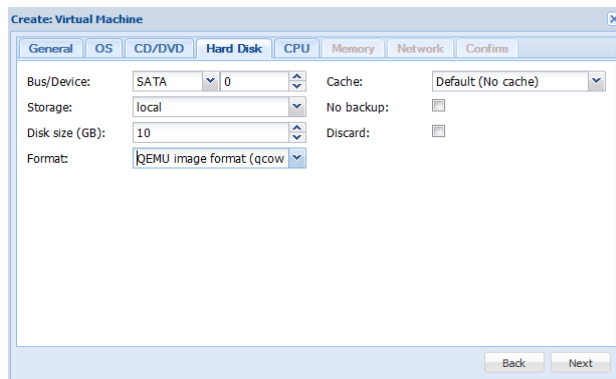


Figura 3-22: Tamaño, ubicación y formato de disco
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Una vez creado el disco, la siguiente característica es el CPU. Se elige:

- *Sockets*: 1 (relacionado al número de procesadores).
- *Núcleos*: 1 (relacionado al número de cores de procesador).
- *Tipo*: Estándar kvm64 (32-64 bits).
- *Total de núcleos*: 1 (corresponde a la multiplicación del número de sockets por el número de núcleos).

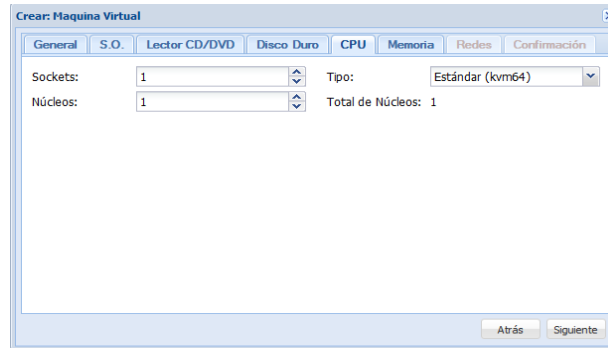


Figura 3-23: Número de procesadores y núcleos
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Para el tamaño de la memoria, existen dos opciones: *Utilizar un tamaño fijo de memoria* (se conservará pese a la sobrecarga de este recurso) o *Asignar memoria automáticamente dentro de un rango* (de acuerdo a la carga registrada dentro de límites establecidos). Para el caso específico de esta implementación, se mantendrá la primera opción, bajo la cual se establece un valor fijo para la RAM, es decir, 512MB.

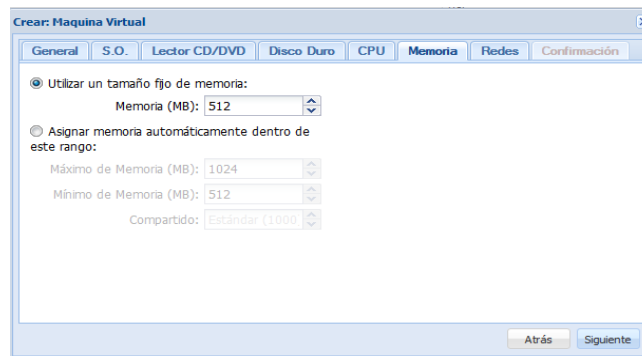


Figura 3-24: Asignación de RAM
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

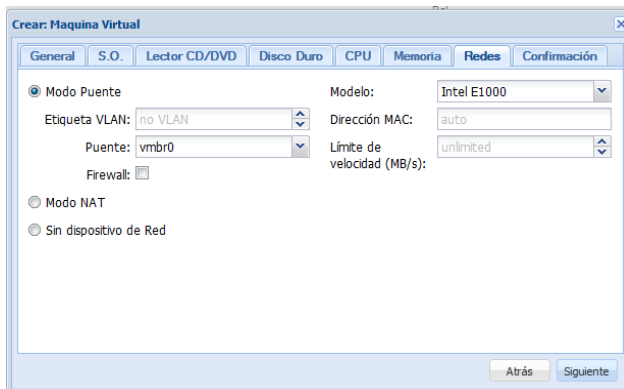
La conexión a red, se puede realizar a través de tres métodos.

- *Modo Puente*: conexión de la máquina virtual a la red a través de la interfaz física del host usando una configuración TCP/IP. La *Etiqueta VLAN* (802.1Q) permite configurar el ID de la VLAN por medio de la cual, la máquina virtual se conectará a la red. *Puente* se refiere al nombre de la interfaz de red dentro de la máquina virtual, para este caso vmbr0 (virtual machine bridge 0).
- *Modo NAT*: usado para traducir direcciones IP internas en una sola IP externa.
- *Sin dispositivo de red*: para máquinas virtuales sin conexión a red.

Para la configuración de los 26 escritorios virtuales, se usa Modo Puente y se selecciona el modelo de tarjeta Intel E1000.

En esta pestaña, es posible configurar una *Dirección MAC* específica para cada máquina virtual, así como el *Límite de velocidad* de transmisión expresado en (MB/s.) Si estos dos últimos campos se dejan en blanco, el sistema reserva una dirección MAC aleatoria para cada máquina, así como, se establecen las características de la tarjeta de red E1000: full dúplex y autonegociación a 10, 100 o 1000 Mbps.

Clic en *Siguiente* para continuar.



*Figura 3-25: Características de red
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)*

Ahora, se muestra la pestaña con todas las configuraciones anteriormente seleccionadas. Para completar la creación de la máquina virtual, se elige *Finalizado*.

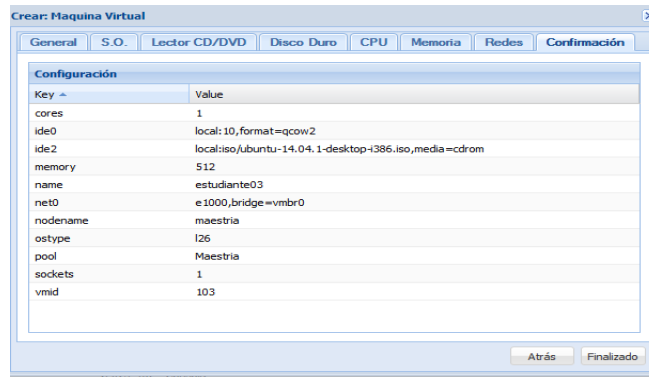


Figura 3-26: Resumen de configuración
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Una vez que se ha creado la máquina virtual, se la convertirá en la máquina modelo o base, que servirá para desplegar varias máquinas virtuales con características idénticas a ella, para lo cual es necesario convertirla en plantilla.

En la consola general de Proxmox, seleccione la máquina virtual modelo apagada y haciendo un clic derecho, elija la opción *Convertir a plantilla*, como se muestra en la figura a continuación.

