

PROPUESTA DE MIGRACIÓN DE LOS SISTEMAS PROPIETARIOS DE LA UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS PARA LA IMPLANTACIÓN DE SOLUCIONES BASADAS EN SOFTWARE LIBRE

(Proposal for migration of proprietary systems of the Universidad de los Llanos to the implementation of solutions based on free software)

Pérez Rodríguez Elvis Miguel¹, Calderón-Benavides Liliana²

¹Facultad de Ingeniería, eperez700@unab.edu.co

²Facultad de Ingeniería, mcalderon@unab.edu.co

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Resumen:

Este artículo presenta la propuesta de un plan de migración para la Universidad de los Llanos, que define las directrices, acciones y soluciones necesarias, fundamentada en los problemas que presenta en sus sistemas tecnológicos actuales y en las nuevas necesidades que se presentan por el aumento de su oferta académica. El plan está compuesto por cuatro fases: levantamiento de información, que permita conocer todos los aspectos tecnológicos y de recurso humano de la Universidad; capacitación, dirigida al personal directivo, docente y administrativo; migración de servidores, servicios y equipos de oficina proponiendo un software libre equivalente; finalmente una fase de consolidación que permita realizar un buen análisis de costos, que exprese los beneficios a obtener en este proceso de migración a software libre, el desarrollo de la documentación e identificación de los riesgos.

Palabras claves:

Abstrac:

This article presents a proposed migration plan for the University of the Llanos, which defines the guidelines, actions and necessary solutions, based on the problems presented in its current technological systems and new needs presented by increased their academic offerings. The plan consists of four phases: information gathering, allowing all the technological and human resource aspects of the University; training, addressed to the director, faculty and staff; migration of servers, services and office equipment with an equivalent free software; finally a consolidation phase that allows for a good analysis of costs, expressing the benefits to be gained in this process of migration to free software, development of documentation and identification of risks.

Key words:

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad de los Llanos fue creada en 1974, a mediados de la década de los 90's, la Universidad presenta nuevos programas en el área de la Ingeniería, creándose los programas de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Electrónica. Los recursos tecnológicos de hardware y software se hicieron más necesarios, por lo que la creación de salas de informática fue cada vez más necesaria.

Este avance en las tecnologías ha llevado a las entidades públicas y en especial a las Universidades,

estar en constante actualización tecnológica, lo que le ha acarreado constantes gastos económicos que afectan el presupuesto con que cuentan para su normal desarrollo (Cortada *et al*, 2008). El costo elevado de los licenciamientos de software y la constante necesidad de actualización de equipos que soporten los nuevos requerimientos de software actual, y la obligatoriedad de adquirir un sistema antivirus, ha llevado las entidades a una dependencia tecnológica (Sánchez, 2014).

En la actualidad, la complejidad de los problemas de información en las Universidades, conlleva al uso de

herramientas tecnológicas cada vez más robustas, como es el caso de las plataformas de hardware y software. Los sistemas operativos propietarios, no son los mejores, ni los más seguros, ni estables (Zurich, 2013). Es así como los sistemas GNU/Linux, pasan a ser la plataforma operativa más usada por su robustez y estabilidad, en la actualidad.

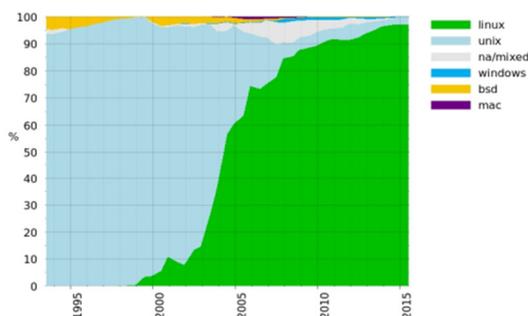


Figura 1. Sistemas Operativos más usados, en el Top 500 de supercomputadoras. Fuente: Top 500 the List, 2016.

La Universidad de los Llanos cuenta con un gran número de dependencias administrativas y académicas, dotadas con equipos de cómputo, que usan software propietario, que para algunos casos, está bajo licencias demasiado costosas, en otros casos con licencias académicas un poco más asequibles, o posiblemente en algunos casos sin licencia. A medida que se avanza académicamente, las necesidades aumentan y demandan un mayor apoyo económico, por eso se busca la manera de obtener recursos o reducir los costos, para poder cumplir con los compromisos.

La gran mayoría de las entidades públicas de los países desarrollados de Europa y Asia, han tomado la decisión de migrar sus plataformas tecnológicas a sistemas basados en software libre (Murdock, 2015) (Gartner, 2015).

Es por esto que se propone un plan de migración de los sistemas y software propietario de la Universidad de los Llanos, mediante la implantación de software libre que permita mayor independencia tecnológica, para que las altas directivas de la Universidad (Consejo Superior, Consejo Académico), tengan un punto de partida para tomar decisiones.

Estructura del artículo. El presente artículo se estructura de la siguiente manera: La sección 2 presenta una recopilación de conceptos teóricos básicos para este trabajo. La sección 3 contiene un análisis de diferentes metodologías aplicadas a procesos de migración a software libre. La sección 4 presenta la metodología usada para el desarrollo de la propuesta. En la sección 5 se propone la estrategia de

migración; para finalizar, en la sección 6 se realiza el análisis de riesgos a los que se puede enfrentar el proceso de migración.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Software Libre y Propietario.

El software libre se considera como la libertad de aprender, compartir y mejorar, apoyados en lo realizado por otras personas; es tener una independencia de los proveedores. Software Libre se refiere a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software (Stallman, 2007). La ventaja del software libre está en su mayor calidad de los desarrollos, por su comunidad que implica un mayor número de desarrolladores, el tener menores errores por líneas de código y dar mayor seguridad por su robustez. Otras ventajas importantes es no tener presencia de virus, permitir la auditoría del código fuente y poder reutilizarlo, finalmente dar un soporte continuo, mediante foros y comunidades (Fernández, 2011).

En cambio, el software propietario tiende hacia la concentración del conocimiento a un grupo de desarrolladores, que va en contra de los principios de las Universidades de ampliar el conocimiento. Se crea una dependencia de los usuarios con el software, se vuelve un experto en una herramienta, sin saber cómo funciona. Además aumenta la brecha tecnológica que hay entre los países desarrollados y los países del tercer mundo (Sánchez, 2014).

2.2. Migración.

La migración a Software Libre se refiere a un conjunto de actuaciones cuya finalidad es la sustitución de infraestructuras tecnológicas apoyadas en software propietario por otras con funciones equivalentes, basadas en Software Libre (Ruiz, 2008).

2.2.1. Pasos de la migración. Se debe determinar cuáles son las funcionalidades del nuevo software. Aplicar el ciclo de vida del software para modificar el producto software existente, preservando su integridad. Este proceso incluye la migración y retirada del producto software anterior (Pérez *et al*, 2014).

2.2.2. Plan de migración. Basado en la norma ISO 14764, proceso de mantenimiento de software (migración)

- Analizar los requerimientos de la migración: En esta etapa de determina el impacto de la migración y se establece una planificación para efectuar la migración, además se identifican los requerimientos de los datos para su revisión posterior.
- Desarrollo de herramientas de ayuda a la migración:

Realización de instrumentos de recolección de la información y estrategias de asignación de tareas y actividades, también se define y documenta todo el esfuerzo de la migración.

- Conversión de datos y productos software: Adaptación de la información y propuesta del nuevos software que será implementados. Determinar y mitigar los riesgos que se puedan presentar, desarrollar o adquirir las herramientas de migración.

- Ejecución de la migración: Se debe migrar los productos comenzando por las herramientas de software libre que se pueden combinar con los sistemas operacionales actuales, para ir recopilando información mediante pruebas o investigaciones, identificar los servicios ofrecidos a los usuarios y las características de la plataforma que los soporta. Finalmente, migrar todos los productos y datos software al nuevo entorno.

- Verificación de la migración: Realización de pruebas para la verificación y poder determinar cómo va el proceso de la migración.

- Soporte: Proporcionar soporte a los usuarios sobre el nuevo software instalado y aquellos sistemas que permanecen del antiguo entorno (IEEE, 1998).

Unos aspectos importantes en la migración, es que no se deben detener los servicios internos y externos, realizar consultorías previas con todos los actores antes y después de la migración, para buscar la satisfacción total del personal, ya que en el factor humano se encuentra mucha resistencia al cambio y miedo a lo desconocido, es por eso que se debe realizar un plan de formación a los usuarios, y garantizarles el soporte a toda hora, sensibilizándolos de las bondades del software libre.

3. ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS APLICADAS A PROCESOS DE MIGRACIÓN.

Se realizó un análisis de algunas metodologías usadas en los procesos de migración a software libre en diferentes partes del mundo. A continuación se presenta un resumen en la tabla 1, de las fases y etapas que desarrollan (Díaz, 2011) (Grupo Nacional para la Migración, 2014) (Gascón, 2013) (Ardila et al, 2014) (CNTI, 2009) (Reingart, 2013) (CTAM, 2014).

En el resultado del análisis de las metodologías aplicadas a algunas migraciones, se puede determinar que las fases más comunes que realizan los procesos de migración son el levantamiento de información, que es la fase donde se obtienen los datos necesarios para la planeación general de los procesos, esta fase la realizan todas las propuestas. La capacitación es otra fase común a la mayoría de las propuestas y que nos

Tabla 1. Metodologías aplicadas a procesos de migración

Metodologías	1	2	3	4	5	6	7
Diseño de una estrategia para facilitar la migración a software libre mediante las tecnologías de información y comunicación	√		√	√	√	√	
Guía de migración cubana	√		√	√	√	√	
Plan de migración e implantación de software libre en el ayuntamiento de Palencia	√			√	√		√
Propuesta de plan de migración a software libre en la universidad nacional de Colombia sede Bogotá	√	√		√	√	√	√
Guía para el plan de migración a software libre en la administración pública nacional de la república bolivariana de Venezuela	√		√	√	√		√
Plan de migración al software libre caso hipotético: "municipio de Morón"	√			√			√
Metodología de migración al sistema operativo libre Debian GNU/Linux	√	√	√	√	√		
Notación:							
1. Levantamiento de información y diagnóstico	4. Migración Total						
2. Políticas	5. Capacitación						
3. Migración Parcial	6. Consolidación						
	7. Costos						

permite dar a conocer el plan de migración y formar a los usuarios en las nuevas tecnologías que se están implantando. Y la fase de migración, que es el centro del proceso, donde se realiza todo el cambio tecnológico de la entidad; algunos propuestas maneja la migración parcial para después migrar completamente, y otras, realizan la migración en su totalidad en un mismo periodo de tiempo. La fase de políticas se enmarca en la sensibilización del personal directivo, para la generación de normas y directrices hacia la comunidad.

4. METODOLOGIA DE TRABAJO

Con el objetivo de responder a la pregunta: ¿Cómo diseñar un plan de migración a software libre en la Universidad de los Llanos para ofrecer una mayor independencia tecnológica y mejores protocolos de seguridad?, se desarrollaron los siguientes pasos.

4.1. Generación de Instrumentos de Recolección.

Se generaron tres instrumentos de recolección de información, dos de tipo manual y uno por medio digital en la Web, así:

4.1.1. *El primer instrumento* se diseñó para recoger la información de los equipos de cómputo de la

Universidad.

4.1.2. *El segundo instrumento* recolectó la información de los servidores y servicios que se prestan en la Universidad.

4.1.3. *El tercer instrumento* recoge la información sobre los conocimientos de software libre del personal docente y administrativo, esta encuesta se realizó de forma digital, usando los servicios que ofrece Google Form, para generación de encuestas.

A continuación se presenta un análisis de la información recolectada a través de la aplicación de estos instrumentos.

4.2. Análisis de la Información Recolectada.

El personal a quién fue dirigida las encuestas son las dependencias administrativas que controlan los servicios de la Universidad y a los usuarios administrativos y docentes de las dos sedes de la Universidad (Barcelona y San Antonio. Según el tipo de preguntas utilizadas y la forma en la cual fueron contestadas, se utilizó preguntas cerradas. Esta encuesta nos permitió obtener la opinión, el grado de conocimiento, y reacciones de los entrevistados sobre el conocimiento del Software Libre, sus herramientas y aplicaciones. Además un inventario de diagnóstico de los equipos y software de cada una de las dependencia, para identificar las aplicaciones tecnológicas o software instalados.

4.2.1. *Inventario de equipos.* Esta información permitió determinar el número de computadores que tienen cada dependencia, el tipo de equipo (escritorio o portátil), algunas características principales, su sistema operativo y sus navegadores de internet.