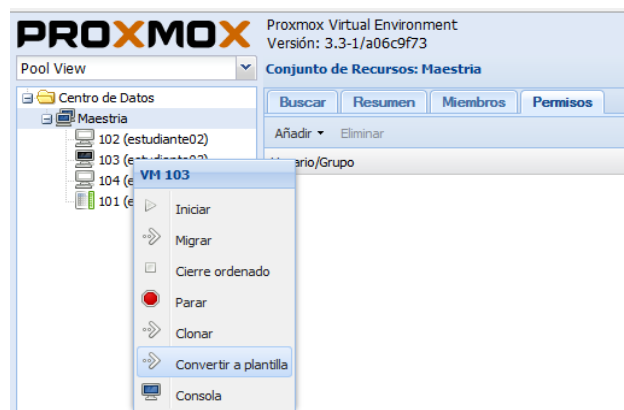


Figura 3-27: Conversión a plantilla
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Cuando la tarea de convertir la máquina virtual modelo haya concluido, un nuevo ícono aparecerá en la consola de Proxmox como se observa en la siguiente gráfica:

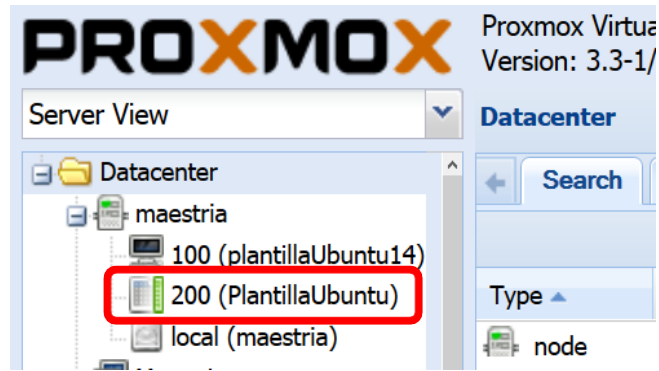


Figura 3-28: Ícono de plantilla
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

3.6.4 Clonación de máquinas virtuales

A partir de la plantilla creada, se podrán crear varias copias idénticas a ella a través de la opción *Clonar*, con clic derecho sobre la plantilla.



Figura 3-29: Clonación de máquina virtual
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Para el proceso de clonación, se requiere completar la información que se indica en la siguiente pantalla:

- *Nodo destino*: corresponde al host o servidor físico que alojará la máquina virtual.
- *VM ID*: como ya se lo explicó previamente, corresponde a un identificador único de la máquina virtual (se eligió ID con números superiores a 100).
- *Nombre*: único para cada máquina virtual.
- *Modo*: Clonación completa (requiere la misma cantidad de espacio en disco que la plantilla y es una máquina virtual totalmente independiente), Clonación

enlazada (requiere menor cantidad de disco que la plantilla y es dependiente).
(Proxmox Home Page)

- *Conjunto de recursos*: Maestría
- *Almacenamiento destino*: local
- *Formato*: Imagen de disco QEMU

Clicar *Clonar* para completar.



Figura 3-30: Características de clonación
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Una vez que se ha obtenido una máquina virtual nueva a través de la clonación de una plantilla, es indispensable modificar ciertos parámetros internos de forma manual para facilitar la administración de todos los escritorios virtualizados. Para ello, se debe en primera instancia, encender el equipo clicando en *Iniciar*.

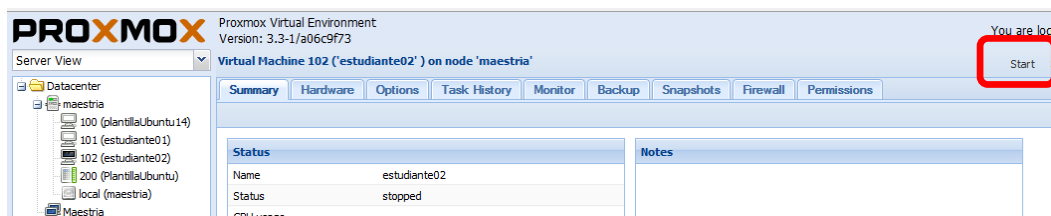


Figura 3-31: ícono de arranque de una máquina virtual
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Para acceder a la consola gráfica del escritorio virtual, se selecciona el ícono *Consola* y se elige la opción *noVNC* como se muestra en la siguiente gráfica.

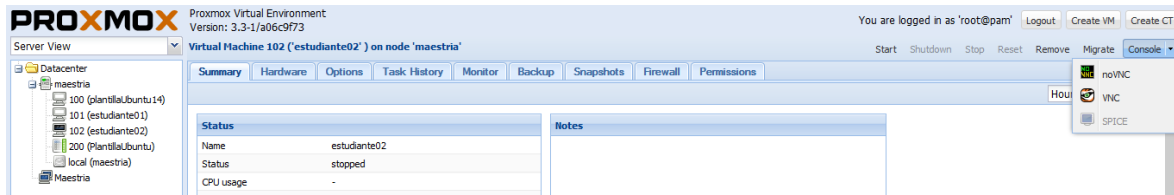


Figura 3-32: Consola gráfica para máquinas virtuales
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

A continuación y de forma automática, se abre una nueva pestaña de navegación con la pantalla de inicio de sesión de Ubuntu. Se ingresa la contraseña asignada en la instalación de sistema operativo: uisrael2014

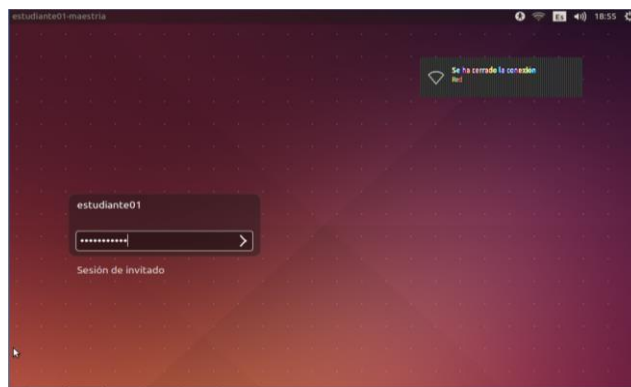


Figura 3-33: Inicio de sesión en escritorio virtual
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Una vez iniciada la sesión, se dirige a *Conexiones de red*, dentro de Aplicaciones de Ubuntu.

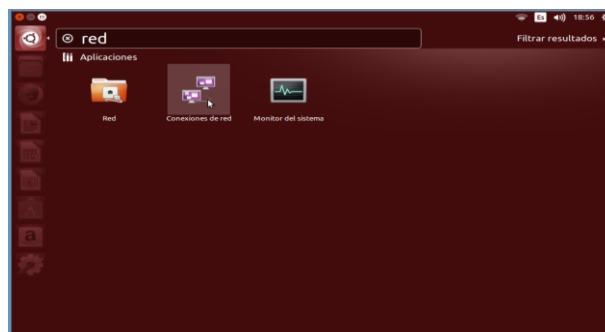


Figura 3-34: Conexión de red dentro de escritorio virtual
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Se desplegará una pantalla similar a la que se muestra en la figura, se elige *Conexión cableada* y la opción *Editar*.

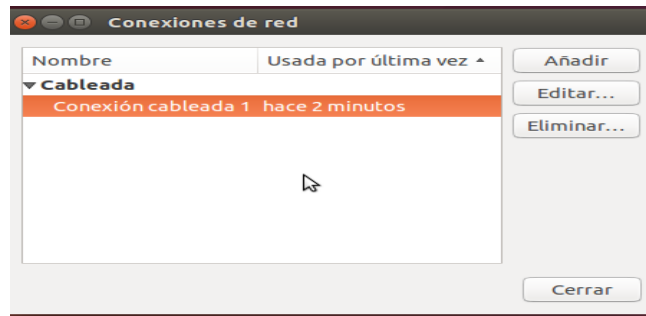


Figura 3-35: Panel de conexiones de red Ubuntu
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

El único parámetro a modificar, será la Dirección IP, puesto que ésta es diferente en cada escritorio virtual.

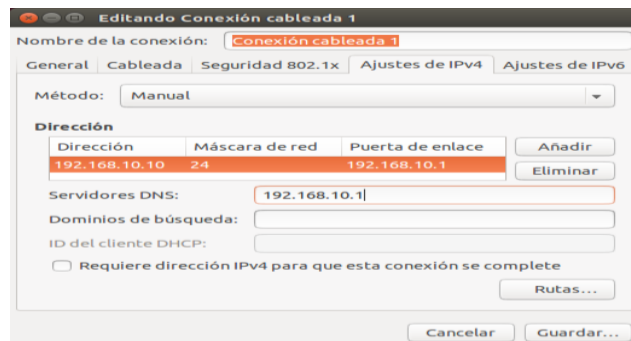


Figura 3-36: Configuraciones Ethernet Ubuntu
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Cabe recalcar que la modificación de la dirección IP, es opcional, no es obligatoria.

A continuación, se accede a *Terminal* del sistema en Aplicaciones de Ubuntu.

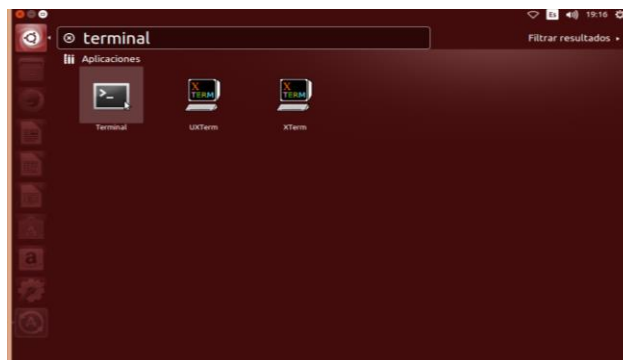


Figura 3-37: Localización de Terminal Ubuntu
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

En Terminal se realiza el cambio de hostname o nombre de equipo. Se escribe `sudo gedit /etc/hostname` y la contraseña de super usuario, para modificar la numeración del escritorio de acuerdo al ID asignado. Para el caso del ejemplo, se modificó de `estudiante01` a `estudiante06` conservando la terminación `-maestria`.

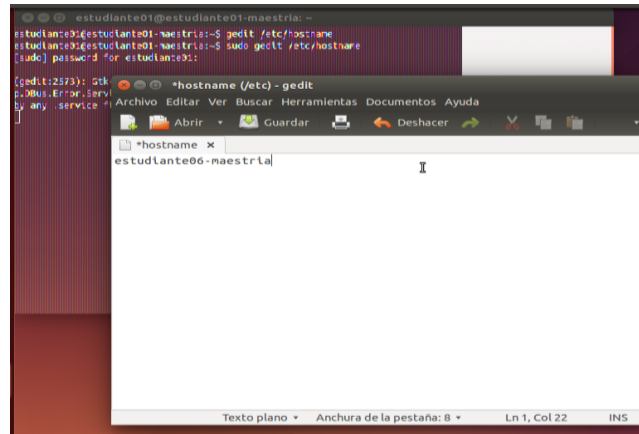


Figura 3-38: Edición de `/etc/hostname`
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Después de reiniciar el equipo para reflejar los cambios, se debe modificar el archivo `/etc/hosts`; se accede a él a través de `sudo gedit /etc/hosts` (se solicita contraseña de root). En la segunda línea, se modifica el nombre del nuevo escritorio virtual creado, tal como se lo hizo en el paso anterior.

Se muestra el ejemplo en la gráfica siguiente.

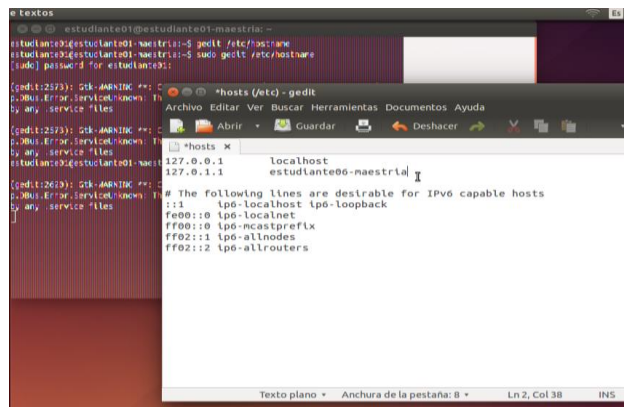


Figura 3-39: Edición de `/etc/hosts`
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Para registrar los cambios, es obligatorio hacer un reinicio de la máquina virtual.

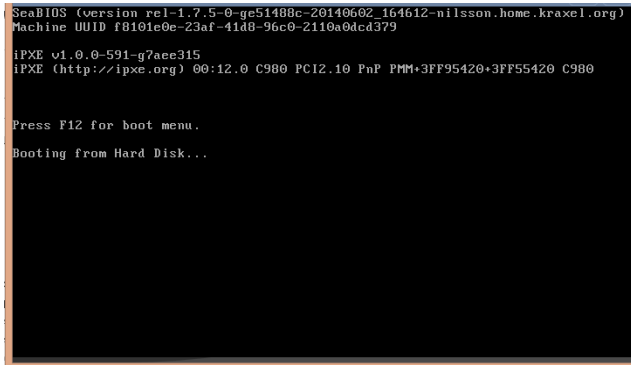


Figura 3-40: Reinicio de escritorio virtual
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Se inicia sesión y se accede a *Cuentas de usuario* en Aplicaciones de Ubuntu.

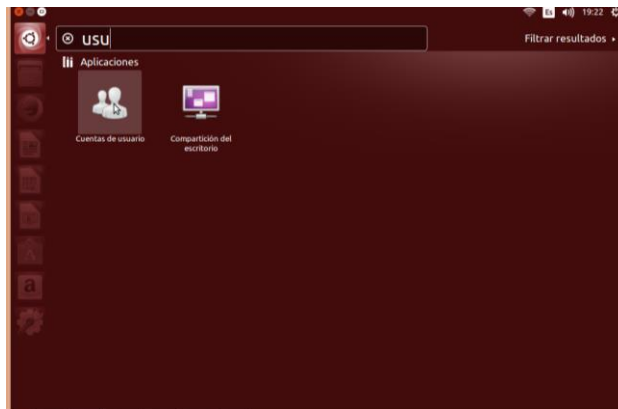


Figura 3-41: Localización de Cuentas de Usuario Ubuntu
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Se selecciona la opción *Desbloquear* la cuenta de administrador, de tal manera que sea posible crear una cuenta para el usuario final.