Tabla 2. Equipos de oficina

Tipo de equipos	Cantidad	Porcentaje	Sistema Operativo Propietario	Sistema Operativo Libre
Escritorio	269	78%	269	0
Portátiles	75	22%	71	4
Totales	344	100%	340	4

Podemos observar que el mayor porcentaje (78%) está en equipos de escritorio. El número de equipos portátiles ha aumentado en los últimos años hasta alcanzar un 22% del total de equipos, esto se debe al incremento de proyectos de investigación en la Universidad que ha permitido a los docentes investigadores, acceder a recursos tanto del Colciencias como propios de la Universidad.

La mayoría de los equipos utilizan sistemas operativos propietarios, con un 91% en sistemas Windows y 8% en sistemas MacOs, esto ocurre porque la política de la Universidad en los años anteriores, era comprar los

equipos con el sistema operativo propietario ya instalado. Se puede observar el bajo uso de sistemas operativos libres.

4.2.2. *Inventario de servidores.* Se realizó la encuesta a cada una de las dependencias administrativas que manejan y administran los servidores, tanto administrativo como académico. Se pudo establecer las características principales de cada servidor, los sistemas operativos que manejan para la administración de los servicios, el tipo de servicio que se está ofreciendo y donde está ubicado cada servidor.

Tabla 3. Equipos servidores

Servidores	Cantidad	Porcentaje
Sistema Operativo Propietario	5	26%
Sistema Operativo Libre	14	74%
Totales	19	100%

Se analiza que un gran porcentaje de los sistemas operativos de los servidores de la Universidad (74%), están trabajando con sistemas operativos libres. Se puede sugerir que esto se debe a la iniciativa de formación de algunos docentes, en Software Libre.

4.3. Encuesta al Personal de la Universidad

4.3.1. *Información de la encuesta.* El objetivo de la encuesta es particularizar las necesidades de cada uno de los usuarios y determinar cuáles son los procesos que se requieren planificar para el desarrollo de la migración. La Universidad de los Llanos cuenta con 767 trabajadores entre docentes y administrativos de los cuales se entrevistó a 54 personas, de los cuales 25 fueron docentes y 29 administrativos.

4.3.2. *Encuesta con muestreo probabilístico:* Se realizó una encuesta con muestreo probabilístico estratificado, seleccionado por cada uno de los estratos o niveles. Se realizó una muestra de 7% del total de la población de forma aleatoria estratificada.

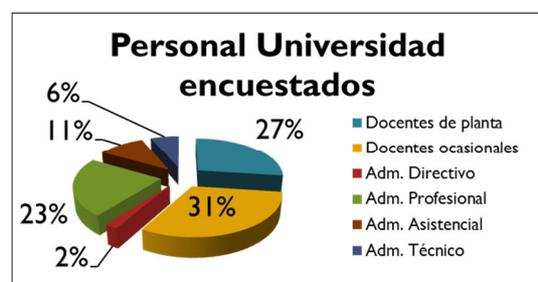


Figura 2. Personal encuestado

En la figura 2 se observa que la encuesta fue respondida por el 27% de los docentes de planta, y un 31% por los docentes ocasionales de tiempo completo. Para el

personal administrativo se tomaron cuatro niveles que maneja la Universidad, según la decreto nacional 785 de 2005 de la presidencia de la república; nivel directivo con un 2%, el nivel profesional con un 23%, el nivel asistencial con un 11% y finalmente el nivel técnico con un 6%.

4.3.3. *Resultados y análisis de la encuesta.* La encuesta sobre el conocimiento y uso del software libre que se realizó a los docentes y administrativos de la Universidad de los Llanos, arrojo los siguientes datos.

A la pregunta si conoce el software libre, como se observa en la figura 3, se puede determinar que hay un gran porcentaje que se atreve a decir que lo conoce mucho (27%). Con el porcentaje de encuestados que dicen tener algún conocimiento (48%) se puede establecer programas de capacitación mucho más rápidos. Se pueden desarrollar planes de capacitación por niveles.

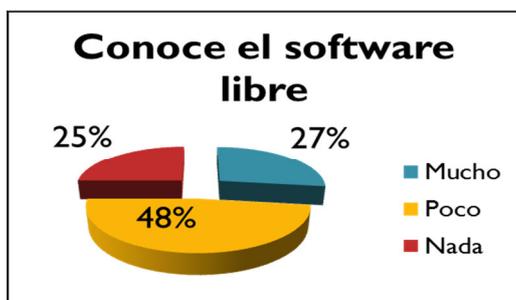


Figura 3. Conocimiento del software libre

Los sistemas operativos libres que más conocen los docentes y empleados de la Universidad de los Llanos son en su orden: Ubuntu con un 54% de personas que al menos lo conoce, seguido de Debian con un 31%, los demás no alcanza un 20%. Cabe recordar que Ubuntu es una distribución especial de Debian.

Se observó que el 56% de los encuestados conoce o ha trabajado con herramientas ofimáticas libre, lo que plantea un buen panorama para la propuesta de migración de cada uno de sus computadores de escritorio.

El 93.8% de los encuestados considera que es importante que la universidad implemente sistemas operativos libres, para reducir los costos de licencias del software propietario.

Como se observa en la figura 4, el 60% de personal usa software propietario porque ya venía instalado en los equipos que les asignan en sus labores de la Universidad, y un 11% de ellos manifiesta que fue una exigencia para su trabajo.

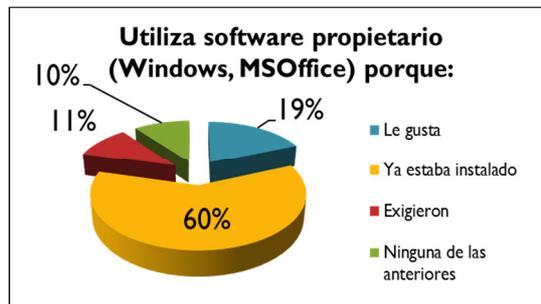


Figura 4. Motivo uso de software propietario

Con el análisis de las diferentes metodologías aplicadas a los procesos de migración se pudo determinar las fases más importantes para aplicar en el plan de migración. A su vez, la información obtenida en cada una de las encuesta al personal de la Universidad y a sus dependencias, nos permitió plantear una serie de actividades para cada una de las fases del proceso, para llevar a un feliz término el plan de migración y demarcó la ruta de desarrollo en la migración propiamente dicha.

5. PROPUESTA DEL PLAN ESTRATÉGICO DE MIGRACIÓN

Para lograr el propósito final, se realizaron una serie de procedimientos y acciones que se integraron en un plan estratégico de migración para la Universidad. Este plan estratégico establece la migración de todos los sistemas operativos de los equipos servidores y de escritorio, las aplicaciones de desarrollo que se tengan implementadas y las herramientas informáticas de uso diario.

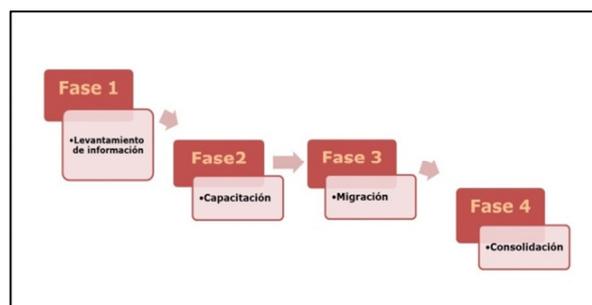


Figura 5. Fases del proceso de migración propuesto

5.1. Fase I. Levantamiento de la información.

Para realizar una exitosa migración de los sistemas de información es importante definir acciones de sensibilización para todo el personal de la Universidad, donde se muestre las ventajas que tiene la migración a software libre, como es la independencia tecnológica, el

control de la información, confiabilidad y estabilidad, seguridad y permanente desarrollo, entre otras.

Otro de los objetivos, es la disponibilidad del recurso presupuestal que se requiera para la ejecución de la migración y el recurso humano con que se va a contar. Es necesario que las actividades organizativas y el mismo plan de migración se oficialice, mediante la expedición de un acuerdo del Consejo Superior, especificando las personas designadas para la conformación de un comité técnico y los grupos de trabajo para la migración, y autorizar el suministro de la información necesaria para realizar el proceso exitosamente.

El comité técnico de migración, estará presidido por el jefe de la oficina de sistemas, y lo integrarán además, el director de programa de Ingeniería de Sistemas, el director del centro de tecnologías de la información y las comunicaciones y el director del grupo de investigación en Software libre Gitecx, quienes tendrán a cargo la responsabilidad de dirigir las estrategias y acciones generales para lograr los objetivos del plan de migración a software libre.

La oficina de sistemas orientará sus funciones a la ejecución de los aspectos técnicos del plan de migración, para que se cumpla con los calendarios establecidos y se hagan los requerimientos presupuestales a que haya lugar. En la figura 6 se muestra la propuesta de estructura orgánica del comité técnico de migración.

Figura 6. Organización plan de migración

A continuación en la tabla 3 se muestra el resumen de la primera fase, donde se puede observar la importancia de la sensibilización del personal directivo y la generación de la normatividad necesaria para iniciar el proceso de migración.

Tabla 3. resumen fase I. Recolección de información

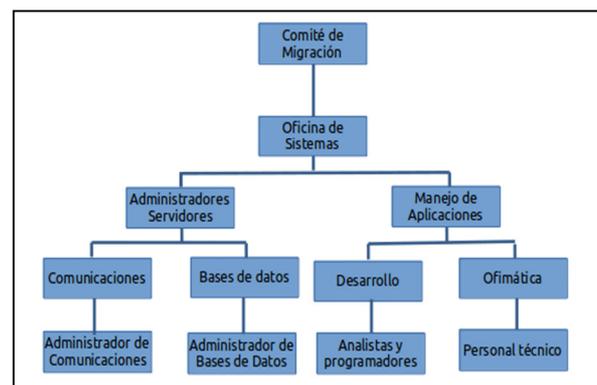
Sensibilización	
Entrada	Solicitud del rector
Salida	Acuerdo superior que reglamenta el inicio de plan de migración Tener una favorabilidad de más del 80%
Tiempo	Óptimo: 1 Crítico : 2 meses
Alternativa	Máxima: Acuerdo superior Mínima: No hay
Normatividad	

Entrada	Acuerdo superior Favorabilidad del proceso del 50%
Salida	Creación del comité de migración Funciones de cada uno de los integrantes del comité
Tiempo	Óptimo: 1 mes Crítico: 2 meses
Alternativa	Máxima: Conformación total del comité técnico de migración Mínima: Conformación parcial del comité, teniendo en cuenta que por lo menos deben estar el jefe de la oficina de sistemas, el director de programa de Ingeniería de sistemas, el director del grupo de investigación Gitecx

5.2. Fase II. Capacitación.

Para establecer los procesos de capacitación, se hizo necesaria la creación de una encuesta que nos permitió medir el grado de conocimiento que tienen los docentes y administrativos, en cuanto a temas relacionados con los sistemas de software libre.

Se propone dar a conocer el plan de migración y sus



beneficios, al nivel directivo, mostrarles el impacto del software libre en las entidades del estado, entre ellas las Universidades públicas, los beneficios que le traerá, tanto a la Universidad como a los docentes y administrativos en sus labores diarias.

Los temas para la capacitación serán: el plan de migración y sus beneficios, el sistema operativo GNU/Linux, instalación y configuración de una plataforma ofimática libre, administración de servidores con software libre y bases de datos libres.

En la tabla 4 se muestra en resumen la fase II, con las necesidades de capacitación del personal técnico para iniciar el proceso y la capacitación de los docentes y administrativos para explicarles el proceso y acercarlos a las nuevas herramientas a utilizar.

Tabla 4. Resumen fase II. capacitación

Capacitación a personal técnico y directivo	
Entrada	Creación del comité técnico Se requiere la disponibilidad de 2 salas de cómputo de 20 computadores cada una Formadores en software libre
Salida	Formación de 40 técnicos
Tiempo	Óptimo: 3 meses Crítico: 5 meses
Alternativas	Máxima: Formación de todos los técnicos necesarios para culminar el proceso de migración en los tiempos establecidos. Mínima: Formar sólo el 50% de los técnicos necesarios
Capacitación a personal docente y administrativo	
Entrada	Formación del 50% del personal técnico
Salida	Formación del 75% del personal de la Universidad
Tiempo	Óptimo: 6 meses Crítico: 10 meses
Alternativas	Máxima: Formación del 100% del personal de la Universidad Mínima: Formación del 75% del personal de la Universidad

5.3. Fase III. Migración.

Se propone el sistema operativo Ubuntu Server 16.04 LTS. La instalación de Ubuntu es mucho más sencilla, su interfaz principal es fácil de usar y no requiere de configuración; la mayor parte del software es gratis y no se necesita instalar ningún controlador especial. Es mucho más seguro y todo lo que se conecta funciona, todo está implementado a nivel del kernel y se ejecuta en portátiles o PC. Es basado en Linux y no presentará virus, malware, o cualquier cosa de ese tipo. Los requisitos para una versión server son mínimos debido a que no utiliza el entorno gráfico, pero para que actúe como servidor dependiendo del tráfico que tengamos puede requerir más, ver tabla 5.