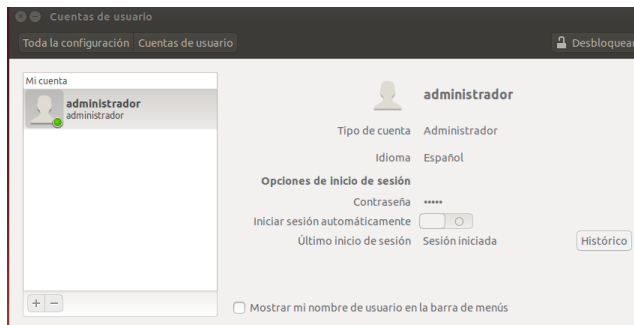


Figura 3-42: Desbloqueo de usuario administrador
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Se solicita la contraseña de usuario administrador para desbloquear la cuenta y una vez escrita, se elige *Autenticar*.

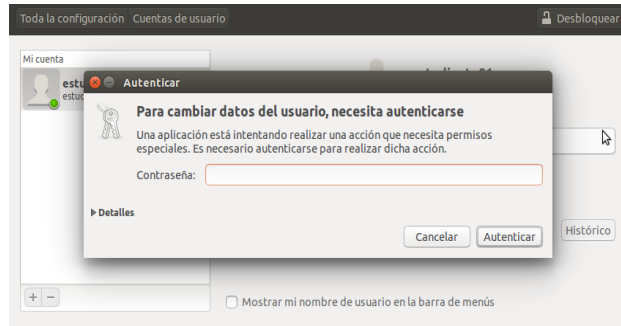


Figura 3-43: Autenticación de cuenta de administrador
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

A continuación, se añade una cuenta tipo *Estándar* completando los datos solicitados para *Nombre completo* y *Nombre de usuario*, el mismo que corresponde a cada estudiante seguido del número de ID.

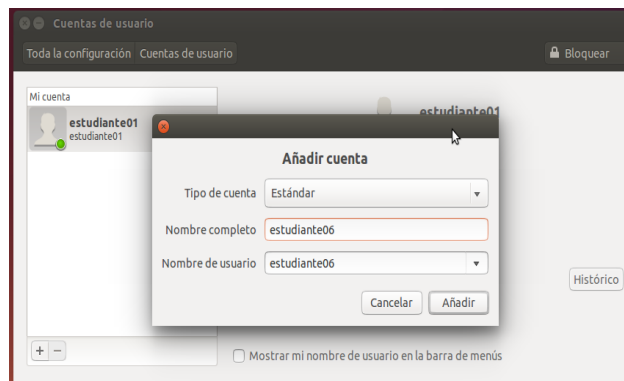


Figura 3-44: Creación de nueva cuenta de usuario
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Una vez creada la cuenta de usuario estándar, se debe establecer una contraseña para acceso. La contraseña para un usuario estándar debe ser diferente que la del usuario administrador (root).

Para establecer esta clave, el administrador puede mantener un esquema general para todos los estudiantes o puede personalizarlo de forma individual. Para este proyecto se ha estandarizado la contraseña, estableciendo el modelo *uisrael.ID*, para el siguiente ejemplo, la clave es: *uisrael.06*

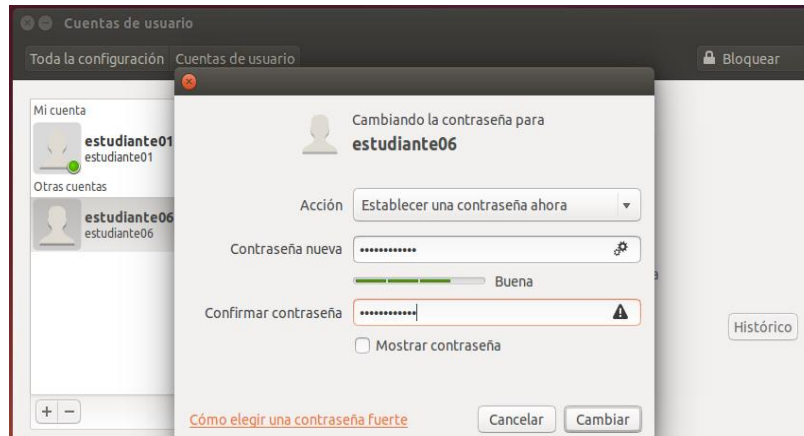


Figura 3-45: Cambio de contraseña de usuario
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Para validar los cambios, se cierra la sesión actual y se inicia con el nuevo usuario y contraseña asignada para los estudiantes de maestría.

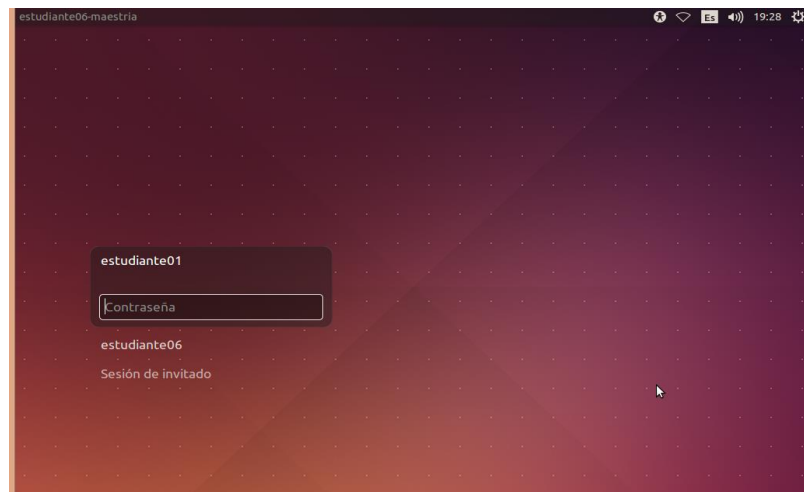


Figura 3-46: Inicio de sesión escritorio virtual
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Dentro del escritorio virtual, es posible acceder a todas las herramientas de ofimática y utilitarios que requieren los maestrantes para la elaboración de tareas, proyectos e investigaciones, tal como se muestra en la figura a continuación.

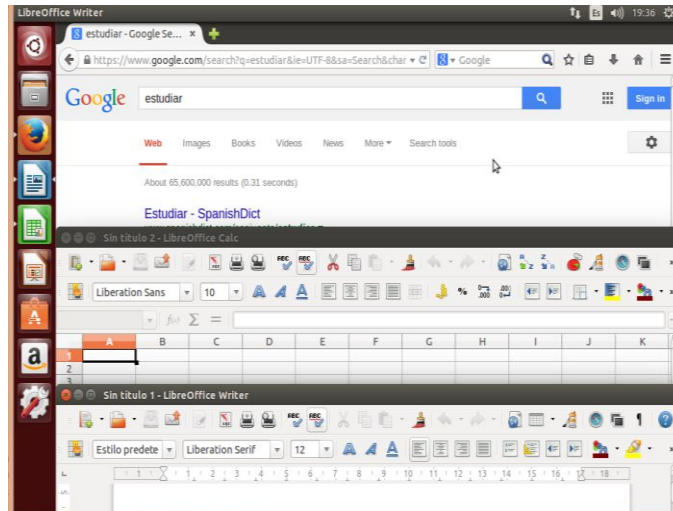


Figura 3-47: Escritorio virtual con aplicaciones y utilitarios
(Fuente: Investigadora, Noviembre 2014)

Es importante recalcar, que de todo el proceso que se ha expuesto, el cambio de dirección IP puede omitirse, gracias a la característica de asignación de un XID a través de la red 129.1.x.x, lo que permite a cada máquina virtual ser independiente en la red. (Network Working Group, 2014).