Tabla 5. Requisitos para S.O. Ubuntu

Mínimo (Consola)	Mínimo (Gráfico)
- 256 MB de memoria	- 512 MB de memoria
- 2 Gb de espacio en HDD (Incluido swap)	- 4 Gb de espacio en HDD (Incluido swap)
- AMD o Intel Procesador de 64-32bits	- AMD o Intel Procesador de 64-32bits
- Includo AMD Optaron y Intel EM64T Xeon, versiones de 64b.	- Tarjeta Gráfica VGA, monitor con resolución de 800x600

Información obtenida de <http://www.ubuntu-es.org/>

Ahora, una vez realizada la encuesta a las dependencias administrativas, y determinando el número de servicios que tienen implementado en cada uno de sus

servidores, en la tabla 6 se presenta la propuesta para cada uno de estos servicios (Esteve, 2010).

Tabla 6. Servicios propuestos

Servicio	Propuesta
WIKI.	MediaWiki, programado en el lenguaje PHP, licencia de software GNU.
DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).	Paquete dhcp3-server.
DNS (Domain Name System).	Paquete bind9
NFS (Network File System).	Paquetes nfs-common, nfs-kernel-server, portmap
FTP (File Transfer Protocol).	Paquete vsftpd
LDAP (Lightweight Directory Access Protocol).	Paquete slapd ldap-utils
Samba (SMB/CIFS protocol).	Paquete samba, samba-client, smbfs, smbclient
Proxy.	Paquete squid
Impresión.	Paquete cups, cups-bsd, cups-pdf, hplip, hpijs-ppds.
Mensajería.	Software Openfire (servidor) y Spark (cliente), protocolo de comunicación abierto XMPP/Jabber, mediante SSL, a través de openfire_3.7.0_all.deb.
Servidor de bases de datos.	Bases de datos cliente/servidor de tipo relacional, PostgreSQL 9.3.5)
Mecanismos de seguridad seguros	Protocolos seguros y claves públicas con SSL y OpenSSL, Snort
Almacenamiento masivo.	Arreglos de discos sobre RAID5, de 4 TB cada uno. Un dispositivo de almacenamiento NAS
VPN (Virtual Private Network).	Router configurable, tener una dirección IP estática, Paquete openvpn. Configurar reglas y usuarios con acceso a la VPN.
Blogging.	Contratar servicios – SaaS y se utilizara wordpress.
Correo electrónico.	Cuenta comercial de Google App, propiedad de la Universidad de los Llanos.
Plataforma para trabajo en grupo.	dotProject
Sitio web de la Universidad.	Servidor con registro de dominio y de hosting, soporte para PHP y un Gestor de contenido Drupal para el sitio web.
Plataforma en línea para la relación con los docentes y estudiantes.	Virtual 2 sobre la plataforma de aprendizaje Moodle, un sistema integrado robusto y seguro

La principal tarea en la migración de los equipos de

oficina, es controlar que los procesos que se manejan internamente no se vean afectados, para eso es importante tener en cuenta, realizar copias de seguridad de la información, realizar copias de seguridad de las bases de datos que se están utilizando, realizar un inventario de las aplicaciones que utilizan los docentes y administrativos, listar las opciones de aplicaciones de software libre que pueden ser implantadas para suplir las aplicaciones privativas y determinar la compatibilidad de formatos entre las aplicaciones,

Si al revisar las opciones de software libre no se logra conseguir alguna aplicación que pueda reemplazar una de tipo privativo, se deben instalar herramientas que permitan su ejecución en sistemas Linux Ubuntu. Para los equipos de las dependencias de la Universidad, tanto de escritorio como portátiles, se propone el siguiente software, que se resume en la tabla 7.

La herramienta ofimática que se seleccionó fue **Libre Office**, por tener un mayor tiempo de soporte La suite ofimática libre presenta su nueva versión que naciese del proyecto clásico OpenOffice, al cual le finalizaron el soporte. LibreOffice 5 viene más potente que antes y es el mejor reemplazante para la versión propietaria.

Para el manejo de gráficas se seleccionó **Dia**, por ser una aplicación con un diseño muy intuitivo, iconos grandes, inserción de imágenes y cuadrículas guía en el campo de dibujo. Permite exportar los resultados a los formatos más populares de imágenes y diagramas. Se escogió entre otras herramientas como Lucidchar, Diagramly.

Para la gestión de programas de software se recomienda **OpenProj**, que es un proyecto libre que reemplaza a Microsoft Project y otras soluciones de proyectos comerciales. Existen otras herramientas como Open Workbench, GanttProject.

7-Zip es un compresor y descompresor de archivos que soporta los formatos como zip, gzip; y descomprime tipos como cab, chm, deb, iso o lzh. Es un programa fácil de utilizar y su fortaleza es su capacidad de compresión: dependiendo del tipo de archivo puede comprimir hasta un 50%, sin perder velocidad ni calidad, solamente tamaño. Se analizaron otros como WinRar o WinZip.

Uno de los reproductores multiplataforma más potentes por excelencia es VideoLAN, más conocido como **VLC** porque permite reproducir una gran cantidad de formatos multimedia, como el tratamiento de streaming, conversión de formatos, emisión de vídeo desde dispositivos de hardware. Se escogió entre

un grupo de reproductores libres como KMPlayer, Media clasic Home Cinema.

Se escogió **Okular** que es una de las herramientas multiplataforma libres más conocidas, como alternativa a Adobe Reader. Okular se inició como parte del programa summer of code de google. Ocupa poco espacio en disco y se carga rápidamente y permite una gran variedad de documentos. Otros lectores libres visto fueron Evince, Pdf.js, Xpdf y Sumatra.

Con una tecnología diferente, el explorador **Firefox** se convirtió en una alternativa más rápida y segura, reforzó el uso de pestañas para navegar y acrecentó los addons como herramienta diferencial. Existen otros exploradores de muy buen rendimiento como Chrome.

La **máquina virtual Java** tiene como objetivo proporcionar un entorno de ejecución independiente de la plataforma de hardware y del sistema operativo, que oculte los detalles de la plataforma subyacente y permita que un programa se ejecute siempre de la misma forma sobre cualquier plataforma.

Virtual Network Computing (Computación en Red Virtual) **VNC**, basado en una estructura cliente-servidor el cual permite tomar el control del servidor remotamente a través de un cliente. También llamado software de escritorio remoto. VNC permite que el sistema operativo en cada computadora sea distinto.

Swfdec es software libre de código abierto que sustituye a Adobe Flash Player. Se distribuye bajo los términos de la GNU Lesser General Public License (LGPL). Swfdec 0.8.4 es una versión estable, que permite ver videos de diferentes sitios incluyendo YouTube.

Tabla 7. Software para computadores de escritorio

Software para computadores de escritorio y portátiles	
Sistema Operativo	Ubuntu 16.14 LTS
Software Ofimático	Libre Office Writer 5.0.6 Libre Office Impress 5.0.6 Libre Office Calc 5.0.6
Editor de Diagramas	Dia 0.97.2
Gestor de Proyectos	OpenProj 1.4
Compresor de archivos	7 Zip versión 15.32
Reproductor Multimedia	VLC versión 2.2.3
Lector de archivos PDF	Okular
Navegador web	Firefox 46.0.1
Máquina virtual	Java 1.5.0_07 o superior
Escritorio Remoto	VNC server 5.0.1
Reproductor Flash	Swfdec 2.26

En la tabla 8 se presenta el análisis general de la fase III de migración, donde se establecen las entradas y salidas, el tiempo y alternativas para cada uno de los procesos que intervienen en la migración de los equipos de la Universidad.

Tabla 8. Resumen fase III: Migración

Migración de servidores y servicios	
Entrada	Personal técnico capacitado, ya sea personal de la Universidad o personal externo
Salida	El 89% de los servidores migrados, teniendo en cuenta que se tiene una licencia activa del gestor de bases de datos Oracle
Tiempo	Óptimo: 6 meses Crítico: 10 meses
Alternativa	Máxima: migrar el 89% de los servidores Mínima: migrar un 82% de los servidores
Migración de computadores de escritorio y portátiles	
Entrada	Personal técnico capacitado, ya sea personal de la Universidad o personal externo
Salida	El 90% de los equipos de cómputos migrados
Tiempo	Óptimo: 12 meses Crítico: 18 meses
Alternativa	Máxima: migrar el 90% de los servidores Mínima: migrar un 80% de los servidores

5.4. Fase IV. Consolidación.

La documentación del proceso de migración es uno de los pasos más importantes, se debe documentar cada uno de los procedimientos que se llevan a cabo, para que sea posible la revisión por cualquier otro equipo que se vincule a la Universidad.

La oficina de sistemas debe verificar que se realicen todos los manuales técnicos de la migración, como los manuales de instalación de todos los sistemas que se implementen en el proceso; además de los manuales de usuario, para facilitar la adaptabilidad de cada uno de ellos al nuevo sistema migrado.

A continuación en la tabla 9, se presenta el cronograma propuesto para el plan de migración, donde se especifica cada una de las actividades a realizar en los objetivos propuestos.

Tabla 9. Cronograma plan de capacitación

OBJETIVOS	ACCIONES	PERIODO DE EJECUCIÓN (Sem)					
		1	2	3	4	5	6
Levantamiento de información y	Solicitud de permisos						
	Encuestas al personal						

diagnóstico	Encuestas al unidades de control de los servicios						
	Análisis de la información						
	Políticas institucionales						
Migración de los equipos de oficina	Información técnica de los equipos y sus aplicaciones						
	Copias de seguridad						
	Migración de las aplicaciones ofimáticas						
	Migración de los sistemas operativos propietarios						
	Migración de las aplicaciones de desarrollo						
	Documentación de procesos						
Migración de los servidores y servicios	Realizar inventario de los servidores y sus servicios						
	Servidores espejo con la información de los servicios a migrar						
	Migración de los servicios de comunicaciones						
	Migración de los servicios de bases de datos						
	Documentación de los procesos						
Capacitación	Sensibilización de directivos y funcionarios.						
	Sensibilización de docentes y administrativos.						
	Cursos al personal técnico y grupos de trabajo.						
	Cursos a los administradores.						
	Capacitaciones al personal de la Universidad.						
Documentación	Proceso de documentación						

Teniendo en cuenta los problemas económicos en que se encuentran la Universidad, un análisis de costos podría ser un punto de partida para justificar la necesidad de la migración. Los costos se reducen si se logra eliminar esos desembolsos cíclicos debido a la obsolescencia o caducidad de las licencias de software adquiridas (Comunidad Libre del Instituto Tecnológico de Orizab, 2011).

Tabla 10. Costos de licencias y soporte de software propietario

(Valores en millones de pesos)	AÑO
--------------------------------	-----

Datos en millones de pesos	Licencia	Soporte	Valor Anual	1	2	3	4	5
TOTALES	200	40	240	675	528	586	863	717

En el análisis de costos de la tabla 10, se tuvo en cuenta los valores de las licencias que se requieren para el óptimo funcionamiento del sistema Universitario, licencias del antivirus, licencias del paquete ofimático y sistema operativo para todos los computadores de escritorio y portátiles de la Universidad, licencias de los sistemas operativos para los servidores y el gestor de base de datos. Además se realizó un análisis de costo estimado del soporte a estas licencias.

Tabla 11. Costos de licencias y soporte de software libre

(Valores en millones de pesos)				AÑO				
Datos en millones de pesos	Licencia	Soporte	Valor Anual	1	2	3	4	5
TOTALES	-	2	2	72	80	88	98	109

En la tabla 11, se presenta los costos en que incurrirá la Universidad con el software que reemplazaría los sistemas propietarios. Como se observa no tiene costos en las licencias, pero si en el soporte. Teniendo en cuenta que el proceso de migración implica un plan de capacitación, es por eso que se presenta en la tabla 12 los costos de los cursos necesarios para el personal de la Universidad.

Tabla 12. Costos de capacitación

Cursos	Costos 20 personas	Núm.	Valor Total
Libre Office básico para usuarios	1.847.249	35	64.653.704
Libre Office avanzado para técnicos	1.878.241	2	3.756.481
Linux básico para usuarios	1.847.249	35	64.653.704
Linux avanzado para técnicos	1.878.241	2	3.756.481
TOTALES			136.820.370

El valor total que invertirá la Universidad de los Llanos en licencias de software propietario, al cabo de los 5 años será de aproximadamente de \$3.370 millones de pesos, en comparación con la inversión que se haría si se toma la decisión administrativa de migrar a software libre, con un valor de \$373 millones en soporte, (no se realiza el pago de licencias) y sumados a los \$137 millones en capacitación, tendríamos un total de \$510 millones. El ahorro estimado para la Universidad de los Llanos, sería de aproximadamente \$2.800 millones de

pesos en los 5 años en que se propone el ejercicio.

Tabla 13. Resumen fase IV: Consolidación

Documentación	
Entrada	Plan de migración
Salida	Documento final y manuales técnicos y de usuario
Tiempo	Óptimo: 6 meses Crítico: 12 meses
Alternativas	Máxima: Documentación completa Mínima: Manuales de usuario y técnicos
Análisis de costos	
Entrada	Plan de migración
Salida	Estudio de costos y análisis de los beneficios obtenidos
Tiempo	Óptimo: 3 meses Crítico: 6 meses
Alternativas	Máxima: Estudio de costos y análisis de los beneficios obtenidos Mínima: no hay

6. ANÁLISIS DE RIESGOS

Para determinar los riesgos se usó un análisis cuantitativo, y se le asignó una calificación numérica, que se deriva de la probabilidad de ocurrencia y el impacto negativo que tiene el riesgo en el logro de los objetivos del plan de migración de la Universidad. En la tabla 14 se presenta un análisis de los riesgos identificados para el proceso de migración.

Tabla 14. Identificación de los riesgos

Riesgos	Descripción
No aprobación de acuerdo superior para la implantación del plan de migración por parte de las altas directivas	En caso que el Consejo Superior decida no aprobar el inicio del plan de migración. Este riesgo afecta la duración del proceso de migración en el peor de los casos su continuidad
No asignación de tiempos al personal que conformará el comité de migración por parte del consejo académico	El Consejo Académico puede tomar la determinación de no asignar tiempo a todos los integrantes del comité y los técnicos necesarios. Esta amenaza retrasa el tiempo de duración del proceso
Negativa de los usuarios a realizar la implementación	Algún personal que se resiste al cambio y por su antigüedad no quiera entrar en el proceso.
Falta de personal técnico experto en el momento de realizar el proceso de capacitación	No se logró capacitar a todo el personal técnico necesario para las capacitaciones. Este riesgo demora el proceso de migración

No contemplar todos los usuarios de la Universidad y servicios que se prestan	Errores en la planificación de los procesos de migración de equipos y capacitaciones y no incluye algún personal importante para el proceso
Desacuerdos entre los integrantes del comité sobre temas técnicos	No tener un líder que dirija las actividades del proceso de migración y se presenten desacuerdos entre los miembros del comité
Demoras en la instalación del software libre, por problemas técnicos	Tardanza en la instalación de las aplicaciones de software libre en los equipos. Entorpece las labores diarias del personal y crea una desmotivación
Problemas de interoperabilidad con los sistemas de software libre implantados	Se presenten problemas entre el sistema operativo propietario y las aplicaciones libres a instalar. Causa demoras en el proceso y perjudica las labores del personal
No encontrar soluciones libres que cumplan con la necesidad académica	Software especializado que no tenga su equivalente en software libre. Necesidad de compatibilidad entre los sistemas
Estrategias de donaciones por parte de las empresas distribuidoras del software propietario o comercial	Las empresas ofrecen alternativas más baratas para continuar siendo los proveedores de software a la Universidad. Puede cambiar las opiniones del personal directivo
Incremento en los costos presupuestados	Aparición de costos no contemplados en el proceso. Demoras por la consecución de nuevos recursos y desmotivación
Problemas o quejas con el nuevo software instalados en los equipos	El personal docente y administrativo no se sienta a gusto con el nuevo software instalado, por no tener las mismas prestaciones

Una vez analizados cuales son los riesgos que pueden aparecer durante los procesos de plan de migración, se determinó la probabilidad de ocurrencia de cada uno de ellos, dándoles un valor mínimo de 0 a 20% para aquellos riesgos que tiene poca probabilidad de ocurrir y un máximo de 99% para aquellos que son factibles que ocurran.

Para determinar los riesgos más importantes sobre los cuales se debe enfocar el comité de migración, se multiplica la probabilidad de ocurrencia por el impacto de cada uno, para tener un valor cuantitativo que nos permita tener una información del riesgo, es decir, para poder realizar la priorización definitiva de los riesgos.

Para esto, se propone el manejo de rangos por cada tipo de prioridad que se muestran a continuación en la tabla 15.

Tabla 15. Rango de cada prioridad

Tipo	Rango	
Bajo	B	0, 2,49
Medio	M	2,5, 4,99
Alto	A	5,0, 7,49
Muy Alto	MA	7,5, 9,99

La siguiente tabla muestra el resultado final del análisis de los riesgos identificados, en la propuesta de plan de migración a software libre en la Universidad y una propuesta de solución.

Tabla 16. Análisis cuantitativo de los riesgos

Descripción	Impacto	Prob	Respuesta a los riesgos	
			Cuantitativa	Estrategia para minimizarlos
No aprobación de acuerdo superior para la implantación del plan de migración por parte de las altas directivas	95%	70%	0,67	Consejo Superior Presentación a cada uno de los consejeros, para que adopten el plan de migración
No asignación de tiempos al personal que conformará el comité de migración por parte del consejo académico	80%	60%	0,48	Consejo Académico Sensibilizar a los consejeros para que se apruebe la asignación
Negativa de los usuarios a realizar la implementación	90%	40%	0,36	Comité Técnico Estrategias de sensibilización personalizadas
Falta de personal técnico experto en el momento de realizar el proceso de capacitación	80%	50%	0,40	Consejo Académico Se recomienda la contratación de personal externo para participar en el proyecto de migración
No contemplar todos los usuarios de la Universidad y servicios que se prestan	70%	30%	0,21	
Desacuerdos entre los integrantes del comité sobre temas técnicos	75%	40%	0,30	Comité técnico de migración El Jefe de sistemas liderar el proceso
Demoras en la instalación del software libre, por problemas técnicos	80%	60%	0,48	Comité técnico de migración Asignación de técnicos al proceso, para evitar demoras
Problemas de interoperabilidad con los sistemas de software libre	90%	40%	0,36	Comité técnico de migración Buscar estrategias de mejoras en los sistemas implantados

implantados					
No encontrar soluciones libres que cumplan con la necesidad académica	80%	30%	0,24		
Estrategias de donaciones por parte de las empresas distribuidoras del software propietario o comercial	75%	70%	0,53	Comité técnico de migración	Sensibilización al personal directivo de las ventajas del software libre a largo plazo
Incremento en los costos presupuestados	80%	40%	0,32	Comité técnico de migración	Ofrecer servicios al exterior de la Universidad que permita solventar los costos adicionales.
Problemas o quejas con el nuevo software instalados en los equipos	70%	20%	0,14		

Podemos observar que los mayores riesgos en el plan de migración es la negativa por parte del Consejo Superior a la aprobación de implantación del plan de migración, pues no se puede dar inicio a este sin los acuerdos superiores y académicos. Para prevenir este riesgo se tiene que realizar un gran plan de sensibilización en las altas directivas, para que se tome en definitiva el plan de migración.

Otro de los riesgos son las estrategias que puedan realizar las empresas distribuidoras del software propietario o comercial para contrarrestar el plan de migración, con donaciones o acuerdos económicos que beneficien a corto plazo a la Universidad. Se puede prevenir este riesgo, mostrando a las directivas los beneficios que se obtienen con la implantación de software libre, a largo plazo.

7. CONCLUSIONES

La Universidad de los Llanos, por el aumento de la oferta académica y la disminución en los presupuestos de funcionamiento, está en una etapa en la cual, se hace necesario que las directivas académico-administrativas tomen la decisión de comenzar a implementar alternativas a sus sistemas software, con

herramientas basadas en software libre. Con el proceso de migración a software libre, se tendría un mayor aprovechamiento de sus recursos en formación de docentes y estudiantes.

El desarrollo de la propuesta, ha permitido ver el software de una manera diferente, no cómo una caja negra cerrada, sino como aplicaciones que son posibles de modificar, distribuir y ajustar a nuestras necesidades.

El software con el que cuentan las dependencias, en su gran mayoría es de tipo propietario. Se pudo determinar que el gran porcentaje de sistemas operativos propietarios en la Universidad, viene desde la compra de los equipos de cómputo, dado que los contratistas ofrecen el paquete completo de hardware, con la licencia del sistema operativo propietario, no permitiendo a la Universidad tomar la decisión y aumentando los costos de los presupuestos.

Ésta propuesta es el inicio de un plan completo de migración. Es necesario que el plan de migración, sea una política institucional, para que el personal docente y administrativo este en completa disponibilidad, las dependencias permita la obtención de información y participen en las capacitaciones; además de un completo apoyo de las directivas de mayor nivel, como el Consejo Superior y el Consejo Académico.

REFERENCIAS

- Cortada, J., Dijkstra, S., Mooney, G.M. y Ramsey, T. (2008). *Administración Pública 2020: hacia un entorno de continua colaboración*. IBM Institute for Business Value.
- Sánchez, R.R. (2014). *Procesos de implantación y actualización de software libre en la Administración Pública*. Conferencia Instituto Tecnológico de Costa Rica. www.tec.ac.cr.
- Zurich, Suiza. (2013). *Reporte de Seguridad Informática, un estudio global creado en colaboración con el centro de estudios Atlantic Council*. TopManagement. www.topmanagement.com.mx.
- Murdock, I. (2015). *España lidera el proceso de implantación del software libre en el mundo*. Congreso Hispalinux, Madrid. www.hispalinux.es
- Gartner Research. (2015). *Encuesta llevada a cabo en Norteamérica, Inglaterra y Alemania dentro de las empresas dedicadas a sectores como la tecnología, la información y las finanzas*. www.gartner.com/technology/research/
- Stallman, R. (2007) *La definición del software libre*. Free

- Software Foundation. Ed. Traficante de sueños.
- Fernández, A. (2011). *Cámbiate a Linux*. Editorial RC Libros, Madrid.
- Ruíz, M. (2008). *Asimilación tecnológica en los centros de computación en las universidades privadas*. Trabajo de Grado MSc. en Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo. Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín. Venezuela.
- Pérez, Y., Méndez J., Goñi, A. (2014). *Metodología Cubana de migración a código abierto*. Revista cubana de ciencias informáticas vol.8. La Habana dic.
- IEEE Standard for Software Maintenance. (1998). *IEEE Std 1219-1998, Sponsor Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society*. IEEE-SA Standards Board.
- Díaz, N.A. (2011). *Diseño de una estrategia para facilitar la migración a software libre mediante las tecnologías de información y comunicación*. Administración Pública Nacional. Caracas.
- Grupo Nacional para la Migración. (2014). *Guía cubana para la migración a software libre*. Ministerio de la Informática y las Comunicaciones. Twelfth LACCEL Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.
- Gascón, J.A. (2013). *Plan de migración e implantación de software libre en el ayuntamiento de Palencia*. Editorial UOC. Cataluña.
- Ardila, P y otros. (2014). *Propuesta de plan de migración a software libre en la universidad nacional de Colombia sede Bogotá*. Editorial UN. Universidad Nacional.
- CNTI (Centro nacional de tecnologías de la Información). (2009). *Guía para el plan de migración a software libre en la administración pública nacional de la república bolivariana de Venezuela*. Ministerio para las Telecomunicaciones y la Informática. Caracas.
- Reingart, M. (2013). *Plan de migración al software libre caso hipotético: "municipio de Morón"*. Licencia de Documentación Libre GNU, Versión 1.1. Free Software Foundation. Buenos Aires.
- CTAM (Comunidades Técnicas de Asistencia Mutua). (2014). *Metodología de migración al sistema operativo libre Debian GNU/Linux*. Proyecto de Articulación Regional Rosa Luxemburg Stiftung-México, Centroamérica y Caribe. www.rosalux.org.mx.
- Esteve, J.J. (2010). *Migración y coexistencia con sistemas no Linux*, Universitat Oberta de Catalunya. Editorial UOC. España.
- Comunidad Libre del Instituto Tecnológico de Orizaba. (2011). *La migración a software libre: el puesto de trabajo sostenible*. Bitelia.com.