3.6.5 Acceso a escritorio virtual

Para el acceso a cada escritorio virtual a través del Internet, se debe considerar lo siguiente:

- El dispositivo (equipo de escritorio, laptop, tablet), debe tener una conexión estable a Internet
- Poseer instalado un navegador web (Firefox Mozilla de preferencia).
- Tener el complemento Java Deployment Toolkit (última versión disponible).

Una vez que se cuente con ello, se accederá a cada escritorio con las credenciales asignadas a cada usuario a través de la URL modelo:

<https://186.42.96.210:8006/?console=kvm&novnc=1&vmid=101&vmname=estudiante01&node=maestria>, donde:

- 186.42.96.210 corresponde a la IP pública
- 101, estudiante01 es el identificador que deberá modificarse para cada estudiante.

3.7 Análisis económico

3.7.1 Situación actual

Actualmente el centro de datos y laboratorios de la Ulsrael, se gestiona tradicionalmente bajo procedimientos manuales e individuales, es decir que existe personal administrador que se encarga de instalar, configurar y reparar los sistemas operativos y aplicaciones que usan los maestrantes.

Estas tareas conllevan tiempo y varias veces son muy extendidos, para solventar requerimientos realizados por cada estudiante; lo que implica períodos de administración más prolongados.

Bajo este esquema, los laboratorios usan sistemas operativos licenciados, lo que significa que la adquisición de licencias de Windows y antivirus resulte indispensable. A continuación se detalla la inversión realizada para los 26 maestrantes del proyecto:

Ítem	Rubros	Inversión (USD)	Cantidad	Total (USD)
1	Licencias Windows	300	26	7 800
2	Licencias antivirus	50	26	1 300
TOTAL				9 100

*Tabla 3-14: Inversión inicial de licencias para laboratorios
(Fuente: Investigadora, Diciembre 2014)*

Como se puede observar en la Tabla 3-14, el total de inversión es de USD 9.100, mismos que se realizaron por una sola vez, ya que a que las licencias no tienen fecha de caducidad.

Con respecto a los costos que asume actualmente la Universidad, se puede destacar: mantenimiento, arrendamiento, seguridad, depreciación de bienes, cuyo detalle se muestra a continuación:

Ítem	Rubros	Costo Unitario	Cantidad	Costo Mensual	Meses	Total Costo
1	Luz eléctrica	\$ 0.09	832	\$ 14.98	12	\$ 179.71
2	Mantenimiento del centro de datos y laboratorios (2 personas)	\$452.14	2	\$ 904.28	12	\$10,851.36
3	Administración del centro de datos (2 personas)	\$452.14	2	\$ 904.28	12	\$10,851.36
4	Seguridad del edificio (prorrateo del centro de datos y laboratorios 20%)	\$452.14		\$ 90.43	12	\$ 1,085.14
5	Limpieza del edificio (prorrateo del centro de datos y laboratorios 5%)	\$1356.42		\$ 67.82	12	\$ 813.85
6	Arriendo del edificio (prorrateo del centro de datos y laboratorios 10%)	\$ 3 000		\$ 300.00	12	\$ 3,600.00
7	Depreciación de equipos (33.33% anual)	\$ 600	26			\$ 5,148.00
8	Depreciación de muebles (10% anual)	\$ 80	26			\$ 208.00
TOTAL				\$2,788.02		\$32,737.42

*Tabla 3-15: Costo anual de laboratorios
(Fuente: Investigadora, Diciembre 2014)*

- Energía eléctrica: El consumo promedio de un computador es de 0,2 Kilovatios – hora (KWh), el costo KWh en zona comercial de la ciudad de Quito es de USD 0.09. Considerando que los estudiantes de Maestría acuden a la Universidad 4 días al mes durante 8 horas, se calculó un costo anual que es de USD 179.71.
- Mantenimiento: Dos personas realizan tareas de mantenimiento del centro de datos y laboratorios, mismos que perciben un salario básico unificado, que con todos los beneficios de ley, suman un valor anual de USD 10. 851,36.
- Administración: Dos personas se encargan de la administración del centro de datos y laboratorios, quienes perciben un salario básico unificado, que con todos los beneficios de ley, suman un valor anual de USD 10. 85,36.
- Seguridad: Para el análisis se ha determinado que, del costo total que la Universidad asigna para seguridad del edificio, el centro de datos y laboratorios, representa el 20%; lo que significa un costo anual de USD 1.085,14.

- Limpieza: para el análisis se ha determinado que, del costo total que la Universidad asigna para limpieza del edificio, el centro de datos y laboratorios, representa el 5%; lo que significa un costo anual de USD 813,85.
- Arrendamiento: para el análisis se ha determinado que, del costo total que la Universidad asigna para arrendamiento del edificio, el centro de datos y laboratorios, representa el 10%; lo que significa un costo anual de USD 3.600.
- Depreciación de Equipos: se ha considerado un costo de UDS 600 por cada computador, que multiplicado por 26 estudiantes de Maestría representa un valor de USD 15 600, al mismo que se aplicó un 33.33% de porcentaje de depreciación anual.
- Depreciación de muebles: se ha considerado un costo de UDS 80 por las mesas y sillas que existen en los laboratorios disponibles para los 26 estudiantes de Maestría; lo que representan USD 2.080 al mismo que se aplicó un 10% de porcentaje de depreciación anual.

Por consiguiente el costo total anual, que la Universidad invierte es de USD 32.737,42

3.7.2 Situación esperada

Con la propuesta de implementación de una plataforma virtual basada en software libre, se deberá invertir en la adquisición de un servidor y otros componentes de TI (enfocados a conexión) que permitirán automatizar las tareas de administración y mantenimiento, es decir, que las actividades de instalación, configuración y reparación, se realizarán de forma simultánea, incidiendo directamente en la reducción de tiempos; así también se eliminará la necesidad de adquirir licencias para sistemas operativos y antivirus, por cuanto software libre no requiere de este licenciamiento.

A continuación se detallan los rubros de inversión para la plataforma virtual:

Ítem	Rubros	Inversión (USD)	Cantidad	Total (USD)
1	Servidor	2 000	1	2 000
2	Otros componentes de TI	2 000	1	2 000
TOTAL				4 000

Tabla 3-16: Inversión inicial de plataforma virtual
(Fuente: Investigadora, Diciembre 2014)

El total invertido ha sido USD 4.000, lo que representa un 6% de ahorro a la inversión realizada en el esquema tradicional.

Cabe mencionar, que una de las ventajas de la virtualización, es la variedad de servidores físicos sobre los que es posible alojar máquinas virtuales, lo que significa, que si la Universidad incrementa el volumen de escritorios para maestrantes en el futuro, puede elegir entre varios fabricantes, modelos, capacidades, demostrando ser flexible ante los cambios y mejoras de los sistemas sin afectar su funcionalidad. El detalle de costos para la plataforma virtual, se resume a continuación:

Ítem	Rubros	Costo Unitario	Cantidad	Costo Mensual	Meses	Costo Total
1	Luz eléctrica	\$ 0,09	166,4	\$ 14,98	12	\$ 179,71
2	Mantenimiento del centro de datos y laboratorios (1 persona)	\$ 452,14	1	\$ 452,14	12	\$5.425,68
3	Administración del centro de datos (1 persona)	\$ 452,14	1	\$ 452,14	12	\$5.425,68
4	Seguridad del edificio (prorrateo del centro de datos y laboratorios 20%)	\$ 452,14	1	\$ 90,43	12	\$1.085,14
5	Limpieza del edificio (prorrateo del centro de datos y laboratorios 5%)	\$1356,42	1	\$ 67,82	12	\$ 813,85
6	Arriendo del edificio (prorrateo del centro de datos y laboratorios 10%)	\$3000,00		\$ 300,00	12	\$3.600,00

Tabla 3-17: Costos proyectados para laboratorios
(Fuente: Investigadora, Diciembre 2014)

7	Depreciación de equipos (33.33% anual)	\$ 600	26			\$5.148,00
8	Depreciación de muebles (10% anual)	\$ 80	26			\$ 208,00
9	Depreciación de servidor (33.33% anual)	\$2000	1			\$ 660,00
TOTAL				\$1.988,84		\$ 23.206,06

*Tabla 3-17: Costos proyectados para laboratorios. Continuación,
(Fuente: Investigadora, Diciembre 2014)*

- Energía eléctrica: el costo anual es de USD 179,71 igual que en esquema tradicional.
- Mantenimiento: con la automatización del centro de datos, únicamente se requiere de una persona para realizar tareas de mantenimiento, quien percibe un salario básico unificado, que con todos los beneficios de ley, suman un valor anual de USD 5.425,68.
- Administración: al igual que el mantenimiento, una sola persona se encarga de la administración del centro de datos y laboratorios, quien percibe un salario básico unificado, que con todos los beneficios de ley, suman un valor anual de USD 5.425,68.
- Seguridad: el costo anual es de USD 1.085,14 igual que en esquema tradicional.
- Limpieza: el costo anual es de USD 813,85 14 igual que en esquema tradicional.
- Arrendamiento: el costo anual es de USD 3.600 igual que en esquema tradicional.
- Depreciación de Equipos: el costo anual es de USD 15.600, igual que en el esquema tradicional.
- Depreciación de muebles: el costo anual es de USD 2.080, igual que en esquema tradicional.

- Depreciación del servidor: se ha considerado un costo de UDS 2.000, al mismo que se aplicó un 33.33% de porcentaje de depreciación anual obteniendo un valor de USD 660.

Por consiguiente el costo total anual, que actualmente la Universidad invierte en todos estos rubros suma USD 23.866,06 lo que representa un ahorro del 26,35% del costo total anual con respecto al esquema tradicional.

Las tablas 3-15 y 3-17 se han elaborado en base a datos actuales obtenidos de la planilla de facturación de servicio comercial de la Empresa Eléctrica Quito; tabla de remuneración básica unificada 2014 del Ministerio de Relaciones Laborales, tabla de depreciación contable de muebles y equipos de cómputo y referencia comercial de proveedores Microsoft y software antivirus del mercado nacional.

3.7.3 Comparación de costos

Considerando una inflación promedio anual del 5% (Banco Central de Ecuador), se ha realizado una proyección de gastos para el centro de datos y laboratorios considerando el mantenimiento y administración de la plataforma virtual con un promedio de 30 estudiantes durante de cinco años, lo cual se refleja en la siguiente tabla:

Año	Período	Costo esquema tradicional	Costo plataforma virtual	Diferencia
0	2014	\$ 32.737,42	\$ 23.206,06	\$ 9.531,36
1	2015	\$ 34.374,29	\$ 24.366,36	\$ 10.007,93
2	2016	\$ 36.093,01	\$ 25.584,68	\$ 10.508,32
3	2017	\$ 37.897,66	\$ 26.863,92	\$ 11.033,74
4	2018	\$ 39.792,54	\$ 28.207,11	\$ 11.585,43
5	2019	\$ 41.782,17	\$ 29.617,47	\$ 12.164,70
6	2020	\$ 43.871,27	\$ 31.098,34	\$ 12.772,93

Tabla 3-18: Proyección de gastos hasta 2020 de laboratorios de cómputo para Maestría (Fuente: Investigadora, Diciembre 2014)

De acuerdo a la tabla 3-18, donde se han considerado los costos de mantenimiento y administración de los laboratorios para maestrantes en el esquema tradicional comparado con los mismos gastos asociados a la plataforma virtual, se puede observar un diferencial que va creciendo anualmente. El análisis está basado en la muestra y en los recursos físicos que ésta requiere para su normal desempeño durante 5 años.

CONCLUSIONES

- A lo largo de la investigación, se encontró varias soluciones de virtualización. Gran parte de ellas, pretenden cumplir las expectativas de la mayor parte de usuarios y administradores de infraestructuras tecnológicas; otras en cambio, se centran en características específicas de acuerdo a la necesidad del usuario final, como es el caso de Proxmox, el cual ha ido evolucionando gracias al aporte de la comunidad de Linux.
- Existen varias soluciones de virtualización en el mercado nacional. Aquellas que se implementan sobre software libre, poseen grandes beneficios tanto para empresas privadas como públicas, ofreciendo altos niveles de escalabilidad, flexibilidad y seguridad; así como un considerable ahorro en gastos operativos, de administración y mantenimiento.
- De acuerdo a la entrevista realizada al Ing. Edwin Lagos, director de recursos tecnológicos de la Universidad Israel (Anexo 2), se pudo determinar que actualmente, el centro de datos carece de servidores para implementar la solución propuesta, sin embargo, en el análisis financiero realizado, se incluyeron los gastos de un servidor y demás componentes de TI indispensables para la implementación y puesta en marcha de la plataforma virtual, gastos que al término de cinco años estarían financiera y tecnológicamente justificados.
- La capacidad tecnológica calculada para alojar la solución de escritorios virtuales para 26 estudiantes de Maestría es mínima, comparada con los grandes recursos que se encuentran actualmente en computadores de escritorio físicos, mismos que escasamente alcanzan los umbrales de uso de sus recursos, especialmente de CPU y memoria RAM generándose un desperdicio expresado en términos tecnológicos y financieros.

- De acuerdo a las encuestas aplicadas a los estudiantes de Maestría, se pudo determinar una semejanza en las aplicaciones y utilitarios con los que realizan tareas, proyectos, investigaciones, tanto en su desempeño académico como profesional.
- Las encuestas demostraron que la mayoría de estudiantes de Maestría no están asociados a sistemas operativos Linux.
- El tiempo empleado en la provisión de un nuevo escritorio virtual se reduce en un 300% en comparación a lo que un administrador tardaría en provisionar un equipo físico para un estudiante de Maestría.
- La Unidad de Maestrías de la Ulsrael cuenta con una plataforma virtual que le permite generar, modificar y compartir contenidos. Las tareas pueden ser realizadas en las aulas de la Universidad y fuera de ellas en cualquier momento y pueden ser evaluadas y/o corregidas por el docente en formato digital.
- El parámetro de mayor incidencia en el desempeño de los escritorios virtuales es la latencia de red, por lo que es importante tomar en cuenta el tiempo de respuesta tanto en la LAN, como el acceso a través de internet. Para este proyecto, el ancho de banda de la red de la Universidad es suficiente para el número de estudiantes de Maestría, sin embargo, no pudiera serlo si aumenta el número de estudiantes accediendo a sus máquinas virtuales.

RECOMENDACIONES

- La solución de escritorios virtuales es viable tecnológicamente y financieramente, por lo que sería importante considerar su implementación para todas las facultades y departamentos de la Universidad.
- La posibilidad de crear máquinas virtuales a través de plantillas perfectamente dimensionadas dentro de Proxmox, permitirá al administrador de infraestructura, tener mayor control sobre los recursos físicos que se asignen, consuman, adquieran para cada facultad, nivel o departamento.
- Se debería considerar la generalización del diseño planteado para facilitar el envío y calificación de las tareas de estudiantes. Con el fin de que los maestros tengan acceso a un repositorio centralizado y organizado; los estudiantes almacenarían sus tareas directamente en la ubicación lógica, de acuerdo a su curso y asignatura sin necesidad de enviar los archivos mediante correo electrónico, de tal forma que se cumpla con dos objetivos importantes: consolidar las tareas y evaluación con revisión de cambios realizadas por el tutor- docente.
- Es posible usar este documento para un re – dimensionamiento de la plataforma virtual para cuando la muestra supere notablemente el número considerado en este trabajo de investigación; además se puede utilizar para determinar costos aproximados de gastos asociados al mantenimiento y administración de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

- Ambriz Meza, J. J. (2012, Abril). *@-scholarum*. Tomado desde <http://genesis.uag.mx/escholarum/vol4/para4pdf.pdf#page=36>
- Branco Neves, F. C. (2013, Abril 16). *Revista Cloud Computing*. Tomado desde <http://www.revistacloudcomputing.com/2013/04/los-beneficios-de-una-virtualizacion-bien-planeada/>
- DENX Software Engineering*. (2014, Noviembre 24). Tomado desde <http://www.denx.de/wiki/Know/Linux24vs26>
- Find the best*. (2014, Julio). Tomado desde <http://virtualization.findthebest.com/compare/26-37/OpenVZ-Linux-Containers-vs-Proxmox-VE>
- Flo systems. (2012, Junio). *Flo systems*. Tomado desde <http://www.gonzalonazareno.org/cloud/formacion/virtualizacion.pdf>
- Network Working Group (2014, Diciembre): <http://tools.ietf.org/html/rfc1188>
- openvz.org.com*. (2014, Octubre 20). Tomado desde <http://openvz.org.com>
- Proxmox Home Page*. (n.d.). (Diciembre 2014), Tomado desde https://pve.proxmox.com/wiki/VM_Templates_and_Clones
- proxmox.com*. (2014, Noviembre 12). Tomado desde Proxmox VE: <http://www.proxmox.com/es/proxmox-ve/features>
- Silvio, J. (1998). *Unesco Venezuela*. Tomado desde <http://www.iesalc.unesco.org.ve/ess/index.php/ess/article/view/302/256>

Trizclass. (n.d.). Retrieved from <https://www.trizclass.com/post/13-virtualizacion/26-arquitecturas.html>

Ulloa, L. F. (2009). *Revista Electrónica de la Facultad de Ingeniería*. Tomado desde Lámpsakos:
<http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/779/748>

Wikibooks. (2014, Noviembre 28). Tomado desde
<http://en.wikibooks.org/wiki/QEMU/Images>

ANEXOS

Anexo1

Encuesta para maestrantes

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
Facultad de Ingeniería Electrónica
Proyecto Integrador de Carrera

CUESTIONARIO A MAESTRANTES DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS

OBJETIVO: Implementar de una plataforma virtual basada en software libre para que los estudiantes de Maestría de la UIsrael puedan acceder a un equipo personalizado de cómputo desde cualquier lugar, las 24 horas del día

DATOS INFORMATIVOS;

Nombre:.....Edad.....Sexo.....N° de Ficha.....

Maestría de:.....

Especialización:.....

Módulo:.....

Investigador: Patricia Chamorro J Fecha:.....

INSTRUCCIONES:

De acuerdo a su experiencia con ofimática (herramientas informáticas para realizar diferentes procedimientos), señale con una X

1.- Las aplicaciones que Ud. usa para el desarrollo de tareas e investigaciones en su formación de Maestría.

Aplicaciones	X
Procesador de Texto	
Hoja de cálculo	
Herramienta de presentación multimedia	
Base de datos	
Ninguna de las anteriores	

2.- De acuerdo a su experiencia con utilitarios de ofimática, señale con una X aquellas que usa frecuentemente para el desarrollo de sus tareas, investigaciones o proyectos en su formación de Maestría.

Utilidades	X
Agenda	
Calculadora	
Correo electrónico	
Ninguna de las anteriores	

3.- En caso que Ud. use herramientas ofimáticas adicionales a las que se ha indicado, escriba cuáles son y en la columna de la derecha califíquelas de acuerdo al nivel de importancia.

A: Muy importante B: Poco importante

Herramientas ofimáticas	Calificación

4.- Señale con una X, el sistema operativo con el que tiene mayor afinidad y destreza.

Sistema Operativo	X
Ubuntu	
Linux Mint	
Fedora	
Mandriva	
*Otro	

*Otro (indique cuál)

.....

Gracias por su Colaboración

Anexo 2

Encuesta aplicada al Ing Edwin Lago, administrador del centro de datos de la U Israel.

Anexo 3

Opciones de configuración para contenedores

Miscellaneous

--onboot yes | no

Sets whether the container will be started during system boot. The container will be started on boot by **vz** initscript if either this parameter is set to **yes**, or the container was running just before last reboot, and this parameter is not set to **no**. Default value is unset, meaning the container will be started if it was running before the last reboot.

--bootorder number

Sets the boot order priority for this CT. The higher the *number* is, the earlier in the boot process this container starts. By default this parameter is unset, which is considered to be the lowest priority, so containers with unset **bootorder** will start last.

--mount_opts option[,option...]

Sets additional mount options for container file system. Only applicable for **ploop** layout, ignored otherwise.

--userpasswd user.password

Sets password for the given user in a container, creating the user if it does not exist. Note that this option is not saved in configuration file at all (so **--save** flag is useless), it is applied directly to the container, by running distribution-specific programs inside the container. It is not recommended to combine this option with any other options.

In case container was not running, it is automatically started then all the appropriate changes are applied, then it is stopped.

Note that container should be created before using this option.

--disabled yes | no

Disable container start. To force the start of a disabled container, use **vzctl start --force**.

--name name

Add a name for a container. The *name* can later be used in subsequent calls to **vzctl** in place of *CTID*. Note this option can not be used without **--save**.

--description *string*

Add a textual description for a container.

--stop-timeout *seconds*

Sets a time to wait for container to stop on **vzctl stop** before forcibly killing it, in seconds. Note this option can not be used without **--save** flag.

Special value of **0** means to use compiled-in default.

Networking

--ipadd *addr*

Adds an IP address *addr* to a given container. Address can optionally have a netmask specified in the CIDR notation (e.g. **10.1.2.3/25**). Note that this option is incremental, so *addr* are added to already existing ones.

--ipdel *addr* | **all**

Removes IP address *addr* from a container. If you want to remove all the addresses, use **--ipdel all**.

--hostname *name*

Sets container hostname. **vzctl** writes it to the appropriate file inside a container (distribution-dependent).

--nameserver *addr*

Sets DNS server IP address for a container. If you want to set several nameservers, you should do it at once, so use **--nameserver** option multiple times in one call to **vzctl**, as all the name server values set in previous calls to **vzctl** are overwritten.

A special value of **inherit** can be used to auto-propagate nameserver value(s) from the host system's **/etc/resolv.conf** file.

veth interface configuration

The following options can be used to reconfigure the already-created virtual Ethernet interface. To select the interface to configure, use **--ifname** *name* option.

--mac *XX:XX:XX:XX:XX:XX*

MAC address of interface inside a container.

--host_ifname *name*

interface name for virtual interface in the host system.

--host_mac *XX:XX:XX:XX:XX:XX*

MAC address of interface in the host system.

If you want an independent communication with the Container through the bridge, you should specify a multicast MAC address here (FE:FF:FF:FF:FF:FF).

--bridge *name*

Bridge name. Custom network start scripts can use this value to automatically add the interface to a bridge.

--mac_filter *on | off*

Enables/disables MAC address filtering for the Container veth device and the possibility of configuring the MAC address of this device from inside the Container. If the filtering is turned on:

- the veth device accepts only those packets that have a MAC address in their headers corresponding to that of this device (excluding all broadcast and multicast packets);
- it is impossible to modify the veth MAC address from inside the Container.

By default, this functionality is enabled for all veth devices existing inside the Container.

--ram *bytes*

Sets physical memory (RAM) available to a container. Actually, the option is a shortcut for setting **--physpages** limit (the barrier is set to 0).

CPU fair scheduler parameters

These parameters control CPU usage by container.

--cpuunits *num*

CPU weight for a container. Argument is positive non-zero number, passed to and used in the kernel fair scheduler. The larger the number is, the more CPU time this container gets. Maximum value is 500000, minimal is 8. Number is relative to weights of all the other running containers. If **cpuunits** are not specified, default value of 1000 is used.

You can set CPU weight for CT0 (host system itself) as well (use **vzctl set 0 --cpuunits num**). Usually, OpenVZ initscript (**/etc/init.d/vz**) takes care of setting this.

--cpulimit *num*[%]

Limit of CPU usage for the container, in per cent. Note if the computer has 2 CPUs, it has total of 200% CPU time. Default CPU limit is **0** (no CPU limit).

--cpus *num*

sets number of CPUs available in the container.

--cpumask *cpus* | **auto** | **all**

Sets list of allowed CPUs for the container. Input format is a comma-separated list of decimal numbers and/or ranges. Consecutively set bits are shown as two hyphen-separated decimal numbers, the smallest and largest bit numbers set in the range. For example, if you want the container to execute on CPUs 0, 1, 2, 7, you should pass **0-2.7**. Default value is **all** (the container can execute on any CPU). If used with the **--nodemask** option, value of **auto** assigns all CPUs from the specified NUMA node to a container.

--nodemask *nodes* | **all**

Sets list of allowed NUMA nodes for the container. Input format is the same as for **--cpumask**. Note that **--nodemask** must be used with the **--cpumask** option.

Memory output parameters

For VSwap-enabled kernels (042stab042 or greater), this parameter is ignored. For older kernels, it controls the output of `/proc/meminfo` inside a container.

--meminfo none

No `/proc/meminfo` virtualization (the same as on host system).

--meminfo mode:value

Configure total memory output in a container. Reported free memory is evaluated accordingly to the mode being set. Reported swap is evaluated according to the settings of **--swappages** parameter.

You can use the following modes for *mode*:

- **pages:value** - sets total memory in pages;
- **privvmpages:value** - sets total memory as **privvmpages** * *value*.

Default is **privvmpages:1**.

Network devices control parameters

--netdev_add name

move network device from the host system to a specified container

--netdev_del name

delete network device from a specified container

Disk quota parameters

--diskquota yes | no

allows to enable or disable disk quota for a container. By default, a global value (**DISK_QUOTA**) from **vz.conf** is used.

Note that this parameter is ignored for **ploop** layout.

--diskspace num[:num]

For **simfs** layout, sets soft and hard disk quota limits. First parameter is soft limit, second is hard limit.

Snapshotting

Snapshotting is a feature based on checkpointing and ploop snapshots. It allows to save a complete state of container file system. Plus, if the container is running, it's in-memory state (as in checkpointing). Note that snapshot functionality is only working for containers on ploop device.

snapshot *CTID* [--id *uuid*] [--name *name*] [--description *desc*]

[--skip-suspend] [--skip-config]

Creates a container snapshot, i.e. saves the current container state, including its file system state, running processes state, and configuration file.

If a container is running, and **--skip-suspend** option is not specified, a container is checkpointed and then restored, and CT memory dump becomes the part of snapshot.

Unless **--skip-config** option is given, container configuration file is saved to the snapshot.

If *uuid* is not specified, it is auto-generated. Options **--name** and **--description** can be used to specify the snapshot name and description, respectively. Name is displayed by **snapshot-list**.

snapshot-switch *CTID* [--skip-resume] [--skip-config] --id *uuid*

Switches the container to a snapshot identified by *uuid*. Note that the current container state and its file system state is lost! If snapshot contains CT memory dump, and option **--skip-resume** is not specified, container is restored, otherwise it is stopped. If snapshot contains CT configuration file, and option **--skip-config** is not specified, container configuration file is restored.

snapshot-delete *CTID* --id *uuid*

Removes a specified snapshot.

snapshot-mount *CTID* --id *uuid* --target *directory*

Mounts a snapshot specified by *uuid* to a *directory*. Note this mount is read-only.

snapshot-umount *CTID* **--id** *uuid*

Unmounts a specified snapshot.

snapshot-list *CTID* [**-H**] [**-o** *field[,field...]*] [**--id** *uuid*]

List container's snapshots.

You can suppress displaying header using **-H** option.

You can use the **-o** option to display only the specified *field(s)*. List of available fields can be obtained using **-L** option.

Anexo 4

Direccionamiento IP considerado en la configuración del host de maestría.

Descripción	Dirección lógica
IP de administración (LAN)	192.168.100.10
Máscara de red	255.255.255.0
Puerta de enlace (Gateway)	192.168.100.0

DNS	192.168.100.3
IP de administración pública	186.42.96.210

Anexo 5

Oficio de donación de servidor: