



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SOFTWARE LIBRE

**Propuesta de migración de los sistemas propietarios de la Universidad de los Llanos para la implantación de soluciones basadas en software libre**

Tesis para obtener el título de  
**Magíster en Software libre**

Autor

**ELVIS MIGUEL PÉREZ RODRÍGUEZ**

Directora

**Ingeniera LILIANA CALDERÓN**

**Julio 2016**

## **DEDICATORIA**

A mi esposa e hijos

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi directora, ingeniera Liliana Calderón, por su dedicación y apoyo

A las directivas académicas y administrativas de la Universidad de los Llanos, por los permisos y directrices para llevar a cabo esta propuesta.

# CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>RESUMEN</b>  |      |
| <b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....   | 1    |
| 1.1 <b>Antecedentes</b> .....   | 1    |
| 1.2 <b>Planteamiento del problema y justificación</b> .....   | 2    |
| 1.3 <b>Objetivos</b> .....  | 5    |
| 1.3.1 Objetivo general .....  | 5    |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....   | 6    |
| <b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....  | 8    |
| 2.1 <b>Software libre y propietario</b> .....   | 8    |
| 2.2 <b>Migración</b> .....  | 9    |
| 2.2.1 Pasos de la migración .....   | 10   |
| 2.2.2 Plan de migración .....   | 10   |
| <b>3 Análisis de metodologías aplicadas a procesos de migración</b> ...   | 12   |
| 3.1 Diseño de una estrategia para facilitar la migración a software libre<br>mediante las tecnologías de información y comunicación .....   | 12   |
| 3.2 Guía cubana para la migración a software libre .....  | 14   |
| 3.3 Plan de migración e implantación de software libre en el ayuntamiento<br>de Palencia .....  | 15   |
| 3.4 Propuesta de plan de migración a software libre en la Universidad<br>Nacional de Colombia sede Bogotá .....                             | 17   |
| 3.5 Guía para el plan de migración a software libre en la administración<br>pública nacional de la república bolivariana de Venezuela ..... | 19   |
| 3.6 Plan de migración al software libre caso hipotético: municipio de morón   | 21   |
| 3.7 Metodología de migración al sistema operativo libre Debian GNU/Linux  | 22   |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 3.8      | Un modelo de plan estratégico para migrar al software libre, socialmente justo, tecnológicamente sustentable y económicamente viable ...  | 24        |
| 3.9      | Propuesta metodológica para la migración de plataformas propietarias a plataformas de software libre en el ámbito Ofimático y desarrollo de un caso práctico para la matriz de la empresa pública correos ... | 27        |
| <b>4</b> | <b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</b> .....  | <b>30</b> |
| 4.1      | <b>Solicitud de permisos</b> .....  | 30        |
| 4.2      | <b>Generación de instrumentos de recolección</b> .....  | 30        |
| 4.3      | <b>Selección de encuestadores</b> .....   | 31        |
| 4.4      | <b>Análisis de la información recolectada</b> .....   | 31        |
| 4.4.1    | Inventario de equipos .....   | 32        |
| 4.4.2    | Inventario de servidores .....  | 35        |
| 4.4.3    | Información de la encuesta al personal de la Universidad .....  | 37        |
| 4.4.3.1  | Tipo de encuesta .....  | 37        |
| 4.4.3.2  | Resultados y análisis de la encuesta .....  | 38        |
| <b>5</b> | <b>PLAN ESTRATÉGICO DE MIGRACIÓN</b> .....  | <b>45</b> |
| 5.1      | <b>Fase I. Levantamiento de la información</b>  |           |
| 5.1.1    | Sensibilización institucional .....   | 45        |
| 5.1.2    | Normatividad para la migración .....  | 46        |
| 5.1.3    | Organización interna .....  | 46        |
| 5.1.3.1  | Funciones del comité de migración .....   | 47        |
| 5.1.3.2  | Funciones del administrador de servidores de comunicaciones .....   | 48        |
| 5.1.3.3  | Funciones del administrador de servidores de bases de datos .....   | 48        |
| 5.1.3.4  | Funciones analistas y programadores .....   | 48        |
| 5.1.3.5  | Funciones del personal técnico .....  | 49        |
| 5.2      | Fase II. Capacitación .....   | 50        |
| 5.2.1    | Capacitación al personal .....  | 50        |
| 5.2.1.1  | Propuesta plan de capacitación .....  | 51        |
| 5.2.1.2  | Capacitación a usuarios .....   | 51        |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.2.2 Medios de capacitación .....                    | 51        |
| <b>5.3 Fase III. Migración</b> .....                  | <b>53</b> |
| 5.3.1 Propuesta para el manejo de los servicios ..... | 53        |
| 5.3.2 Propuesta para los equipos de Oficina .....     | 58        |
| <b>5.4 Fase IV. Consolidación</b> .....               | <b>61</b> |
| 5.4.1 Documentación del proceso de migración .....    | 61        |
| 5.4.2 Cronograma de migración .....                   | 61        |
| 5.4.3 Análisis de costos .....                        | 63        |
| <br>  |           |
| <b>6 ANÁLISIS DE RIESGOS</b> .....                    | <b>67</b> |
| <br>  |           |
| <b>7 CONCLUSIONES</b> .....                           | <b>71</b> |
| <br>  |           |
| <b>RECOMENDACIONES</b> .....                          | <b>73</b> |
| <br>  |           |
| <b>ANEXOS</b> .....                                   | <b>75</b> |
| <br>  |           |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....                             | <b>79</b> |

## LISTA DE GRÁFICOS

|   | Pág. |
|---|------|
| Gráfico 1. Sistemas Operativos más usados, en el Top 500 de supercomputadoras ..... | 3    |
| Gráfico 2. Equipos de cómputo de la Universidad .....                               | 33   |
| Gráfico 3. Sistemas operativos en la Universidad .....                              | 34   |
| Gráfico 4. Navegadores más usados en la Universidad .....                           | 35   |
| Gráfico 5. Tipo de software de los servidores de la Universidad .....               | 37   |
| Gráfico 6. Porcentaje del tipo de vinculación .....                                 | 38   |
| Gráfico 7. Conocimiento de software libre .....                                     | 39   |
| Gráfico 8. Sistemas operativos más conocidos .....                                  | 39   |
| Gráfico 9. Conocimiento de herramientas ofimáticas libres .....                     | 40   |
| Gráfico 10. Porcentaje de aceptación de capacitaciones .....                        | 40   |
| Gráfico 11. Porcentaje de conocimiento de GNU/Linux .....                           | 40   |
| Gráfico 12. Importancia de reducción de costos .....                                | 41   |
| Gráfico 13. Conocimiento de equivalencias de software libre .....                   | 41   |
| Gráfico 14. Número de programas libres utilizados .....                             | 42   |
| Gráfico 15. Software libre en las generaciones futuras .....                        | 42   |
| Gráfico 16. Motivo de uso herramientas de Microsoft .....                           | 42   |
| Gráfico 17. Propuesta de organización plan de migración .....                       | 53   |

## LISTA DE TABLAS

|   | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Resumen de los procesos aplicados en las metodologías de las Migraciones ..... | 29   |
| Tabla 2. Inventario de equipos de oficina .....   | 33   |
| Tabla 3. Servidores instalados en la sede Barcelona .....                               | 36   |
| Tabla 4. Servidores instalados en la sede San Antonio .....                             | 36   |
| Tabla 5. Personal por categorías .....  | 38   |
| Tabla 6. Resumen fase I. levantamiento de la información .....                          | 50   |
| Tabla 7. Resumen fase II. Capacitación .....  | 53   |
| Tabla 8. Propuesta software de escritorio .....   | 60   |
| Tabla 9. Resumen fase III. Migración .....  | 60   |
| Tabla 10. Cronograma propuesto para la migración .....                                  | 63   |
| Tabla 11. Costos aplicados a las migraciones .....                                      | 64   |
| Tabla 12. Costos de software propietario .....  | 65   |
| Tabla 13. Costos de software libre .....  | 65   |
| Tabla 14. Costos de capacitación .....  | 65   |
| Tabla 15, Resumen fase IV. Consolidación .....  | 66   |
| Tabla 16, Listado de riesgos .....  | 68   |
| Tabla 17, Probabilidad de ocurrencia de los riesgos .....                               | 68   |
| Tabla 18, Nivel de impacto de los riesgos .....   | 69   |
| Tabla 19, Rango de cada prioridad .....   | 69   |
| Tabla 20, Análisis cuantitativo de los riesgos .....                                    | 70   |

## **RESUMEN**

Propuesta de un plan de migración para la Universidad de los Llanos, para definir las directrices, lineamientos y soluciones, fundamentada en las problemáticas que presenta en sus sistemas tecnológicos actuales y en las nuevas necesidades que se presentan, por el aumento de su oferta académica. Se realizó un estudio a procesos de migración en diferentes países, enfocándose en las metodologías aplicadas, que nos permitió establecer las fases que aplicaríamos en nuestro plan de migración. Con este trabajo se proponen cuatro fases para el desarrollo del plan de migración, una fase de levantamiento de información, que nos permita conocer todos los aspectos tecnológicos y de recurso humano de la Universidad, la fase de capacitación para el personal directivo, docente y administrativo, la fase de migración de servidores, servicios y equipos de oficina con la propuesta del software equivalente. Finalmente una fase de consolidación que nos permita realizar un buen análisis de costos, que exprese los beneficios a obtener en este proceso de migración a software libre y el desarrollo de la documentación.

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Antecedentes**

A partir de la decisión gubernamental de crear la Universidad de los Llanos en 1974, mediante la Ley 8 de 1974 y el Decreto 2513 de noviembre 25 de 1974 del Ministerio de Educación Nacional [Creación Universidad de los Llanos, Ley 8 de 1974 y Decreto 2513 de noviembre 25 de 1974 MEN], la institución se concentra en la formación del capital humano que necesita por entonces la región, es decir profesionales para atender el proceso de enseñanza, los problemas de la salud, y también, para responder a la expansión agrícola y ganadera. Tal devenir es el tránsito a una madurez institucional, que le ha permitido ser reconocida por todos los sectores de la región.

A mediados de la década de los 90's, la Universidad se proyecta, y viendo el desarrollo tecnológico mundial, presenta nuevos programas en el área de las Ingenierías, creándose los programas de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Electrónica, esto conlleva a un aumento considerablemente del número de estudiantes matriculados. Los recursos tecnológicos de hardware y software se hicieron más necesarios para el desarrollo de las actividades académicas, y para suplir estos requerimientos se crearon las salas de Informática, que prestarían servicio a toda la Universidad, con la consecuente necesidad de comprar equipos de cómputo y sus correspondientes licencias de software de sus sistemas operativos, el software de oficina y el software de desarrollo como tal.

Este avance tecnológico ha llevado a las entidades públicas y en especial a las Universidades, a estar en constante actualización de hardware y software, lo que le ha acarreado desde entonces, constantes gastos económicos que afectan el presupues-

to 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 para que soporten los nuevos requerimientos de software, y la obligatoriedad de adquirir un sistema de antivirus, ha llevado a dos cosas, una dependencia tecnológica de empresas transnacionales que se llevan el capital de la nación a otros países, y segundo, que los estamentos de las Universidades públicas accedan a los recursos de forma no permitida, denominada piratería (Sánchez, 2014).

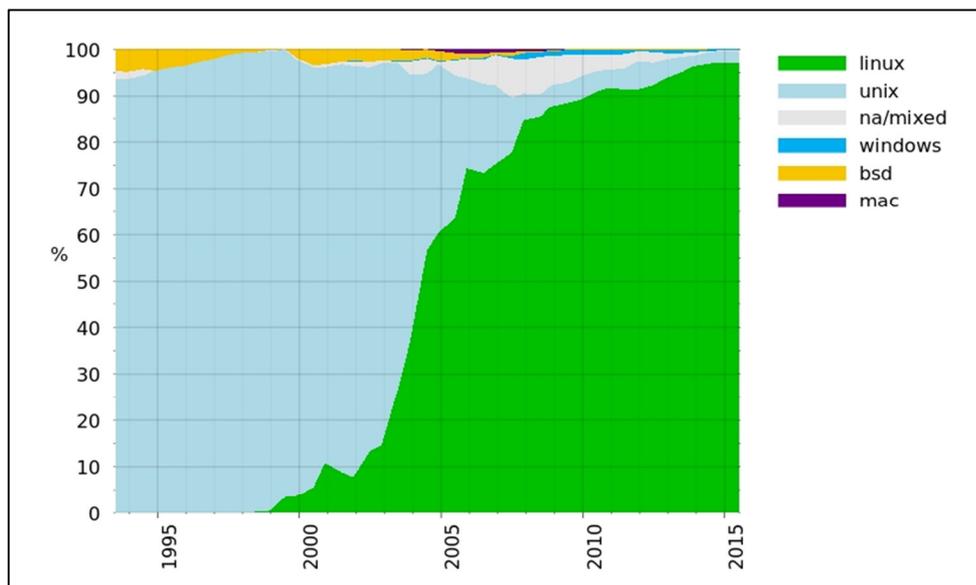
La propuesta de presentar un plan de migración a sistemas de software libre, tiene una justificación en el marco de lograr independencia tecnológica, que permita tener un mayor desarrollo regional e institucional. Una propuesta de migración que sirva de soporte al Consejo Superior Universitario, para tomar la decisión de migrar el software de la Universidad, sin perjuicio de la información, manteniendo la confidencialidad de los datos y por supuesto, garantizar la seguridad de los mismos, para que los usuarios se sientan tranquilos tanto en el manejo, como en el soporte que se les debe garantizar.

## **1.2 Planteamiento del problema y justificación**

En la actualidad, la complejidad de los problemas de información en las organizaciones, conlleva al uso de herramientas tecnológicas, cada vez más robustas, como es el caso de las plataformas de hardware y software; pero a pesar de que los computadores, incluido sus sistemas operativos propietarios, son los sistemas computacionales más usados en el mundo, no son los mejores, ni los más seguros, ni estables (Zurich, 2013). En las Universidades públicas, los servicios informáticos requieren unos requisitos de diseño especiales, de mejores protocolos de seguridad, que sean confiables, que se puedan llevar a diferentes plataformas, que estén disponibles las 24 horas del día, y su rendimiento sea el adecuado para la entidad. Es así que se debe tomar como referente estudios realizados, donde referencia a los sistemas GNU/Linux como la plataforma operativa más robusta y estable que existe en la actualidad. Según *Top 500 The List*, cada día GNU/Linux es el sistema operativo más usado en las supercomputadoras del mundo, como lo

muestra el siguiente gráfico.

Gráfico 1. Sistemas Operativos más usados, en el Top 500 de supercomputadoras.



Fuente: Top 500 the List.

Para la Universidad de los Llanos, que cuenta con dos sedes en la ciudad de Villavicencio: la sede Barcelona (rural) con una extensión de 35 hectáreas, con instalaciones para el personal estudiantil, docente y administrativo, y la sede San Antonio (urbana), con un gran número de dependencias administrativa y académicas; son sedes que están dotadas con equipos de cómputo, que están usando software propietario, que para algunos casos están bajo unas licencias demasiado caras, otros con licencias académicas, un poco más asequibles, o en el peor de los casos, sin licencias actualizadas; es de vital importancia tomar decisiones frente a sus nuevos procesos tecnológicos.

Como lo plantea Yenny A. Méndez en su ponencia sobre Software libre en la Educación, como alternativa a la copia ilegal: "Algunos establecimientos educativos que no pueden pagar las altas licencias de software suelen recurrir al uso de copias ilegales de software propietario. Con Software Libre, los establecimientos educativos

pueden usar tantas copias del software como necesiten, independientemente si es para propósitos académicos o administrativos. Los estudiantes y docentes pueden copiar y compartir programas, incluso fuera del establecimiento, sin estar incurriendo en un acto de piratería. Es necesario que todos los actores inmersos en la comunidad académica sean conscientes de cuando están o no cometiendo un acto de piratería, las sanciones que ello acarrea y la importancia de la formación de ciudadanos honestos” (Méndez, 2012).

Las Universidades públicas en Colombia, dependen económicamente de los recursos que les da el Estado, y de algunos recursos propios. A medida que se avanza académicamente en las Universidades, las necesidades aumentan y demandan un mayor apoyo económico, es por esto, que las Universidades buscan la manera de obtener recursos nacionales e internacionales, para poder cumplir con los compromisos a que se han obligado.

Uno de las formas de mejorar estos recursos, es la reducción en la contratación de licencias de software propietario, que le representan a las Universidades, un alto costo, si tenemos en cuenta, la cantidad de computadores que disponen y que estos, en su mayoría, son de uso exclusivamente académico.

Es por esto que en este proyecto se propone un plan de migración de los sistemas y software propietarios de la Universidad de los Llanos, mediante la implantación de software libre, para que las altas directivas de la Universidad (Consejo Superior, Consejo Académico), tengan un punto de partida para la toma de decisiones institucionales, que permitan hacer viable esta migración.

Se espera que con la migración a sistemas basados en software libre, la Universidad, pueda contar con una mayor independencia tecnológica y una mayor seguridad de su información. Además, pueda contar con sistemas más estables y confiables, y sobre todo, pueda ahorrar un buen monto económico que se pueda reinvertir en la formación académica de sus docentes y estudiantes.

Es importante decir, que 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. Ejemplos de esto tenemos a España (Murdock, 2015), como uno de los grandes impulsores del desarrollo de software libre a nivel mundial, Alemania, que ha tomado políticas estatales para el uso masivo de software libre en comunidades enteras (Gartner, 2015).

Los productos obtenidos con la ejecución del proyecto serán, la propuesta de un plan de migración para la Universidad de los Llanos analizando cada una de las dependencias, que le permita tomar decisiones a los directivos académicos y administrativos, que generen políticas de implantación y desarrollo de sistemas basados en software libre.

### **1.3 Objetivos**

#### 1.3.1 Objetivo general

Diseñar un plan de migración de los sistemas propietarios actuales en la Universidad de los Llanos, mediante la implantación de sistemas basados en software libre, que permitan una mayor independencia tecnológica.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar las características de los sistemas académico y administrativo con que cuenta la Universidad de los Llanos en la actualidad, recopilando la información y las características de los elementos que influyen en la actuación estratégica para verificar su viabilidad.
- Desarrollar la fase de análisis para determinar los sistemas de software libre que garantizará o mejorará el funcionamiento de los servicios actuales, así como la calidad de los mismos.

- Diseñar un plan estratégico que facilite el proceso de migración a Software Libre y agilice la adaptación de los usuarios finales apoyados en el uso las tecnologías de información.

En el capítulo dos de éste documento se presenta una revisión teórica de los sistemas desarrollados en software libre y su diferencia con aquellos desarrollados en software propietario, mostrando las ventajas que tiene el software libre. Se explica en que consiste la migración y cuáles son los pasos que se deben seguir para lograr una migración exitosa, se realizó una revisión de las normas ISO que reglamentan los procesos de mantenimiento de software, para detallar el plan de migración que se debe seguir.

El capítulo tres presenta una revisión contextual de las metodologías aplicadas a algunos procesos de migración realizados en diferentes partes del mundo, en entidades públicas y privadas. Se realiza una comparación de cada una de ellas, para determinar cuáles son las etapas o fases que les son comunes, para tomarlas de referente para la propuesta de plan de migración para la Universidad de los Llanos.

En el capítulo cuatro se presentan el método que se siguió en la investigación, se explican cada uno de los pasos que se debieron seguir para obtener los resultados. Se muestran los medios que se utilizaron para la recolección de la información y como se diseñaron las herramientas para lograr estos objetivos. Se presenta toda la información de inventarios de equipos de cómputo y servidores que tiene la Universidad de los Llanos, el software que utilizan para su normal desarrollo, tanto en sistemas operativos como ofimático y sobre todo el conocimiento del personal sobre el software libre y su disposición a un proceso de migración.

En el capítulo quinto se presenta la propuesta del plan de migración, desde la sensibilización del personal directivo, para que se tomen las decisiones necesarias para iniciar el proceso de migración, pasando por la propuesta de herramientas libres para la instalación en cada uno de los equipos de cómputo (escritorio, portátiles y servidores), como la propuesta de software para el control de los servicios, hasta un

análisis de costos que le ayude a las altas directivos a justificar la decisión de migrar a software libre.

El capítulo sexto presenta las conclusiones a las que se ha llegado durante la realización de este proyecto.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Software Libre y propietario.

Como lo expresa Ramón Ramón Sánchez, software libre es la oportunidad de participar en el proceso de creación colectiva más grande de la historia. Es la libertad de aprender, de compartir, de mejorar, apoyados en lo realizado por otras personas. Es independencia de los proveedores (Sánchez, 2014).

**Software Libre** se refiere a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software. De modo más preciso, se refiere a cuatro libertades de los usuarios del software:

- La libertad de usar el programa, con cualquier propósito (libertad 0).
- La libertad de estudiar cómo funciona el programa, y adaptarlo a tus necesidades (libertad 1). El acceso al código fuente es una condición previa para esto.
- La libertad de distribuir copias, con lo que puedes ayudar a tu vecino (libertad 2).
- La libertad de mejorar el programa y hacer públicas las mejoras a los demás, de modo que toda la comunidad se beneficie. (libertad 3). El acceso al código fuente es un requisito previo para esto.

**Ventajas del Software Libre.** Las ventajas del software libre están en su mayor calidad de los desarrollos, su mayor número de desarrolladores que trabajan desde cualquier parte del mundo, tener menos errores por líneas de código que el software privativo, dar mayor seguridad por su robustez. También por no tener presencia de virus, permitir la auditoría del código fuente y poder reutilizarlo, dar un soporte continuo, mediante foros y comunidades.

Con el software libre se universaliza el conocimiento, porque se comparte entre las comunidades sin ninguna restricción. Con el software libre, los gastos se convierte en inversión, los valores de la licencias se utilizarán en capacitación, asesorías, etc., además, los costos son independientes del número de computadoras a las cuales se va a migrar.

El **software privativo o propietario** siempre tenderá hacia la concentración del conocimiento a un grupo, generalmente de sus desarrolladores, esto va en contra de los principios de las Universidades, sobre todo las públicas. Tiende a rebajar el rol del ingeniero de sistemas, pues crea una dependencia de éste con el software, se vuelve un experto en una herramienta, pero no se sabe cómo funciona. Aumenta la brecha tecnológica que hay entre los países desarrollados y los países del tercer mundo, además que la generación de divisas queda en otros países. El software privativo se paga, no por un producto, sino por el derecho a usar ese producto, no se es dueño de ese producto. Los costos se incrementan proporcionalmente a número de computadores que se quiera actualizar y eso fomenta el monopolio de una marca en especial.

## **2.2 Migración**

Es el traslado de una o varias aplicaciones de un computador a otro, en condiciones de mejorarlo en su usabilidad, productividad y sobre todo compatibilidad. Migrar es también elevar una versión de un producto software a otra de más alto nivel, o bien el movimiento de una arquitectura a otra, por ejemplo, de un sistema centralizado a otro con una estructura basada en el modelo cliente/servidor (Pérez *et al*, 2013).

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.

### 2.2.1 Pasos de la migración

Antes de tomar cualquier decisión, hay que tener en cuenta cuáles son las funcionalidades del nuevo software (Consejo Superior de Administración Electrónica, 2003).

Ciclo de vida del software: Según la norma ISO 12207: "Es un marco de referencia que contiene los procesos, las actividades y las tareas involucradas en el desarrollo, explotación y mantenimiento de un producto software, abarcando la vida del sistema desde la definición de los requisitos hasta la finalización de su uso" (ISO, 2008). La norma ISO 12207 establece que: "el Proceso de Mantenimiento contiene las actividades y tareas realizadas por el mantenedor. Este proceso se activa cuando el producto software sufre modificaciones en el código y la documentación asociada, debido a un problema o a la necesidad de mejora o adaptación. El objetivo es modificar el producto software existente preservando su integridad. Este proceso incluye la migración y retirada del producto software".

Pressman define que: "la fase de mantenimiento se centra en el cambio que va asociado a la corrección de errores, a las adaptaciones requeridas a medida que evoluciona el entorno del software, y a cambios debidos a las mejoras producidas por los requisitos cambiantes del cliente" (Pressman, 2005).

### 2.2.2 Plan de migración (basado en la norma ISO 14764, el Proceso de Mantenimiento Software)

#### Proceso de migración

- Análisis de requerimientos
  - Justificación de la migración
  - Objetivos
  - Recolección de información
  - Sensibilización institucional y del personal
- Diseño

- Definición del producto a obtener
- Planificación de recursos humanos
- Planificación de migración
- Planificación económica
- Planificación de seguimiento y control
- Plan de contingencia
- Planificación de la formación
- Planificación de la evaluación
- Estrategias de migración
- Mejora del sistema
- Migración
  - Migración parcial
  - Migración completa
  - Evaluación
- Mantenimiento

Unos aspectos importantes en la migración, es que no se deben detener los servicios internos y externos, las actividades de la Universidad no pueden parar. Otro aspecto, es realizar consultorías previas con todos los actores, antes y después de la migración, para buscar la satisfacción total del personal.

En el aspecto del factor humano, se encuentra mucha resistencia al cambio, tal vez por miedo a lo desconocido; es por eso que se debe realizar un plan de formación a los usuarios, garantizarles el soporte a toda hora, y sensibilizarlos de las bondades del software libre. Garantizar que si el usuario definitivamente no está a gusto con las nuevas aplicaciones del software libre, se puede regresar, sin perder el trabajo realizado.

### **3. METODOLOGÍAS APLICADAS A PROCESOS DE MIGRACIÓN**

A continuación se realiza un análisis de las metodologías usadas para los procesos de migración, en varias entidades de carácter público.

#### **3.1 Diseño de una estrategia para facilitar la migración a software libre mediante las tecnologías de información y comunicación (Díaz *et al*, 2011).**

Su objetivo general es diseñar una estrategia que permita facilitar la migración a Software Libre en la Fundación Bolivariana de Informática y Telemática (FUNDABIT), usando como herramientas las Tecnologías de Información y Comunicación para la adaptación de los usuarios finales.

Utilizan el sistema de encuesta para obtener información de los sujetos en estudio, sobre opiniones, conocimientos, actitudes o sugerencias. Se basan en el sistema cuestionario, donde las respuestas son formuladas por escrito y no se requiere de la presencia del investigador, ya que representa un bajo costo, proporciona información sobre un mayor número de personas en poco tiempo, es fácil de obtener, cuantificar, analizar e interpretar, se mantiene el anonimato de los encuestados y se encuentra como la técnica a aplicar en la investigación de campo.

**Fase I. Levantamiento de Información y Diagnóstico.** Aplican la encuesta con la finalidad de realizar una valoración de las opiniones del personal respecto al Software Libre y su aplicación en la Fundación. Se aplica un inventario de diagnóstico que serán utilizados para identificar las aplicaciones informáticas de la Fundación, así como también: cantidad de equipos a migrar (servidores y estaciones de trabajo), identificación de las herramientas privativas a migrar y clasificación del personal (técnico y usuarios finales con o sin conocimientos en Software Libre) para definir

su grado de participación en la migración, respecto a su área de desempeño.

Identifican cuáles serán las herramientas basadas en TIC que se utilizarán para iniciar la inserción del personal, y cuál será la información que deberá suministrarse al personal a capacitar en dicho proceso. Del mismo modo, buscan las alternativas libres de las herramientas privativas, identifican los posibles obstáculos de la migración a nivel técnico y operativo, y evalúan si existe alguna aplicación que se podría utilizar para favorecer el proceso.

**Fase II. Inserción de los usuarios al SL con el uso de las TIC.** Brindan una formación inicial con el uso de las TIC, previa a la capacitación del personal, en la cual, se impartirá un adiestramiento básico sobre los fundamentos de Software Libre, especializando al personal (técnico y usuario final), el personal debe estar al tanto de la importancia que tiene su capacitación y la necesidad que tiene la organización en contar con usuarios adiestrados en el manejo del sistema operativo libre.

**Fase III. Capacitación.** Involucra la capacitación tanto al personal técnico, como a los usuarios finales, definen la secuencia de actividades que podrían llevarse a cabo para el desarrollo exitoso de la migración. Muestran los beneficios de la migración, que deben ser comunicados como algo esencial y necesario. Se involucra a todo el personal para asegurar un alto grado de aceptación, fomentan la motivación y la satisfacción.

**Fase IV. Migración Parcial.** Definen las actividades que llevan a la migración en las estaciones de trabajo y de los sistemas de información de FUNDABIT de forma paulatina, sin ser vistos como una imposición. Buscan la instalación de herramientas de Software Libre bajo la plataforma actual, con la finalidad de ir adaptando a los usuarios finales. Paralelamente ir realizando las migraciones en los servidores.

**Fase V. Migración Total.** Se enfocan en la migración total de todas las estaciones de trabajo y la migración total de los servicios, además incluye la inicialización de la programación de herramientas a la medida en caso de ser necesario.

**Fase VI. Consolidación.** Se constituye en el soporte al proceso de migración y será el apoyo e indicador de los niveles de éxito o fracaso de la migración a Software Libre. Se realizará el desarrollo del informe final para ser entregado al asesor y al jurado asignado para su revisión y aprobación final.

### **3.2 Guía cubana para la migración a software libre** (Grupo Nacional para la migración, 2005)

La metodología de migración cubana consiste en 4 etapas o fases y 6 flujos de trabajo (secuencia de acciones, actividades o tareas utilizadas en el proceso).

Etapas del plan de migración cubana:

**Preparación.** Etapa en la que se realizarán las tareas de recopilación de datos y se lanzará una primera versión de la guía de migración.

**Migración Parcial.** Etapa en la que se realizarán las pruebas y se validará la propuesta a pequeña escala pero gran actividad de trabajo.

**Migración Total.** Cada vez que se ejecute una iteración de esta fase, la cantidad de Software Libre irá en aumento; será la etapa que marcará el fin del software privativo.

**Consolidación.** Etapa que constituirá el soporte al proceso de migración, será el apoyo e indicará los niveles de éxito o fracaso de la migración a Software Libre.

#### **Flujos de trabajo**

**Evaluación:** Hacer una evaluación de todos los procesos, tecnología y personal y adaptarlas al entorno actual.

**Diseño:** Diseñar un plan de migración conforme a las necesidades, tomando como partida el resultado anterior.

**Pilotos:** Poner en marcha el plan en un ambiente real de pruebas.

**Formación:** Formación y certificación de personal por niveles de usuarios.

**Implementación:** Instalación y migración definitiva de servicios y estaciones de trabajo a Software Libre.

**Asistencia y soporte técnico:** Brindará atención y soporte a las infraestructuras, servicios instalados y al personal.

### **3.3 Plan de migración e implantación de software libre en el ayuntamiento de Palencia** (Gascón, 2013)

La metodología propone dividir los departamentos municipales, para su codificación. Lo primero que realizan es la revisión de **la situación actual** y obtienen la información de los sistemas utilizados, donde se detecta que tiene múltiples aplicaciones desarrolladas con Access, así como múltiples aplicaciones que utilizan SQL Server como sistema gestor de bases de datos, donde se empezó a homogeneizar aplicaciones municipales con unos costes menores que los que suponía ORACLE. Respecto a la implantación de Openoffice.org se analiza aquellos equipos que utilizan o desarrollan en Access, que tengan alguna aplicación de Microsoft Office integrada y si tienen alguna exigencia de intercambio de datos, para conocer si habría problemas en la migración o si simplemente utilizan el procesador de textos y en menor medida, hojas de cálculo y diseño de presentaciones.

Luego realizan un **inventario** de equipos, sobre aquella información que es seguro poder hacer pública. Además, el inventario utilizado ha sido realizado por el Departamento de informática y proporcionado por el tutor de la empresa para su inclusión dentro del proyecto.

Analizan los **sistemas operativos para clientes**, donde son exclusivamente Windows, desde el Windows 2000, hasta Windows Vista, algunos con la licencia de Windows 7 y con la licencia de Windows XP, que ya no tienen soporte, que es uno de los motivos por el cual se toma la decisión de migrar a software libre.

Se han decidido por Fedora Core, que podían instalar con el entorno gráfico GNOME, que siempre es más familiar para los usuarios que vienen desde Windows, cuyo costo es gratuito. Se decidieron por Red Hat Linux Enterprise que será la distribución elegida para los servidores.

Realizan una revisión y análisis del **sistema operativo para los servidores** que estaba en red con Windows Server 2003 y Windows Server 2008. Manejan algunos servidores con Linux CentOS 5.4. Cuentan con servidores de ficheros, de impresión, de aplicaciones, de antivirus, de virtualización, de base de datos, controladores de dominio, servidor de Backup, otro servidor de Intranet y dos servidores de pruebas para Informática. La ventaja de CentOS con respecto a Red Hat es que es una distribución que proviene de las liberaciones de código que esta última realiza y son muy similares en el manejo, por lo tanto, quienes manejaran el CentOS conocerán cómo van a funcionar los nuevos sistemas operativos de servidores.

Presentan un análisis sobre aquellos **costos** que tienen como mínimo un efecto económico inmediato, como por ejemplo, impacto de los ahorros directos, la reducción de la tasa de fracaso de los proyectos. Proponen mejorar los costos de mantenimiento de códigos, que representa un porcentaje alto en el software, todo esto para poder reinvertir estos ahorros de forma interna en tecnologías de la información.

Los costos de la migración que proponen son:

**Costos directos** (arrendamiento de equipos, procesos de información, mantenimiento de equipos, estudios y trabajos técnicos, costos de hardware, equipamiento informático)

**Costos de formación** (formación de personal informático, formación de usuarios)

**Costos indirectos** (consultoría, informes, virtualización de los equipos, Virtualización de los servidores, realización de las imágenes de los equipos, migración de los servidores, migración de las estaciones de trabajo).

**Costos de soporte y Costos de inoperatividad del sistema**

**Recursos dedicados.** Un Director o Jefe del proyecto, un consultor de sistemas GNU/Linux, un formador en Software libre, dos técnicos de sistemas, un analista programador. La contratación de este personal será programada.

### **3.4 Propuesta de plan de migración a software libre en la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá** (Ardila *et al*, 2014)

La metodología que aplican para el plan de migración desarrollado, se centra en la inclusión de toda la comunidad académica, con el objetivo de cubrir todas las necesidades de las diferentes facultades de la Universidad, lograr darle continuidad al proyecto que ya se viene desarrollando desde semestres pasados, a partir de la identificación de las diferentes iniciativas de software libre en la Universidad y cambiar el pensamiento negativo que la comunidad universitaria tiene acerca del software libre.

**Etapas 1. Preparación.** La inician con la identificación de los interesados y sus necesidades, mediante encuestas y entrevistas de diferente índole, dependiendo del rol en la Universidad, ya sean estudiantes, profesores, directivos o administrativos, que permitan obtener los puntos de vista encontrados, usando las tecnologías de la información y la comunicación.

Luego revisan la normatividad vigente de la Universidad en cuanto a software, relacionadas directa o indirectamente con su implementación, adquisición y uso, en la Dirección de Informática y Comunicaciones y el Consejo Superior Universitario.

Identifican los posibles obstáculos, para generar recomendaciones que guíen el proceso de migración hacia un camino factible, encontrando soluciones a las dificultades y obstáculos presentados. Conforman un grupo de trabajo, quienes elaboran y presentan la propuesta.

**Etapas 2. Promoción y educación.** Contar con el total apoyo de los profesores y las directivas de la universidad para dar impulso a acciones que beneficien y faciliten todo el proceso, involucrando a toda la comunidad universitaria. Realizan actividades de difusión del software libre, a partir de las redes sociales y el correo universitario de la Comunidad, como en los portales web. Realizan seminarios, cursos y jornadas de instalación relacionadas con el software libre, con el objetivo de promover su uso.

**Etapa 3. Implementación del Software Libre.** Realizan pruebas piloto, teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios, las características técnicas y el nivel de profundidad de la prueba. Luego realizan la implementación, y una vez finalizada, realizar una evaluación de la implementación con el fin de eliminar los programas privativos que han sido sustituidos en la práctica de los usuarios, y de coexistir con los programas que no se pueden sustituir aun por su especialidad.

**Etapa 4. Consolidación.** Pueden quedar elementos de software propietario que se puede llegar a convertir en representativos por alguna necesidad específica, tales como, la BIOS, controladores de hardware de algunos componentes que sustituirlos pueden representar un riesgo para la seguridad y confidencialidad de la información de la universidad. Se propone el desarrollo de software libre, como solución a funcionalidades que no se les tenga un software para migrar. Revisan que componentes y aplicaciones y software libre migrado en general contiene funcionalidades, drivers o firmware que se encuentre patentado como software privativo o que no tenga el código abierto. Continúan con la formación del personal, certificándolos en los diferentes niveles, Junior Level Linux Certification, Advanced Level Linux Certification, Senior Level Linux Certification.

**Costos en la implementación de software libre.** Realizan un cuadro comparativo entre software libre y software privativo, donde analizan los costos que lleva realizar el estudio, cuánto es el valor de la adquisición, como plantea la integración y como es su uso.

### **3.5 Guía para el plan de migración a software libre en la administración pública nacional de la república bolivariana de Venezuela** (Centro Nacional de tecnologías de la Información, 2010)

La metodología que utilizan en esta migración se basa en una serie de fases que desarrollan.

**Fase I. Recolección de Información.** Recogen los datos necesarios para empezar

todo el proceso de migración.

- a) Inventario de capital humano.
- b) Inventario del hardware.
- c) Inventario del tipo de software.
- d) Inventario de Requerimientos de Soporte.

**Fase II. Capacitación.** Entrenamiento que se le debe proporcionar a los usuarios, el mismo, debe contribuir a que el factor de resistencia al cambio sea lo más bajo posible y las metodologías de aprendizaje a utilizar deben incentivar a la autoformación e investigación.

- a) Capacitación del personal técnico.
- b) Capacitación del usuario final.

**Fase III. Migración Parcial.** Contempla el combinar el uso de sistemas operativos propietarios con los de herramientas de software libre que así lo permitan, ir recopilando información mediante ensayos, pruebas o investigación acerca de las herramientas y aplicaciones de software libre que más se adapten a la plataforma deseada, identifican los servicios ofrecidos a los usuarios y las características de la plataforma que los soporta.

- a) Realizan una instalación previa de herramientas de software libre bajo la plataforma actual.
- b) Crean un laboratorio en software libre, en el cual se puedan realizar pruebas, clasificación e investigación de compatibilidad con el software libre, del hardware existente, así como pruebas, clasificación e investigación de equivalencias con el software libre utilizado actualmente.
- c) Realizan un estudio para identificar las características de los servicios ofrecidos, así como de la plataforma tecnológica que los soporta.
- d) Creación de Imágenes de Software Libre adaptadas a las necesidades.
- e) Generación de servidores de imágenes en software libre para facilitar el proceso de migración.

#### **Fase IV. Migración Total.**

a) Programación de herramientas a la medida, donde el personal técnico debe determinar los requerimientos con respecto a sistemas hechos a la medida o aplicaciones que deben ser reprogramadas.

b) Migración Total de las estaciones de trabajo.

**Costos referenciales de migración.** Forman y capacitan al personal de soporte técnico, personal de administración de servicios y personal desarrollador de aplicaciones. Los cursos más relevantes en el proceso de capacitación son OpenOffice Avanzado, de 30 horas, GNU/Linux Básico, de 20 horas, GNU/Linux Avanzado, de 30 horas, administración de redes y servidores, de 30 horas, comunicaciones e interoperabilidad, de 30 horas y programación. También exponen costos de promoción y difusión de la migración a Software Libre, teniendo en cuenta viáticos, eventos, producción de medios, publicaciones, stands, laptop, vídeo, impresoras, etc.

#### **3.6 Plan de migración al software libre caso hipotético: "municipio de morón" (Reingart, 2013)**

a) **Situación actual.** Analizan la importancia y potencial de desarrollo social, comercial y productivo. La transformación de los servicios que ofrece y la posibilidad de acceder a navegar por Internet en forma gratuita.

b) **Inventario.** Comienzan por determinar el inventario de personal que va a ser parte en la migración. La situación actual estaría basada en soluciones Microsoft: Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows 7 y MS Office 97. Se estima unos 30 servidores en su mayoría Windows 2000 o 2003 Server con ActiveDirectory. Sistemas Operativos: Windows XP, Windows NT Server, Windows 7

Software de Base: Office 2000, McAfee viruscan

Software Específico: Tivoli storage, Adobe pro, ArcView, Oracle, Spss, Autocad

c) **Costos**

**Servicios técnicos y profesionales.** Se analiza un reducción por el bajo

mantenimiento del software libre a comparación con el software propietario.

**Bienes de uso.** Igualmente no habría un costo representativo en actualización de hardware, debido a que el software libre no requiere máquinas potentes para su funcionamiento normal.

**Activos intangibles.** Software específico "residual", como AutoCAD o similares que todavía no tienen una alternativa en software libre, u otros como la base de datos Oracle, a la que está obligada a usar por disposiciones provinciales, por lo que seguramente en el corto plazo no podrá eliminarse completamente. Proponen los costos basados en el programa de suscripción de soporte técnico Ubuntu Advantage. Analizan el gasto presupuestado para cada año en tecnologías de la Información

d) **Recursos dedicados.** Se recomienda contratar la suscripción por soporte técnico del sistema operativo (que incluye consultas telefónicas y por internet), para aliviar la tarea del personal en los primeros años de la migración. En el caso de los capacitadores, el perfil que se busca es conocimiento de "Operadores de GNU/Linux básico" y herramientas de oficina (OpenOffice, Evolution y similares). En el caso de los consultores, se busca un perfil más profundo relacionado a "Administradores de GNU/Linux avanzado", para que configuren e instalen los servidores de manera estándar (básicamente archivos compartidos, email y temas relacionados).

### **3.7 Metodología de migración al sistema operativo libre Debian GNU/Linux** (Comunidades Técnicas de Asistencia Mutua, 2014)

Es un proyecto con un propósito definido, guiar y/o acompañar a las organizaciones sociales sobre cómo realizar una migración de sistemas privativos a sistemas libres.

#### **Fases de la Metodología**

La metodología describe detalladamente las fases a seguir en el proceso de migración al sistema operativo libre Debian GNU/Linux.

#### **Etapa de Planeación**

**Fase I. Sensibilización, comprensión de implicaciones, ventajas y**

### **desventajas del cambio.**

- a) Autorización para la conformación y funcionamiento de un plan piloto (grupo piloto de usuarios), el cual posteriormente será promotor del proceso de migración para el resto de usuarios.
- b) Coordinación para que el grupo piloto le dé continuidad a la migración; se capacite en el uso de las aplicaciones y herramientas de software libre que serán utilizadas en la organización, a través de exposiciones, el diseño, elaboración y distribución de folletos explicativos sobre la migración, sus ventajas, y los beneficios para la organización y todo material que se considera necesario para compartir con los usuarios.

### **Fase II. Diagnóstico sobre el uso de software e inventario de hardware.**

- a) Usos, habilidades y prácticas de las personas que laboran en la organización.
- b) Hardware.
- c) Software.

De esta fase resultan los datos necesarios para empezar con el proceso de migración. Para ello se debe realizar una encuesta a todo el personal con el objetivo de conocer el grado de conocimiento que tiene cada persona con respecto al uso de aplicaciones y las respuestas servirán para desarrollar el plan de capacitación que debe llevar cada grupo de personas. Otro aspecto necesario para esta fase es un levantamiento de información sobre hardware o inventario de hardware, donde se detalle la información relevante de cada computador y de los programas instalados en cada uno de ellos.

**Fase III. Procesos de prueba para el uso de software libre corriendo en el sistema operativo privativo actual.** Instalación previa de herramientas de software libre bajo la plataforma actual (sistemas propietarios) en las estaciones de trabajo del grupo piloto, contemplando que será una migración parcial o progresiva. La instalación estará enfocada a las herramientas ofimáticas (LibreOffice), navegador (Mozilla Firefox), reproductor de vídeo (VLC), y todas aquellas aplicaciones de software libre que corren en los sistemas operativos privativos.

**Fase IV. Procesamiento de información obtenida, generar el Plan de Migración.** Tras el desarrollo de las tres primeras fases debe haber suficiente información para migrar a software libre, sin embargo, es fundamental que a partir de esos datos se elabore una planeación estratégica la cual permita crear las condiciones necesarias para que la migración sea implementada de manera efectiva.

#### **Etapas de Desarrollo**

**Fase V. Definición de una Política Institucional de Migración a Sistemas Informáticos Libres.** Una Política Institucional de Migración y que sea construida de manera participativa o bien como una directriz y debe ser conocida por toda la organización, para tomar decisiones firmes y asumir compromisos para el cambio.

**Fase VI. Implementación de procesos de capacitación en la utilización de las aplicaciones de software libre.** Desarrollar en todo el personal capacidades en el uso de software libre, de manera que el proceso de migración pueda ser implementado de manera efectiva en la organización. Primeramente la capacitación estará dirigida al grupo piloto. Es importante mencionar que el proceso de capacitación es un proceso continuo el cual permite a los usuarios profundizar en el manejo de las aplicaciones de software libre.

**Fase VII. Instalación de software libre en todo el equipo, y programas específicos para las necesidades de la organización.** Una vez que la organización haya asumido el uso de formatos libres, y que los usuarios tengan pleno dominio en las aplicaciones de ofimática libre y otras aplicaciones que haya recomendado el técnico de la migración, se procederá a la instalación del sistema Operativo Debian GNU/Linux con la interfaz gráfica que mejor se adapte o responda a las especificaciones técnicas de los equipos.

**3.8 Un modelo de plan estratégico para migrar al software libre, socialmente justo, tecnológicamente sustentable y económicamente viable** (Yucra, 2008)

**Consideraciones de la Metodología.** Los éxitos de una migración dependen fundamentalmente de cómo se planifican las tareas, definiendo objetivos, metas, conociendo el recurso humano, reglamentos, etc.

Como estrategia realizan un análisis **FODA** del Software Libre.

**Fortalezas:**

- Herramientas y sistemas operativos libre de licencias costosas
- Disponibilidad de herramientas para varias áreas, sectores y Soluciones maduras.
- Varias interfaces Gráficas (GUI).
- Paquetes de ofimática completa.
- Herramientas para desarrollo en Internet estables
- Interés mayor por parte del Gobierno, la Industria, las Empresas, las Pymes, la Salud y la Educación, que quieren Software Libre.
- Estabilidad y Fiabilidad
- Rápida solución de incidencias
- Cobertura por comunidades

**Oportunidades:**

- Modelo para promover estándares en el gobierno.
- Modelo para desarrollo de aplicaciones a medida, adoptado a su medida.
- Modelo para promover aplicaciones para sectores del gobierno, educación, ciencia y tecnología.
- Capaz de adaptarse para cualquier solución informática.
- Promueve innovación, investigación y desarrollo alrededor del software libre

**Debilidades:**

- Curva de aprendizaje
- Ausencia de un canal comercial
- Escasez de aplicaciones verticales
- Arquitectura inadecuada

- Falta de Programadores de Software Libre en el Perú
- Carencia de aplicaciones y modelos peruanos propios
- Falta de difusión, promoción de su uso y desarrollo.
- Desinterés del gobierno y autoridades del país

#### **Amenazas:**

- Carencia de sustitutos libres en algunas aplicaciones más usadas.
- Carencia de homologación (control de calidad).
- Falta de estandarización
- Los proyectos de software Libre son gestionados por programadores.
- Los programadores se mueren por escribir su propia implementación desde cero.
- Los programadores se olvidan con facilidad de la ética del servicio: trabajan para sí mismos y no para el usuario final.
- Falta promocionar los productos de software libre peruano.

**Un buen modelo de Migración.** Realizan una fase de definición del proyecto y de recopilación de datos, una justificación de la migración, incluido el costo asociado a la misma, una o más fases piloto preparadas para probar si el plan y la justificación funcionan, un despliegue del plan y un seguimiento de la experiencia real en relación con el plan.

#### **Etapas Fundamentales**

Diagnostico (cronograma de trabajo, fijar metas a corto, mediano y largo plazo, definir las áreas a migrar, sistemas propietarios utilizados, aplicaciones de oficina, aplicaciones de Ingeniería, niveles de adiestramiento del personal involucrado, centros de impresión, búsqueda de software sustituto bajo GPL, análisis de requerimientos de hardware).

Ejecución (pruebas, instalaciones previas en el departamento de sistemas, laboratorios de prueba, migrar el Sistema Operativo de los clientes, instalar el Sistema Operativo y Servicios en los equipos centrales. instalar aplicaciones en los servidores, Aplicar los respaldos y copias al nuevo sistema)

Control (monitoreo y visita en sitio a los usuarios, discutir e investigar fallas con el

grupo de migración o en los foros de la web, auditar el trabajo de migración, realizar reportes del éxito de la migración)

Documentación (guía de migración, documentación de la capacitación, fichas de seguimiento y monitoreo, manuales de usuario final)

### **3.9 Propuesta metodológica para la migración de plataformas propietarias a plataformas de software libre en el ámbito Ofimático y desarrollo de un caso práctico para la matriz de la empresa pública correos del Ecuador (Robayo *et al*, 2012)**

**Fase 0. Recolección y evaluación de información.** Evaluar la situación actual (inventario). Contar con información actualizada, situación actual de la infraestructura tecnológica, situación actual de aplicaciones utilizadas, situación actual de usuarios que utilizan la herramienta ofimática actual y otros aspectos que se consideren necesarios referente a la situación actual de la organización, previo a la migración.

Evaluación de las posibles soluciones de software libre. Seleccionar la herramienta que cumpla con los requerimientos funcionales de los usuarios y de las actividades que ejecutan.

Determinar las herramientas ofimáticas y usuarios que serán migrados. No todos los usuarios y todas las herramientas ofimáticas podrán ser migradas.

Evaluación del impacto. Temor al cambio por parte de los usuarios, costumbre de uso de las herramientas ofimáticas antiguas y curva de aprendizaje, plan de capacitación, concientización y soporte a usuarios.

Elaboración de documento inicial. Informar, convencer y sustentar a la Alta General, que el proyecto de migración es esencial para el progreso de la empresa.

Planificación del alcance. Definición del alcance que tendrá el proyecto de migración, ya que es posible que la migración se pueda aplicar a toda la organización o sólo a un grupo determinado de personas.

**Fase 1. Preparación.** Determinar el plan de capacitación. Contar con opciones o escenarios de capacitación

Analizar los mecanismos de soporte a usuarios y mantenimiento a las aplicaciones. Desarrollar estrategias de soporte técnico, enfocadas en minimizar el impacto que la migración tendrá para el área de soporte técnico.

**Fase 2. Ejecución.** Diseño de estrategia de migración. Minimizar la resistencia al cambio, para lo cual se enfatizó la necesidad de un plan de la capacitación y el establecimiento de perfiles de liderazgo, habilidades y competencias para las personas que intervendrán en el desarrollo de la migración.

Ejecución del plan piloto y migración. Lineamientos para que la migración sea estructurada, aplicando las sugerencias indicadas en las actividades previas, además se sugiere la elaboración de un modelo de plan piloto con el objetivo de validar los posibles problemas que se puedan presentar en una migración a gran escala y por medio de su aplicación ganar la experiencia para futuras migraciones.

Una vez estudiadas cada una de las anteriores metodologías, se pudo concluir que las etapas o fases utilizadas, tienen en común una serie de procesos para lograr una buena migración. Inicia con un levantamiento de la información necesaria para la toma de decisiones y poder realizar un diagnóstico de los sistemas tecnológicos. Proponen una serie de políticas necesarias que se deben adoptar, para darle el respaldo y fortalecimiento al proceso, luego proponen una migración parcial en la cual, poco a poco se van migrando los sistemas, empezando por los ofimáticos, para no generar un impacto negativo y los sistemas operativos de los servidores. La migración total, que es la siguiente etapa, está enmarcada en la migración definitiva de todos los sistemas operativos de los equipos de escritorio y el software restante. Una de las etapas que se considera más importante, es la capacitación, que es una fase transversal a todo el proceso de migración, ya que se debe capacitar desde el inicio a los directivos para sensibilizarlos en el proceso. Por último, se establecen la consolidación de todo el proceso y el análisis de costos, para establecer el beneficio de migrar a software libre. A continuación se presenta la tabla resumen, teniendo en cuenta las etapas o fases más importantes.

Tabla 1. Resumen de los procesos aplicados en las metodologías de las migraciones

| Metodologías  | Levantamiento de información y diagnóstico | Políticas | Migración Parcial | Migración Total | Capacitación | Consolidación | Costos |
|---|--|-----------|-------------------|-----------------|--------------|---------------|--------|
| 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  | ✓  | ✓         | ✓                 | ✓               | ✓            |               |        |
| Un modelo de plan estratégico para migrar al software libre, socialmente justo, tecnológicamente sustentable y económicamente viable                                  | ✓  |           |                   | ✓               |              |               |        |
| Propuesta metodológica para la migración de plataformas propietarias a plataformas de software libre en el ámbito Ofimático de la empresa pública correos del Ecuador | ✓  | ✓         | ✓                 | ✓               | ✓            |               |        |

Fuente: Información obtenida de la investigación

## **4. METODO DE INVESTIGACIÓN**

En esta parte del proyecto fue necesario que las directivas administrativas y académicas, las dependencias que realizan la gestión informática y los usuarios (administrativos, docentes) tomaran consciencia de la importancia de migrar a software libre y el seguimiento a un plan específico para lograr el objetivo final.

### **4.1 Solicitud de los permisos**

Por ser la Universidad de los Llanos una entidad de carácter público, se hizo necesario solicitar los respectivos permisos a las instancias competentes. Por esta razón, se presentó la solicitud al Consejo Superior de la Universidad de los Llanos, el cual determinó delegar en la administración – rector de la Universidad, la expedición de los respectivos permisos, para obtener la información de cada una de las dependencias. La rectoría nos permitió obtener información de la oficina de sistemas que es la encargada del control de los servidores administrativos de la Universidad, de la oficina de almacén, encargada de llevar la información de los equipos de cómputo de cada una de las dependencias de la Universidad, del centro de tecnología de la Información y las comunicaciones, que manejan las salas de informática de la Universidad que están al servicio de todos los docentes y estudiantes, el cual administra sus respectivos servidores, y del grupo de investigación Gitecx, el cual administra la mayoría de los servidores académicos al servicio de la Universidad.

### **4.2 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. El primer instrumento se diseñó para recoger la información de los equipos de cómputo de la Universidad, los cuales obtenían infor-

mación de la dependencia donde se encuentra funcionando, de sus características de hardware, su sistema operativo, el paquete ofimático que utiliza, sus navegadores de internet y su software especializado, si es el caso. El segundo instrumento recolectó la información de los servidores de la Universidad, obteniendo información de su marca y características generales, el sistema operativo que controla los servicios, los servicios que ofrecen en cada servidor, con que software se están manejando cada uno de los servicios y por último, la ubicación del servidor, que nos permitirá saber la distribución en la Universidad. El tercer instrumento recoge la información sobre los conocimientos de software libre de los docentes y administrativos, esta encuesta se realizó de forma digital, usando los servicios que ofrece Google Form, para generación de encuestas y difundirlas por medio del correo electrónico institucional.

#### **4.3 Selección de encuestadores**

Dado los tiempos en que se realizaron las encuestas, finalizando el semestre académico y salida a vacaciones, no se pudo tener un equipo de encuestadores y se debió realizar solo por una persona. Esto retrasó un poco los tiempos del proyecto.

#### **4.4 Análisis de la información recolectada**

La encuesta, como lo vimos, por ser una técnica cuantitativa de investigación para la obtención de datos por observación directa, que hacemos mediante una investigación realizada sobre una muestra del personal total de la Universidad, nos resolvió los interrogantes que nos permitieron medir las características objetivas y subjetivas del personal de la Universidad.

Las encuestas nos permitieron cumplir con el propósito de llevar los objetivos que se han planteado del proyecto, en preguntas específicas. Se les comunicó a cada uno de los encuestados, la idea que recoge el objetivo del proyecto, lo que se pretende conocer; cada pregunta debe recoger una respuesta susceptible de análisis, para satisfacer nuestros objetivos.

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); y únicamente se aplicó a aquellas personas que trabajen con un equipo de cómputo, y no se aplicó a aquellos administrativos que su labor no implica el uso de un computador. Se determinó realizar las encuestas por medios manual y electrónicos, el manual para recoger la información de las dependencias administrativas y el electrónico, usando las alternativas que tiene la herramienta Google Drive de poderla enviar por los correos institucionales, al personal docente y administrativo de la Universidad de los Llanos.

Se utilizaron preguntas cerradas, es decir, aquellas en las que el entrevistado sólo tiene que elegir la respuesta que más se acerque a su opinión. Esta encuesta nos permitió obtener la opinión, el grado de conocimiento, y reacciones de los entrevistados sobre el conocimiento del Software Libre, sus herramientas, aplicaciones y programas libres; esto nos dio luces para establecer las metodologías y competencias que se deben reforzar en las capacitaciones que se programen. Además un inventario de diagnóstico de los equipos y software de cada una de las dependencias, para identificar las aplicaciones tecnológicas o software instalados. Los formatos de las encuestas fueron realizadas bajo los estándares de recolección de datos tecnológicos. (Véase anexo 1)

#### 4.4.1 Inventario de equipos

Se recolectó la información en cada una de las dependencias de la Universidad, esta información nos permite determinar el número de computadores que tienen en esa dependencia, el tipo de equipo de cómputo (escritorio o portátil), algunas características principales, su sistema operativo y sus navegadores de internet.

Tabla 2. Inventario de equipos de oficina.

| INVENTARIO DE EQUIPOS DE LA UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS |   |            |           |            |                   |           |            |           |            |  |
|---|---|------------|-----------|------------|-------------------|-----------|------------|-----------|------------|--|
| No.   | DEPENDENCIA                                   | EQUIPO     |           |            | SISTEMA OPERATIVO |           |            | NAVEGADOR |            |  |
|   |   | Escritorio | Portátil  | Windows    | MacOS             | Linux     | Iexplore   | FireFox   | Chrome     |  |
| 1   | ADMISIONES, REGISTRO Y CONTROL                | 2          |           | 2          |                   |           | 2          |           |            |  |
| 2   | ALMACÉN                                       |            | 2         | 2          |                   |           | 2          |           | 2          |  |
| 3   | ASUNTOS DOCENTES                              |            | 3         | 3          |                   |           | 3          |           | 3          |  |
| 4   | BIENESTAR UNIVERSITARIO                       | 11         | 2         | 13         |                   |           | 13         |           | 2          |  |
| 5   | CENTRO DE DISEÑO Y DESARROLLO DE MEDIOS       | 19         |           | 19         |                   |           | 19         |           |            |  |
| 6   | CENTRO DE INFORMÁTICA (BARCELONA)             | 60         |           | 45         |                   | 15        | 45         | 35        | 35         |  |
| 7   | CENTRO DE INFORMÁTICA (SAN ANTONIO)           | 39         |           | 30         |                   | 9         | 30         | 9         | 20         |  |
| 8   | CONTABILIDAD Y PRESUPUESTO                    | 5          |           | 5          |                   |           | 5          |           |            |  |
| 9   | COORDINADORA PROGRAMA PLANESTIC               | 4          |           | 4          |                   |           | 4          |           | 4          |  |
| 10  | EDUCACION FISICA Y DEPORTES - FCHUMANAS       | 5          | 3         | 8          |                   |           | 8          |           | 3          |  |
| 11  | ESCUELA DE CIENCIAS ANIMALES                  | 8          | 4         | 12         |                   |           | 12         |           | 4          |  |
| 12  | ESCUELA DE ECONOMIA Y FINANZAS                | 4          | 3         | 7          |                   |           | 7          |           | 3          |  |
| 13  | ESCUELA DE ENFERMERÍA                         | 6          | 3         | 9          |                   |           | 9          |           | 3          |  |
| 14  | ESCUELA DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGRICOLAS   | 1          | 6         | 7          |                   |           | 7          |           | 6          |  |
| 15  | FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS - DECANATURA       | 1          | 2         | 3          |                   |           | 3          |           | 2          |  |
| 16  | FACULTAD CIENCIAS BASICAS - DECANATURA        | 5          | 7         | 10         |                   | 2         | 12         | 2         | 12         |  |
| 17  | FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS - DECANATURA     | 6          | 3         | 9          |                   |           | 9          |           | 6          |  |
| 18  | FACULTAD CIENCIAS HUMANAS - DECANATURA        | 7          | 5         | 12         |                   |           | 12         |           | 5          |  |
| 19  | FACULTAD CIENCIAS SALUD - DECANATURA          | 4          | 4         | 8          |                   |           | 8          |           | 4          |  |
| 20  | INSTITUTO DE ACUICULTURA DE LOS LLANOS (IALL) | 1          | 1         | 2          |                   |           | 2          |           | 1          |  |
| 21  | INSTITUTO DE CIENCIAS AMBIENTALES (ICAOC)     | 12         | 3         | 12         | 3                 |           | 12         |           | 15         |  |
| 22  | INSTITUTO DE EDUCACION ABIERTA Y A DISTANCIA  | 3          |           | 3          |                   |           | 3          |           |            |  |
| 23  | INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ( IIOC )         | 6          |           | 6          |                   |           | 6          |           |            |  |
| 24  | LABORATORIO DE ELECTRONICA - ESCUELA ING      | 15         | 3         | 18         |                   |           | 18         |           | 3          |  |
| 25  | MAESTRIA PRODUCCIÓN TROPICAL SOSTENIBLE       | 10         | 4         | 13         | 1                 |           | 13         |           | 1          |  |
| 26  | OBSERVATORIO DEL TERRITORIO CONFLIC DE PAZ    | 19         | 5         | 24         |                   |           | 24         |           | 5          |  |
| 27  | PERSONAL                                      | 3          | 1         | 4          |                   |           | 4          |           |            |  |
| 28  | PLANEACION                                    | 6          | 2         | 8          |                   |           | 8          |           | 2          |  |
| 29  | PROGRAMA INGENIERIA AGROINDUSTRIAL            |            | 5         | 5          |                   |           | 5          |           | 5          |  |
| 30  | PROMOCION Y DESARROLLO                        | 3          | 2         | 5          |                   |           | 5          |           |            |  |
| 31  | PROYECCIÓN SOCIAL                             |            | 1         | 1          |                   |           | 1          |           | 1          |  |
| 32  | TESORERÍA                                     | 2          |           | 2          |                   |           | 2          |           |            |  |
| 33  | VICEACADEMICA                                 | 2          | 1         | 3          |                   |           | 3          |           | 1          |  |
|   | <b>TOTALES</b>                                | <b>269</b> | <b>75</b> | <b>314</b> | <b>4</b>          | <b>26</b> | <b>316</b> | <b>46</b> | <b>148</b> |  |

Fuente: Encuesta a dependencias. Universidad de losLlanos

Gráfico 2. Equipos de cómputo de la Universidad



Fuente: Propio de la investigación

En esta gráfica podemos observar la distribución de los equipos de cómputo de la Universidad de los Llanos, donde el mayor porcentaje (73%) está en equipos de escritorio que se encuentran distribuidos por todas las dependencias de cada una de

las Facultades. El número de equipos portátiles ha aumentado en los últimos años, hasta alcanzar un 20% de equipos de la Universidad, este aumento en parte se debe al gran número de proyectos de investigación que ha permitido a los docentes investigadores, acceder a recursos tanto del ColCiencias, como propios de la Universidad.

Los equipos servidores en la Universidad con un 7%, se encuentra localizados en dependencias especializadas, como la oficina de sistemas, el centro de tecnologías de la información o en grupos de investigación que realizan el control y mantenimiento de los mismos

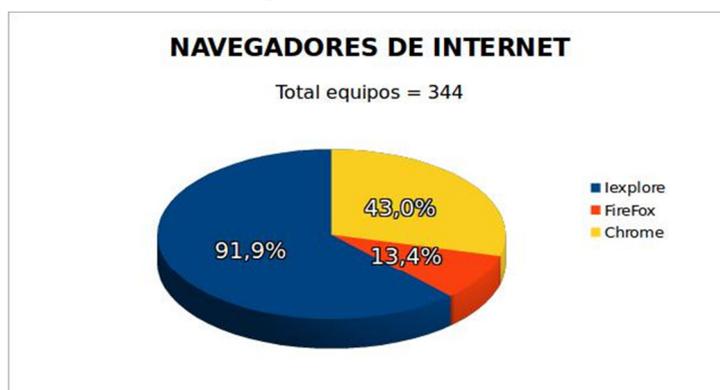
Gráfico 3. Sistemas operativos en la Universidad



Fuente: Propio de la investigación

En la revisión que se realizó al inventario de los equipos, se puede observar que la mayoría de ellos utilizan sistemas operativos propietarios, con un 92% (Windows y MacOs), esto ocurre debido a que la política de la Universidad en los años anteriores, era la de comprar los equipos con el sistema operativo que las grandes compañías de proveedores traían ya instalados. Esto le cuesta a la Universidad una gran cantidad de dinero en licencias de software privativo, que entran entre los contratos que se realizan. Se puede observar el bajo uso de sistemas operativos libres.

Gráfico 4. Navegadores más usados en la Universidad



Fuente: Propio de la investigación

En los navegadores de Internet, ocurre algo similar a los sistemas operativos, vienen incluidos dentro de los paquetes instalados en los equipos que adquiere la Universidad, como es el caso del internet explore. La facilidad de instalación ha permitido que otros navegadores sean tenidos en cuenta, y por sus mejores prestaciones y soporte de empresas como Google Inc., ha permitido al Google Chrome estar siendo utilizado en los equipos de los docentes y administrativos de la Universidad.

#### 4.4.2 Inventario de servidores

Para la recolección de este tipo de información, se realizó la encuesta a cada una de las dependencias administrativas que manejan y administran los servidores; donde se obtuvo la información de cada uno de los que están prestando algún servicio a la Universidad de los Llanos, tanto administrativo como académico. Se pudo establecer el tipo de equipo que se tiene, 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.

En las siguientes tablas se puede observar cómo se encuentran instalados los diferentes servidores de la Universidad de los Llanos, en sus diferentes sedes y dependencias.

Tabla 3. Servidores instalados en la sede Barcelona.

**SERVIDORES INSTALADOS**

| <b>Sede Barcelona</b>   |  |                     |   |   |                               |
|-------------------------|--|---------------------|---|---|-------------------------------|
| Servidor                | Marca  | Sistema Operativo   | Servicios   | Software  | Ubicación física              |
| Base de Datos SIIF      | HP ProLiant DL 180 G6                              | Windows Server 2012 | Sistema integrado de Información Financiera   | Oracle 12c  | Sala de servidores            |
| Dominio Campus          | HP ProLiant DL 360 G8                              | Windows Server 2008 | Dominio Local   | Directorio Activo Windows   | Sala de servidores            |
| Página Principal        | HP ProLiant DL 360 G8                              | Ubuntu 12.04        | Sitio Web Unillanos<br>DNS principal  | Apache, Bind, MySQL   | Sala de servidores            |
| DHCP                    | HP ProLiant DL 360 G8                              | Ubuntu 12.04        | DNS secundario  | Bind, Dhcp server   | Sala de servidores            |
| Páginas Secundarias     | HP ProLiant ML 110 G7                              | Ubuntu 12.04        | Páginas secundarias   | Apache, MySQL   | Sala de servidores            |
| Intranet                | HP ProLiant DL 360 G8                              | Windows Server 2012 | Aplicativo Estudiantil  | Apache Tomcat   | Sala de servidores            |
| Recibos de Matricula    | HP ProLiant ML 110 G7                              | Windows Server 2012 | Descarga de recibos   | Apache Tomcat   | Sala de servidores            |
| Snies                   | HP ProLiant ML 110                                 | Ubuntu 10           | Snies Local   | Apache Tomcat, Postgres   | Sala de servidores            |
| Página Web              | DELL PowerEdge 1900                                | NhServer            | Control salas de computo<br>GLPI Control de inventario y soporte técnico  | Apache, PHP, postgres, mysql y glpi   | Centro TIC                    |
| Salud                   | DELL PowerEdge T630                                | Ubuntu 14.04        | Sistema de información del programa de enfermería   | Apache, PHP, MySQL  | Centro TIC                    |
| Juez de programación    | HP ProLiant ML350p Gen80                           | Ubuntu 14.04        | Juez de programación  | Apache, PHP, MySQL, DomJudge 5.1.1  | Centro TIC                    |
| FCBI                    | Hp ProLiant ML110 G7                               | Debian Squeeze      | Sistema de información de FCBI  | PHP, postgresql, javascript, XML, Apache Tomcat, OpenSSL  | Grupo de investigación GITECX |
|                         |  |                     | Sistema de proyectos de grado   |   |                               |
|                         |  |                     | Sistema de inscripción de electivas   |   |                               |
|                         |  |                     | Sistema ORFEO de la oficina de archivo y correspondencia  |   |                               |
|                         |  |                     | Congreso de Tecnologías Abiertas GITECX   |   |                               |
| GSD_Unillanos, Herbario |  |                     |   |   |                               |
| ASTURIUX                | HP ML350e Gen8 Intel Xeon 2.2 GHz                  | Debian Squeeze      | Sistema de detección de anomalías computacionales,  | PHP, postgresql, javascript, XML, Apache Tomcat, OpenSSL, Java, IDMEF, Joomla, OJS                | Grupo de investigación GITECX |
|                         |  |                     | Sistema de gestión de la revista IMPETUS  |   |                               |
|                         |  |                     | Sistema de información de gestión documental(GIMOD)   |   |                               |
|                         |  |                     | OJS de la revista BI  |   |                               |
| GISMOD                  | HP ML350p Gen8 2 Intel Xeon E5-2650 2.60 GHZ       | Debian Wheezy       | En este servidor no tengo acceso  | PHP, postgresql, javascript, XML, Apache Tomcat, OpenSSL, Java, IDMEF, Debia                      | Grupo de investigación GITECX |
| IIOC                    | Dell PowerEdge T420 2 Intel Xeon E5-2440 2.40 GHz  | Debian Wheezy       | Sistema de información de la Dirección General de Investigaciones   | PHP, postgresql, javascript, XML, Apache Tomcat, OpenSSL  | Grupo de investigación GITECX |
|                         |  |                     | Sistema de la revista Orinoquia   |   |                               |
| SIVIT                   | DELL Precision T1700 SSD 320 GB Intel Xeon 64 bits | Debian Jessie       | Sistema de Voto Telemático con huella dactilar<br>Algoritmo genético para la exploración de grandes laminas histopatológicas basado en redes neuronales convolucionales | Java, CUDA, DIGITS, TORCH, Postgresql, Apache Tomcat, python, OPENSLL, GNU/LINUX Ubuntu 14.04 LTS | Grupo de investigación GITECX |

Fuente: Oficina de Sistemas, Grupo de investigación Gitecx. Universidad de los Llanos

Tabla 4. Servidores instalados en la sede San Antonio.

| <b>Sede San Antonio</b> |  |                     |               |                           |                                   |
|-------------------------|--|---------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Servidor                | Marca  | Sistema Operativo   | Servicios     | Software                  | Ubicación física                  |
| Dominio                 | HP ProLiant ML 110 G7                                    | Windows Server 2008 | Dominio Local | Directorio Activo Windows | Sala de servidores                |
| Proxy San Antonio       | ---  | Ubuntu 12.04        | Internet      | Squid3                    | Sala de servidores                |
| Proxy Emporio           | HP ProLiant ML 150G6, serie hot-plu intel xeon quad core | Ubuntu 12.04        | Internet      | Squid3                    | Salón Observatorio del territorio |

Fuente: Oficina de Sistemas. Universidad de los Llanos

Gráfico 5. Tipo de software de los servidores de la Universidad.



Fuente: Propio de la investigación

La información de los servidores se obtuvo gracias a la colaboración de las dependencias que realizan el control de los servicios en la Universidad, la Oficina de Sistemas, el grupo de Investigación Gitecx y el Centro de tecnologías de la Información y las comunicaciones, con lo cual se pudo establecer, que en gran porcentaje (74%) la Universidad ha decidido trabajar sus servidores con sistemas operativos libres. Considero que esto se debe a la formación que han recibido algunos docentes de la Universidad en Software Libre, por parte de sus estudios de Maestría.

#### 4.4.3 Información de la encuesta al personal de la Universidad

*Población:* La Universidad de los Llanos cuenta con un número de trabajadores, docentes y administrativos, de 767 personas, entre los que contamos con 134 docentes de planta y 223 docentes ocasionales. Es de anotar que no se incluyó, los docentes catedráticos, por su poca permanencia dentro de la institución. El personal administrativo es de 410 trabajadores, entre los que se cuenta con 27 en el nivel directivo, 131 en el nivel profesional, 180 en el nivel asistencial y 72 en el nivel técnico.

**4.4.3.1 Tipo de encuesta:** Se realizó una encuesta con muestreo estratificado, proporcional para cada uno de los estratos o niveles, que represente cada uno los tipos de personal de la Universidad.

**Muestra:** Se realizó una encuesta al 7% del total de la población de forma estratifi-

cada y proporcional al número de personas en cada uno de los estratos o niveles de la Universidad

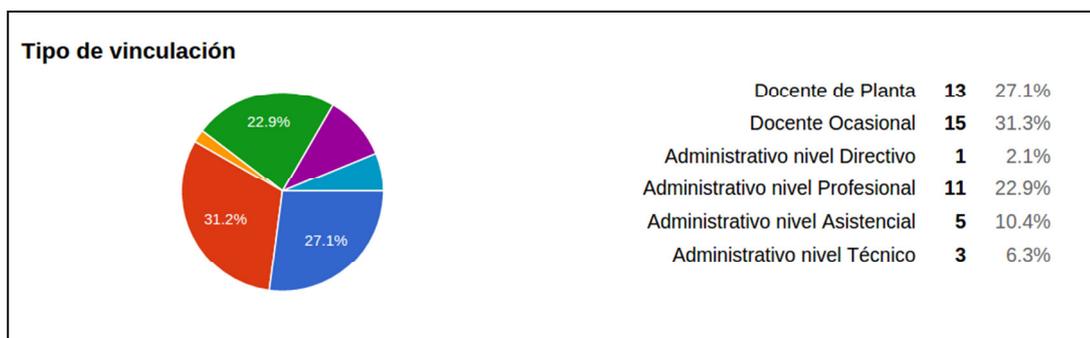
Gráfico 5. Tipo de software de los servidores de la Universidad.

| AREA           | CATEGORIA                        | NUM        | %        | Muestra   |
|----------------|----------------------------------|------------|----------|-----------|
| Docente        | Planta                           | 134        | 0,17     | 9         |
|                | Ocasional                        | 223        | 0,29     | 16        |
| Administrativo | Directivo                        | 27         | 0,04     | 2         |
|                | Profesional                      | 131        | 0,17     | 9         |
|                | Tabla 5. Personal por categorías |            |          |           |
|                | Asistencial                      | 180        | 0,23     | 13        |
|                | Técnico                          | 72         | 0,09     | 5         |
| <b>TOTAL</b>   |                                  | <b>767</b> | <b>1</b> | <b>54</b> |

Fuente: Oficina de personal. Universidad de los Llanos

Descripción: Encuesta para determinar que conocimientos tiene el personal docente y administrativo de la Universidad, sobre el uso del Software Libre, y así recoger información para su análisis. Véase anexo 2

Gráfico 6. Porcentaje del tipo de vinculación

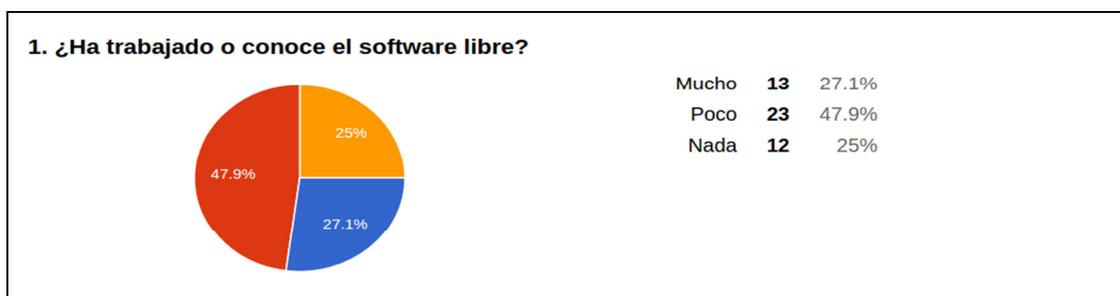


Fuente: Encuesta a personal. Propio de la investigación

#### 4.4.3.2 Resultados y análisis de la encuesta

La encuesta sobre el conocimiento y uso del software libre que se realizó a los docentes que conforman el 58,4% del personal y a los administrativos que conforman el 41,6% de la Universidad de los Llanos, arrojó los siguientes datos.

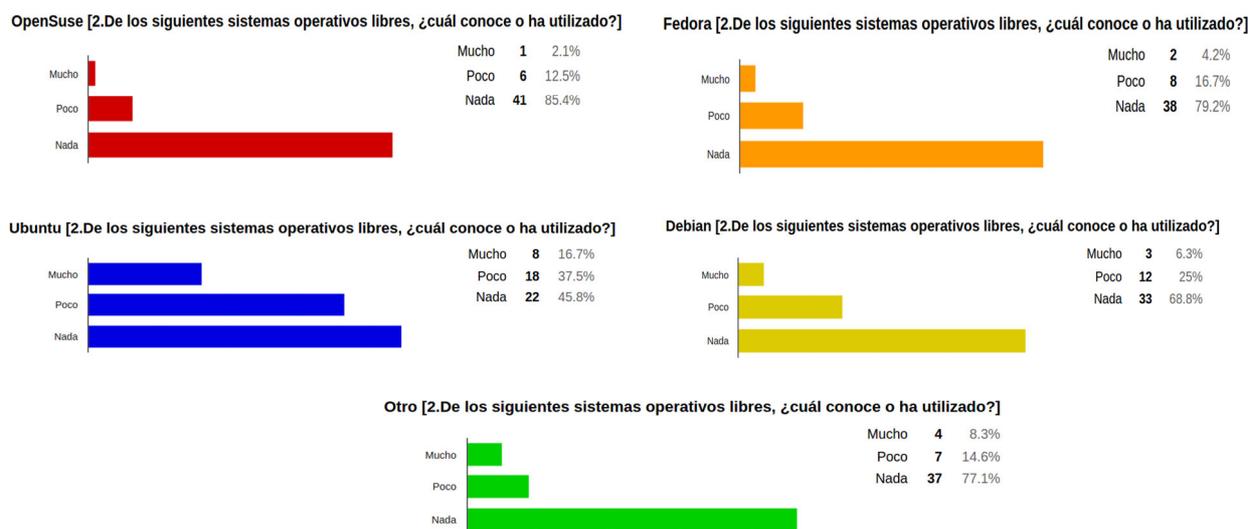
Gráfico 7. Conocimiento de software libre.



Fuente: Encuesta a personal. Propio de la investigación

A la pregunta sobre el conocimiento de cada uno de ellos sobre el software libre, la encuesta muestra que el 75% de los encuestados, tiene algún conocimiento del software libre y sólo un 25% afirma no conocerlo.

Gráfico 8. Sistemas operativos más conocidos



Fuente: Encuesta a personal. Propio de la investigación

Los sistemas operativos libres que más conocen los docentes y empleados de la Universidad de los Llanos son en su orden: Ubuntu con un 54.2% de personas que al menos lo conoce, seguido de Debian con un 31.3%, los demás no alcanza un 20%. Cabe recordar que Ubuntu es una distribución especial de Debian.

Gráfico 9. Conocimiento de herramientas ofimáticas libres



Fuente: Encuesta a personal. Propio de la investigación

Se puede observar que el 56.2% de los encuestados conoce o ha trabajado con herramientas ofimáticas libre, lo que nos plantea un buen panorama para la propuesta de migración de cada uno de sus computadores de escritorio.

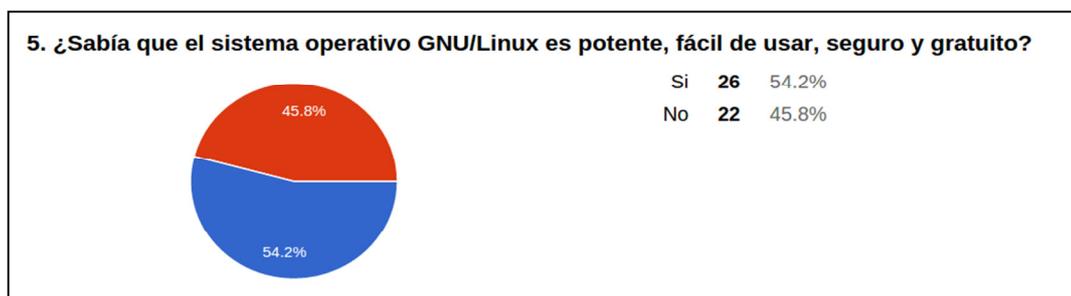
Gráfico 10. Porcentaje de aceptación de capacitaciones



Fuente: Encuesta a personal. Propio de la investigación

A la presunta de que si le gustaría recibir capacitación sobre herramientas desarrolladas en software libre, nos permite la formulación de un plan de capacitación para todo el personal de la Universidad, ya que el 93,8% contestó que quiere recibir esta capacitación.

Gráfico 11. Porcentaje de conocimiento de GNU/Linux



Fuente: Encuesta a personal. Propio de la investigación

En esta pregunta, podemos analizar que es necesario realizar talleres de software libre a la comunidad Unillanista, donde se muestre su potencia reconocida en el ámbito internacional, su manejo en la seguridad de la información, ya que un 45,8% no le tiene confianza.

Gráfico 12. Importancia de reducción de costos



Fuente: Encuesta a personal. Propio de la investigación

Al 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, dándole oportunidad a los grupos de desarrollo de la Universidad.

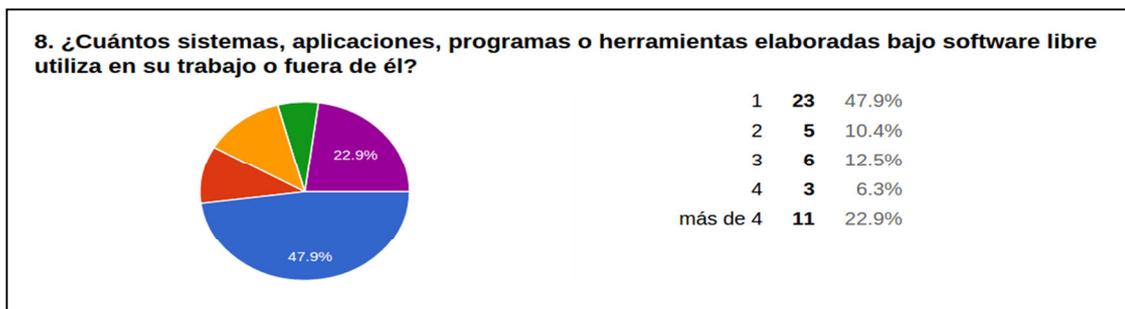
Gráfica 13. Conocimiento de equivalencias de software libre



Fuente: Encuesta a personal. Propio de la investigación

Un gran porcentaje de los docentes y administrativos, no conocen las alternativas libres que existen para cada uno de sus programas instalados, un 47,9% respondió que no conocía esta posibilidad.

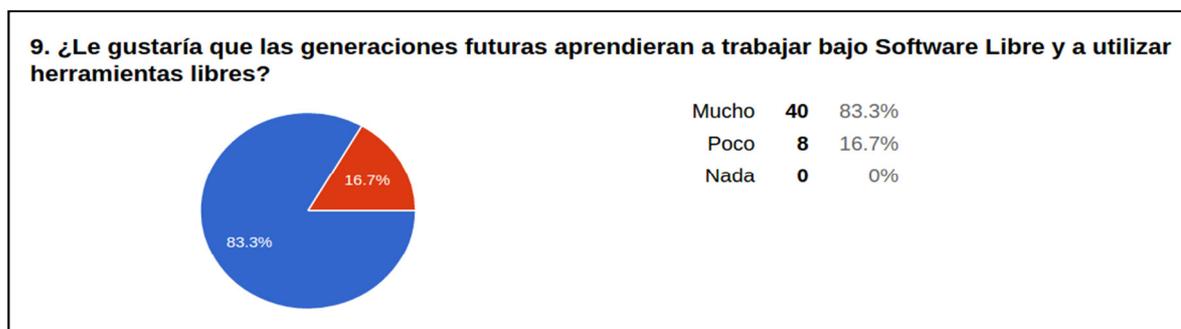
Gráfica 14. Número de programas libres utilizados



Fuente: Encuesta a personal. Propio de la investigación

Podemos analizar que un gran porcentaje de docentes y administrativos que trabajan en la Universidad, que fueron encuestados, han trabajado con dos o más programas o aplicativos basados en software libre (52,1%)

Gráfica 15. Software libre en las generaciones futuras



Fuente: Encuesta a personal. Propio de la investigación

Para los docentes y administrativos, es muy importante que las nuevas generaciones que ingresan a la Universidad de los Llanos, aprendan a generar desarrollo en software libre ya que un 83,3% contestó que le gustaría.

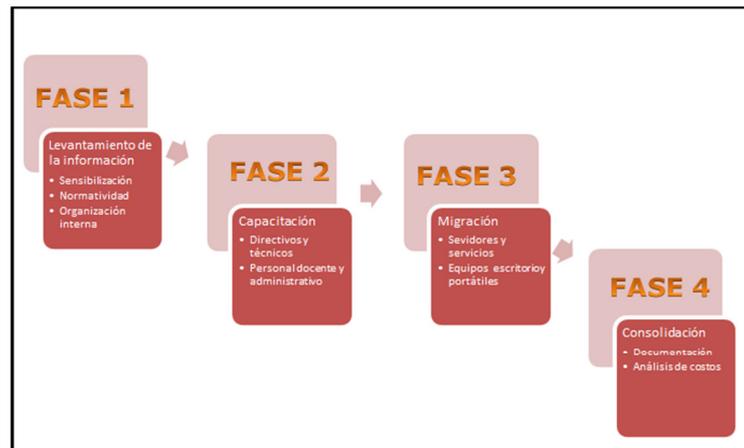
Gráfica 16. Motivo de uso herramientas de Microsoft



Fuente: Encuesta a personal. Propio de la investigación

Como podemos observar en esta respuesta, el 60,4% de los encuestados, usa software propietario porque ya venía instalado en los equipos con que realizan sus labores en la Universidad, y un 10,4% manifiesta que fue una exigencia para su trabajo.

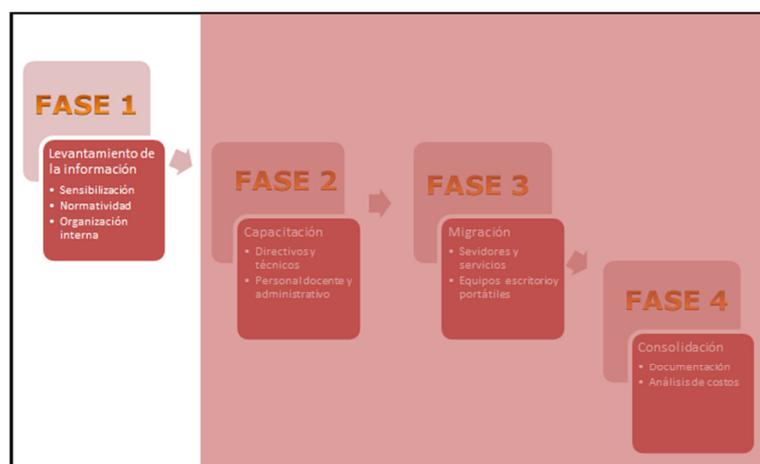
## 5. PLAN ESTRATÉGICO DE MIGRACIÓN



La migración a software libre es un proceso que tiene impacto sobre toda la plataforma de comunicaciones (routers, servidores Web, Correo, DNS, ftp), los sistemas de almacenamiento de información (servidores de seguridad, servidores de bases de datos), las aplicaciones y herramientas que se utilizan en cada una de las dependencias (ofimáticas, docencia).

Para lograr el propósito final, se deben realizar una serie de acciones que se pueden integrar en un plan estratégico de migración para la Universidad. Este plan establece la migración de los sistemas operativos, las aplicaciones de desarrollo y las herramientas informáticas de uso diario. Este plan se desarrolla en cuatro fases principales.

## 5.1 Fase I. Levantamiento de la información



### 5.1.1 Sensibilización institucional

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 (GNU, 2015), entre otras.

En primer lugar, la oficina de sistemas de la Universidad de los Llanos que realiza la administración de los sistemas de información, pondrá en conocimiento de la alta dirección administrativa, el plan de migración a software libre, para que se autorice la socialización y sensibilización a cada una de las dependencias, y lo más importante, la autorización de la creación de un comité técnico y sus grupos de trabajo, que se encarguen de llevar a cabo todo el proceso de migración.

Otro de los objetivos de sensibilizar a la alta dirección, 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.

Este proceso de sensibilización se logrará mediante el desarrollo de exposiciones del

plan a los usuarios, realización de folletos explicativos de las ventajas del plan de migración, y uso de artículos explicativos cortos en la página Web de la Universidad.

### 5.1.2 Normatividad para la migración

Es necesario que las actividades organizativas y el mismo plan de migración se oficialice mediante la expedición de un resolución del Consejo Superior, donde se especifique las personas designadas para la conformación del comité y los grupos de trabajo para la migración, como también de los jefes de dependencia, que serán los responsables de suministrar la información necesaria para realizar el proceso de migración a software libre exitosamente.

El comité técnico de migración, deberá estar 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.

Con el fin de normar el comité técnico, se deberá presentar un reglamento interno donde se establezca la naturaleza, finalidad y alcance del mismo, su estructura orgánica y sus funciones.

### 5.1.3 Organización interna

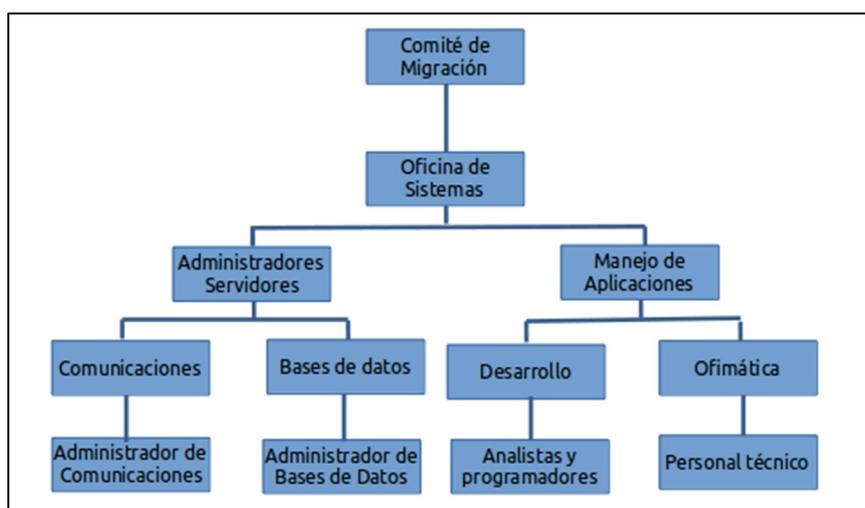
La oficina de sistemas reorientará sus funciones, a la ejecución de los aspectos técnicos del plan de migración, para que se cumpla con los calendarios establecidos y se hagan los requerimientos presupuestarles a que haya lugar. Algunas de estas funciones son:

- Propuesta de un plan de actividades para un periodo determinado.
- Conformar los equipos o grupos de trabajo.
- Capacitar a los responsables de cada uno de los equipos de trabajo y asignar

funciones a cada uno de ellos.

- Supervisar la realización del inventario de los sistemas informáticos de la Universidad.
- Definir el presupuesto de la migración y el cronograma de gastos que deriven de las actividades.
- Supervisar el cumplimiento de las metas propuestas.
- Promover la capacitación de los usuarios finales.

Gráfico 17. Propuesta de organización plan de migración



Fuente: Propio de la investigación

#### 5.1.3.1 Funciones del comité de migración

- Proponer el plan de actividades que se llevarán a cabo en la migración a software libre.
- Supervisión de los inventarios de los sistemas de información a ser migrados.
- Evaluar los costos presupuestales de acuerdo al cronograma de la migración y determinar la disponibilidad y capacidad del personal de apoyo.
- Asignación de los recursos humanos e informáticos que se requieren para realizar la migración.
- Supervisar el cumplimiento de las metas y objetivos del plan de migración.
- Direcccionar las capacitaciones al personal docente y administrativo de la Universidad.

#### 5.1.3.2 *Funciones del administrador de servidores de comunicaciones*

- Administrar los servidores de comunicaciones (Servidor Web, Correo, Red, Firewall, DNS, NFS) y responsabilizarse de su respaldo.
- Organizar, controlar y supervisar los servidores de comunicaciones de la Universidad.
- Ayudar a supervisar el cumplimiento del cronograma de migración.
- Desarrollar las tareas asignadas por parte del director del comité.
- Realizar las capacitaciones al personal de su área.

#### 5.1.3.3 *Funciones del administrador de servidores de Bases de datos*

- Administrar los servidores de bases de datos, desarrollar y administrar las aplicaciones de respaldo.
- Organizar, controlar y supervisar los servidores de bases de datos de la Universidad.
- Ayudar a supervisar el cumplimiento del cronograma de migración.
- Desarrollar las tareas asignadas por parte del director del comité.
- Realizar las capacitaciones al personal de su área.

#### 5.1.3.4 *Funciones de analistas y programadores*

- Administrar las aplicaciones de gestión, administración, operaciones estratégicas y responder por su respaldo.
- Organizar, controlar y supervisar las aplicaciones tecnológicas de desarrollo de la Universidad.
- Ayudar a supervisar el cumplimiento del cronograma de migración.
- Participar en las tareas asignadas por parte del director del comité.
- Realizar las capacitaciones al personal de su área.

#### 5.1.3.5 *Funciones del personal técnico*

- Instalación, mantenimiento y soporte de los equipos de las dependencias a nivel de hardware y software.
- Organizar, controlar y supervisar los sistemas operativos y las aplicaciones

ofimáticas de la Universidad.

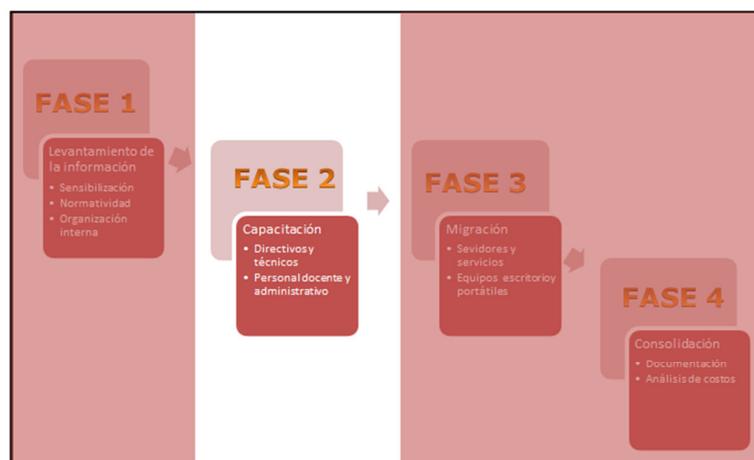
- Participar en las tareas asignadas por parte del director del comité.

Tabla 6. Resumen fase I. Levantamiento de información y diagnóstico

| <b>Fase I: Recolección de Información y diagnóstico</b> |  |
|---|--|
| <b>Sensibilización</b>                                  |  |
| Propósito   | Hacer ver a las altas directivas, la importancia de la migración a software libre, para que aprueben mediante acuerdo superior el inicio del plan migratorio.<br>Dar a conocer a todo el personal de la Universidad, la intención de migrar a sistemas basados en software libre, su conveniencia y oportunidad.   |
| Entrada   | Solicitud del rector   |
| Salida  | Acuerdo superior que reglamenta el inicio de plan de migración<br>Tener una favorabilidad de más del 80%   |
| Tiempo  | Óptimo: 1 mes<br>Crítico: 2 meses  |
| Alternativas  | Máxima: Acuerdo superior<br>Mínima: No hay   |
| Actividades   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reunión con el rector para explicar el proceso de migración</li> <li>2. Presentar un borrador de acuerdo superior para desarrollo del plan de migración al Consejo Superior Universitario</li> <li>3. Realizar charlas y encuestas para determinar la favorabilidad con el personal académico y administrativo del plan de migración</li> </ol>  |
| Alternativa para continuar                              | No existe, es necesario el acuerdo superior para dar inicio al resto del proceso.  |
| <b>Normatividad</b>                                     |  |
| Propósito   | Crear las directrices necesarias para dar inicio al proceso de migración, selección del personal de la Universidad que va a conformar el comité técnico de migración, informar a la comunidad universitaria la institucionalización del proceso  |
| Entrada   | Acuerdo superior<br>Favorabilidad del proceso del 50%  |
| Salida  | Creación del comité de migración<br>Funciones de cada uno de los integrantes del comité  |
| Tiempo  | Óptimo: 2 meses<br>Crítico: 4 meses  |
| Alternativas  | Máxima: Conformación total del comité técnico de migración<br>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   |
| Actividades   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presentación al Consejo Académico, la necesidad de que personal de la Universidad conformen el comité.</li> <li>2. Asignar los tiempo al personal para que realicen las actividades que le corresponden en el proceso de migración</li> <li>3. Reglamentar las funciones del personal del comité</li> <li>4. Direccionar a todo el personal la importancia de la plena colaboración para el proceso de migración.</li> </ol> |
| Alternativa para continuar                              | Que el proceso sea asumido directamente por la oficina de sistemas de la Universidad   |

Fuente: Información obtenida de la investigación

## 5.2 Fase II. Capacitación



### 5.2.1 Capacitación del personal

Para establecer los procesos de capacitación, se hizo necesaria la creación de la 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.

#### 5.2.1.1 Propuesta plan capacitación

La capacitación del personal docente y administrativo de la Universidad de los Llanos, garantizará una correcta implementación de software libre en cada una de las dependencias que participan en el proceso de migración.

#### 5.2.1.2 Capacitación a Usuarios

- **Directivos y funcionarios:** El propósito de esta capacitación, es primero, 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, luego establecer en qué nivel se encuentran en conocimiento de software libre, para determinar el nivel de capacitación que se debe aplicar.
- **Docentes y administrativos:** Se busca poner en conocimiento el plan de migración y los beneficios que le traerá, tanto a la Universidad como a ellos mis-

mos en sus labores diarias. Capacitaciones en sistemas operativos basados en software libre y las aplicaciones ofimáticas que reemplazarán las privativas que vienen usando.

### *5.2.2 Medios de capacitación*

El equipo de trabajo podrá disponer de varias estrategias de capacitación del personal directivo, administrativo y docente.

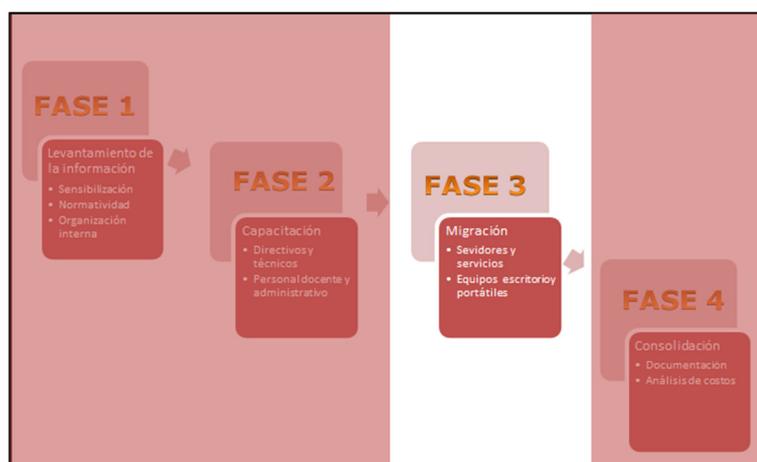
- *Técnicas de capacitación*
  - Reuniones de trabajo
  - Exposiciones
  - Seminarios
  - Talleres
  - Cursos
  
- *Medios de capacitación*
  - Informes
  - Apoyo multimedia
  - Vídeo conferencias
  - Audio conferencias
  
- *Temas para la capacitación*
  - ¿Qué es el software libre?
  - El plan de migración y sus beneficios
  - El sistema operativo GNU/Linux
  - Instalación y configuración de un sistema operativo Linux
  - Instalación y configuración de una plataforma ofimática libre
  - Administración de servidores con software libre
  - Bases de datos libres

Tabla 7. Resumen fase II. Capacitación

| <b>Fase II: Capacitación</b>                            |  |
|---|--|
| <b>Capacitación a personal técnico y directivo</b>      |  |
| Propósito   | Formar al personal encargado de realizar los procesos de instalación de software y de aquellos que van realizar las capacitaciones a todo el personal de la Universidad<br>Capacitar al personal directivo para dar a conocer el plan de migración y sus beneficios  |
| Entrada   | Creación del comité técnico<br>Se requiere la disponibilidad de 2 salas de cómputo de 20 computadores cada una<br>Formadores en software libre   |
| Salida  | Formación de 40 técnicos   |
| Tiempo  | Óptimo: 3 meses<br>Crítico: 5 meses  |
| Alternativas  | Máxima: Formación de todos los técnicos necesarios para culminar el proceso de migración en los tiempos establecidos.<br>Mínima: Formar sólo el 50% de los técnicos necesarios   |
| Actividades   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar el personal capacitado para recibir la formación en forma rápida</li> <li>2. Directriz institucional para autorizar al personal la asistencia a las capacitaciones</li> <li>3. Programar las capacitaciones con una intensidad de mínimo 6 horas diarias</li> </ol>                                |
| Alternativa para continuar                              | Contratar un grupo de técnicos que realicen la formación a todo el personal.   |
| <b>Capacitación a personal docente y administrativo</b> |  |
| Propósito   | Formar a todo el personal en tecnologías de software libre básicas   |
| Entrada   | Formación del 50% del personal técnico006F   |
| Salida  | Formación del 75% del personal de la Universidad   |
| Tiempo  | Óptimo: 6 meses<br>Crítico: 10 meses   |
| Alternativas  | Máxima: Formación del 100% del personal de la Universidad<br>Mínima: Formación del 75% del personal de la Universidad  |
| Actividades   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar grupos de personal para realizar las capacitaciones sin afectar las labores diarias de cada uno</li> <li>2. Directriz institucional para autorizar al personal la asistencia a las capacitaciones</li> <li>3. Programar las capacitaciones con una intensidad de máximo 4 horas diarias</li> </ol> |
| Alternativa para continuar                              | Formación del personal administrativo y docente en un 70% y un 30% del nivel directivo   |

Fuente: Información obtenida de la investigación

### 5.3 Fase III. Migración



#### 5.3.1 Propuesta para el manejo de los servicios

Antes que todo se propone utilizar el sistema operativo de distribución Linux, Ubuntu Server 16.04 LTS. Se propone Ubuntu porque es una distribución GNU/Linux que ofrece un sistema operativo predominantemente enfocado a ordenadores de escritorio, aunque también proporciona soporte para servidores. Se escoge la versión LTS porque presenta un soporte técnico extendido; cada 2 años se libera una nueva versión (Ubuntu, 2015).

Estos lanzamientos LTS nos permitirán tener actualizaciones de seguridad de paquetes de software por un periodo de tiempo extendido. En versiones anteriores, era de 3 años en el entorno de escritorio y 5 años en el servidor, por parte de Canonical Ltd, a diferencia de los otros lanzamientos de sistemas operativos que solo cuentan con 9 meses de soporte.

Basada en Debian GNU/Linux, Ubuntu concentra su objetivo en la facilidad de uso, la libertad de uso, los lanzamientos regulares (cada 6 meses) y la facilidad en la instalación. Ubuntu está patrocinado por Canonical Ltd., una empresa privada fundada y financiada por el empresario sudafricano Mark Shuttleworth. El nombre de la

distribución proviene del concepto zulú y xhosa de *ubuntu*, que significa "humanidad hacia otros" o "yo soy porque nosotros somos". Ubuntu es un movimiento sudafricano encabezado por el obispo Desmond Tutu, quien ganó el Premio Nobel de la Paz en 1984 por sus luchas en contra del *Apartheid* en Sudáfrica. Shuttleworth, tras ver similitudes entre los ideales de los proyectos GNU, Debian y en general con el movimiento del software libre, decidió aprovechar la ocasión para difundir los ideales de *Ubuntu*. El eslogan de Ubuntu – "Linux para seres humanos" (en inglés "Linux for Human Beings") – resume una de sus metas principales: hacer de Linux un sistema operativo más accesible y fácil de usar.

#### 5.3.1.1 *Requisitos para instalar Ubuntu Server*

Los requisitos para una versión Server Linux son mínimos debido a que no utiliza el entorno gráfico, pero para que actúe como servidor, dependiendo del tráfico que tengamos puede requerir más.

##### Mínimo (Consola)

- 256 MB de memoria
- 2 Gb de espacio en HDD (Incluido Swap)
- AMD o Intel Procesador de 64-32bits
- Incluido AMD Optaron y Intel EM64T Xeon, para versiones de 64.

##### Mínimo (Gráfico)

- 512 MB de memoria
- 4 Gb de espacio en HDD (Incluido Swap)
- AMD o Intel Procesador de 64-32bits
- Tarjeta Gráfica VGA, monitor con resolución de 800x600

Otras de las características de Ubuntu, es su amigabilidad con el usuario, los cuales van a encontrar muchas similitudes con los sistemas operativos propietarios, gracias a su gran manejo gráfico. Su interface con el usuario es una de las mejores del mercado.

Ahora, una vez realizada la encuesta a las dependencias administrativas de la Universidad de los Llanos, y determinando el número de servicios que tienen implementado en cada uno de sus servidores, y basados en los estudios que se han realizado en la Maestría, en su módulo de migración (Esteve, 2015), se puede realizar la siguiente propuesta para cada uno de estos servicios.

**Servicio WIKI:** Éste servicio es de tipo Interno.

Propuesta: Se recomienda instalar MediaWiki, el cual es un software para Wikis libre programado en el lenguaje PHP, el cual se encuentra bajo la licencia de software GNU (General Public License). Este servicio se instalará sobre la distribución Linux Ubuntu Server 16.04 LTS.

**Servicio DHCP** (Dynamic Host Configuration Protocol): Éste servicio es de tipo Interno.

Propuesta: Este servicio se instalará sobre la distribución Linux Ubuntu Server 16.04 LTS. Para la gestión de DHCP se instalará el paquete dhcp3-server.

**Servicio DNS** (Domain Name System): Éste servicio es de tipo Interno.

Propuesta: Se necesitan servicios que permitan nombrar y traducir los distintos nombres por los que se conoce un mismo recurso. Para la gestión de DNS se instalará el paquete bind9.

**Servicio NFS** (Network File System): Éste servicio es de tipo Interno.

Propuesta: Se proporciona un espacio común y accesible desde cualquier punto de la red donde almacenar/recuperar los ficheros. Para la gestión de NFS se instalará los paquetes nfs-common, nfs-kernel-server, portmap.

**Servicio FTP** (File Transfer Protocol): Éste servicio es de tipo Interno.

Propuesta: Para la gestión de FTP se instalará el paquete vsftpd.

**Servicio LDAP** (Lightweight Directory Access Protocol): Éste servicio es de tipo

Interno.

Propuesta: Para la gestión de LDAP se instalará el paquete slapd ldap-utils.

**Servicio Samba** (SMB/CIFS protocol): Éste servicio es de tipo Interno.

Propuesta: Para la gestión de Samba se instalará el paquete samba, samba-client, smbfs, smbclient.

**Servicio Proxy:** Este servicio es de tipo Interno.

Propuesta: Para la gestión de PROXY se instalará el paquete squid.

**Servicio Impresión:** Éste servicio es de tipo Interno.

Propuesta: Se dispone de conjuntos de impresoras, donde se gestionan sus colas y los trabajos que se les envíen desde cualquier punto de la red. Para la gestión de éstas se instalará el paquete cups, cups-bsd, cups-pdf, hplip, hpijs-ppds.

**Servicio Mensajería:** Éste servicio es de tipo Interno.

Propuesta: Se utilizará el software Openfire (servidor) y Spark (cliente), basado en el protocolo de comunicación abierto XMPP/Jabber. Se propone este sistema, primero porque es Open Source, y segundo, a la seguridad que ofrece, ya que se instala y ejecuta en redes internas, y además es posible su configuración para usarse mediante SSL, a través del paquete openfire\_3.7.0\_all.deb.

**Servidor de bases de datos:** Éste servicio es de tipo interno. Aunque la Universidad maneja licencia del gestor de base de datos Oracle, se propone gradualmente ir pasando los productos a Software Libre.

Propuesta: Se centralizan datos que se van a consultar o producir por parte de las aplicaciones del sistema en red (o bien de otros servicios). Estos servicios se instalarán sobre la distribución Linux Ubuntu Server 16.04 LTS, con bases de datos cliente/servidor de tipo relacional, como MySQL y PostgreSQL (Mysql 5.6.20, PostgreSql 9.3.5)

**Mecanismos de seguridad con protocolos seguros:** Éste servicio es de tipo

interno.

Propuesta: Este servicio se instalaran sobre la distribución Linux Ubuntu Server 16.04 LTS. Protocolos seguros y claves públicas con SSL y OpenSSL, Snort

**Servicio de almacenamiento masivo:** Éste servicio es de tipo interno.

Propuesta: Este servicio se instalaran sobre la distribución Linux Ubuntu Server 16.04 LTS. Se implementará a través de la instalación de volúmenes de datos, donde se configuran arreglos de discos sobre RAID5, donde se tendrán discos duros de 4 TB de capacidad de almacenamiento cada uno. Instalación de un dispositivo de almacenamiento NAS: IOMEGA - ix4-300d/12TB

**Servicio VPN** (Virtual Private Network): Éste servicio es de tipo interno.

Propuesta: Un router configurable, tener una dirección IP estática, instalar el paquete openvpn. Configurar reglas y usuarios que tendrán acceso a la VPN.

**Servicio Blogging:** Éste servicio es de tipo externo.

Propuesta: Este servicio se contratara con un proveedor de Software como servicios – SaaS y se utilizara wordpress.

**Correo electrónico:**

Propuesta: Se ofrecen servicios para recibir, enviar o reenviar correos procedentes o destinados tanto al interior como al exterior. Este servicio ya se encuentra instalado como una cuenta comercial de Google App, propiedad de la Universidad de los Llanos.

**Plataforma para trabajo en grupo:** Éste servicio es de tipo externo.

Propuesta: Este servicio se instalara en un servidor con un proveedor que ofrezca poder instalar dotProject, que fue creado con el fin de construir una herramienta para la Gestión de Proyectos. Es una aplicación basada en web, multiusuario, soporta varios lenguajes y es Software libre. Las entidades más importantes de dotProject son: Compañías, Departamentos, Usuarios/Contactos, Costos, Proyectos, Actividades, Tickets, Archivos, Foros, Administración del Sistema y Recursos.

**Sitio web de la Universidad:** Éste servicio es de tipo externo.

Propuesta: Este servicio se instalará en un servidor con un proveedor que ofrezca Registro de Dominio y de Hosting, con soporte para PHP y Mysql y un Gestor de contenido Drupal para el sitio web.

**Plataforma en línea para la relación con los docentes y estudiantes:** Éste servicio es de tipo externo.

Propuesta: Es continuar con la Virtual 2 sobre la plataforma de aprendizaje Moodle, que le permite tener en la Universidad un sistema integrado robusto y seguro, que controla la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Debido a que es Código Abierto, Moodle puede ser personalizado en cualquier forma deseada, para adecuarlo a necesidades individuales.

### 5.3.2 Propuesta para los equipos de Oficina

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 de los equipos de cómputo de las dependencias.
- 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.
- Realizar la migración del sistema actual al nuevo sistema informático.

Para los equipos de las dependencias de la Universidad, tanto de escritorio como portátiles, se propone el siguiente software.

Tabla 8. Propuesta software de escritorio

| <b>SOFTWARE PARA COMPUTADORES DE ESCRITORIO Y PORTÁTILES</b> |  |
|--|--|
| Sistema Operativo  | Ubuntu 16.14 LTS   |
| Software Ofimático   | Libre Office Writer 5.0.6<br>Libre Office Impress 5.0.6<br>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 (video)                               | VLC versión 2.2.3  |
| Generador de archivos PDF                                    | CutePDF writer 3.1   |
| Lector de archivos PDF                                       | Okular 0.24  |
| Navegador web  | Firefox 46.0.1   |
| Máquina virtual  | Java 1.5.0_07 o superior   |
| Grabador de Discos   | K3b 2.0.2  |
| Reproductor Multimedia                                       | Amarok 2.5.0   |
| Escritorio Remoto  | VNC server 5.0.1   |
| Reproductor Flash  | Swfdec 2.26  |

Fuente: Información obtenida de la investigación

Tabla 9. Resumen fase III. Migración

| <b>Fase III: Migración</b>                 |   |
|--|---|
| <b>Migración de servidores y servicios</b> |   |
| Propósito                                  | Implementar la plataforma de software libre en los servidores que faltan en la universidad, con sus respectivos servicios, de forma transparente para el personal de la Universidad |
| 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<br>Crítico: 10 meses  |
| Alternativas                               | Máxima: migrar el 89% de los servidores<br>Mínima: migrar un 82% de los servidores  |
| Actividades                                | 1. Realizar un cronograma especial para la migración de los servidores que no afecte  |

|   |   |
|---|---|
|   | los servicios ofrecidos<br>2. Crear servidores de respaldo para la información<br>3. Migrar los servidores y sus servicios  |
| Alternativa para continuar                                  | Mantener los mismos sistemas operativos, teniendo en cuenta que ya se tiene un 74% de servidores con software libre   |
| <b>Migración de computadores de escritorio y portátiles</b> |   |
| Propósito   | Implementar los sistemas ofimáticos, operativos, navegadores y software de apoyo libres, en cada uno de los equipos 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<br>Crítico: 18 meses   |
| Alternativas  | Máxima: migrar el 90% de los servidores<br>Mínima: migrar un 80% de los servidores  |
| Actividades   | 1. Realizar un cronograma para la migración de los equipos de cómputo de escritorio y portátiles por dependencias, para que no afecte las labores diarias<br>2. Crear backups de la información<br>3. Realizar la migración de los paquetes |
| Alternativa para continuar                                  | Migrar un 50% de los equipos  |

Fuente: Información obtenida de la investigación

## 5.4 Fase IV. Consolidación



### 5.4.1 Documentación del Proceso de migración

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.

#### 5.4.2 Cronograma de migración

Tabla 10. Cronograma propuesto para la migración

| OBJETIVOS                                  | ACCIONES   | RESPONSABLES                                  | PERIODO DE EJECUCIÓN (Semestres) |   |   |   |   |   |
|--|--|---|----------------------------------|---|---|---|---|---|
|  |  |   | 1                                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Levantamiento de información y diagnóstico | Solicitud de permisos a los entes administrativos superiores   | Comité de migración                           |                                  |   |   |   |   |   |
|  | Realización de encuestas al personal administrativo y docentes   | Oficina de sistemas                           |                                  |   |   |   |   |   |
|  | Realización de encuestas al unidades de control de los servicios   | Oficina de sistemas                           |                                  |   |   |   |   |   |
|  | Análisis de la información recolectada en las encuestas  | Personal Técnico Analistas                    |                                  |   |   |   |   |   |
|  | Políticas institucionales para el manejo de las tecnologías de información y sensibilización al software libre | Comité técnico de migración Consejo Superior  |                                  |   |   |   |   |   |
| Migración de los equipos de oficina        | Recolectar la información técnica de los equipos de escritorio y sus aplicaciones                              | Oficina de Sistemas Personal técnico          |                                  |   |   |   |   |   |
|  | Realizar copias de seguridad de la información   | Personal técnico                              |                                  |   |   |   |   |   |
|  | Realizar la migración de las aplicaciones ofimáticas a las aplicaciones en software libre                      | Oficina de sistemas Personal técnico          |                                  |   |   |   |   |   |
|  | Realizar la migración de los sistemas operativos propietarios a los sistemas operativos libres                 | Oficina de sistemas Personal técnico          |                                  |   |   |   |   |   |
|  | Realizar la migración de las aplicaciones de desarrollo a las aplicaciones en software libre                   | Oficina de Sistemas Analistas y programadores |                                  |   |   |   |   |   |
|  | Documentación de cada uno de los procesos  | Oficina de sistemas Personal técnico          |                                  |   |   |   |   |   |

| OBJETIVOS                               | ACCIONES  | RESPONSABLES   | PERIODO DE EJECUCIÓN (Semestres) |   |   |   |   |   |
|---|---|--|----------------------------------|---|---|---|---|---|
|   |   |  | 1                                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Migración de los servidores y servicios | Realizar inventario de los servidores y sus servicios   | Oficina de sistemas<br>Personal técnico                |                                  |   |   |   |   |   |
|   | Crear servidores espejo con la información de cada uno de los servicios a migrar  | Oficina de sistemas<br>Administradores                 |                                  |   |   |   |   |   |
|   | Realizar la migración de los servicios de comunicaciones  | Oficina de Sistemas<br>Administrador de comunicaciones |                                  |   |   |   |   |   |
|   | Realizar la migración de los servicios de bases de datos  | Oficina de sistemas<br>Administrador de bases de datos |                                  |   |   |   |   |   |
|   | Documentación de cada uno de los procesos   | Oficina de sistemas<br>Administradores                 |                                  |   |   |   |   |   |
| Capacitación                            | Sensibilización de directivos y funcionarios. ¿Qué es el software libre? El plan de migración y sus beneficios  | Comité técnico de migración                            |                                  |   |   |   |   |   |
|   | Sensibilización de docentes y administrativos. ¿Qué es el software libre? El plan de migración y sus beneficios   | Comité técnico de migración                            |                                  |   |   |   |   |   |
|   | Cursos al personal técnico y grupos de trabajo. El sistema operativo GNU/Linux<br>Instalación y configuración de un sistema operativo Linux.<br>Instalación y configuración de una plataforma ofimática libre | Comité técnico de migración                            |                                  |   |   |   |   |   |
|   | Cursos a los administradores. Administración de servidores con software libre. Bases de datos libres  | Comité técnico de migración                            |                                  |   |   |   |   |   |
|   | Capacitaciones al personal de la Universidad. El sistema operativo GNU/Linux. Plataforma Ofimática libre  | Comité técnico de migración<br>Personal técnico        |                                  |   |   |   |   |   |
| Documentación                           | Proceso de documentación  | Comité técnico de migración                            |                                  |   |   |   |   |   |

Fuente: Información obtenida de la investigación

#### 5.4.3 Análisis de costos

Teniendo en cuenta los problemas económicos en que se encuentran las Universidades públicas en Colombia, un análisis de costos podría ser un punto de partida para justificar la necesidad de la migración. El usar software con licencia implica realizar unos pasos que se vuelven repetitivos, se adquiere una licencia, se usa y luego pasamos a adquirir otra licencia de la siguiente versión, o vamos

renovando las licencias ya adquiridas. Además, hay que sumar otros costos, los costes de operación, es decir, los costos en los que se incurre para solucionar los problemas que tienen los usuarios, como instalar software en los equipos, etc.

Con software libre, este modelo de costos se simplifica mucho, en algunos casos se puede llegar a reducir únicamente a los costos de operación (en un entorno ideal) pero, básicamente, los costos relacionados con licencias de ofimática y alguna que otra aplicación desaparecen, por tanto, se eliminan esos desembolsos cíclicos debido a la obsolescencia o caducidad de las licencias de software adquiridas (Comunidad libre del instituto tecnológico de Orizaba, 2011).

Se plantea analizar los costos en que se incurre durante un periodo total de cinco años, para evaluar los gastos en los que incurrimos adquiriendo licencias y renovándolas. Para este análisis se espera obtener el costo de plan de migración a software libre, contrastado con el costo de continuar con la plataforma de software propietario.

Para esto, se debe tener en cuenta ciertos costos que se añaden al proceso.

**Sensibilización:** en el caso de la migración a software libre, vamos a plantear un cambio en el modelo de gestión de la Universidad, además de un cambio tecnológico. Por tanto, vamos a tener que dedicar cierto tiempo y recursos, a realizar una sensibilización con el personal directivo, docente y administrativo, para sentar las bases técnicas y metodológicas para llevar a cabo el proceso de migración de los puestos de trabajo (capacitación a directivos).

**Migración:** Los recursos que son necesarios para migrar los datos de los usuarios, actualizar o cambiar el sistema operativo, restaurar datos, aplicaciones, etc. (Soporte).

**Formación a usuarios:** si optamos por el cambio, no debemos abandonar a nuestros usuarios a su suerte, es decir, necesitarán que les guiemos por el nuevo entorno y ponérselo algo fácil. La profundidad de esta formación dependerá del grado de madurez de nuestra organización, sus conocimientos sobre el entorno y su grado de resistencia al cambio (capacitación a docentes y administrativos).

Se analizaran los tipos de costos directos e indirectos y los componentes técnicos, profesionales y de mantenimiento

Tabla 11. Costos aplicados a las migraciones

|                          | <b>Componentes<br/>Técnicos</b>   | <b>Componentes<br/>Profesionales</b>                       | <b>Componentes de<br/>mantenimiento</b>  |
|--------------------------|-----------------------------------|--|--|
| <b>Costos Directos</b>   | Hardware<br>Software<br>Migración | Personal<br>Difusión<br>Capacitación Personal<br>Operativo | Actualización de hardware<br>Actualización y soporte del<br>software<br>Capacitación usuario final |
| <b>Costos Indirectos</b> | Respaldos de<br>equipos           | Asesorías externas   |  |

Fuente: Información obtenida de la investigación

Tabla 12. Costos de software propietario.

| <b>SOFTWARE PROPIETARIO</b>                   |   |                |               |                |         | <b>AÑO</b>     |                |                |                |                |
|---|---|----------------|---------------|----------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Datos en miles<br>de pesos                    |   | Licencia       | Soporte       | Valor<br>Anual | Equipos | 1              | 2              | 3              | 4              | 5              |
| Antivirus<br>Kaspersky Inter-<br>net Security | 5 | 250            | 50            | 300            | 68,8    | 20.640         | 22.910         | 25.431         | 28.228         | 31.333         |
| Windows Pro 8.1                               | 1 | 320            | 64            | 384            | 344     | 132.096        | 146.627        | 162.755        | 180.659        | 200.531        |
| Microsoft Office                              | 1 | 499            | 100           | 599            | 344     | 205.987        | 228.646        | 253.797        | 281.714        | 312.703        |
| Microsoft<br>Windows Server                   | 1 | 3.588          | 718           | 4.306          | 19      | 81.806         | 90.805         | 100.794        | 111.881        | 124.188        |
| Oracle<br>Data Base                           | 1 | 196.000        | 39.200        | 235.200        | 1       | 235.200        | 39.200         | 43.512         | 261.072        | 48.298         |
| <b>TOTALES</b>                                |   | <b>200.657</b> | <b>40.132</b> | <b>240.789</b> |         | <b>675.730</b> | <b>528.188</b> | <b>586.289</b> | <b>863.554</b> | <b>717.053</b> |

Fuente: Dependencias de almacén y oficina de sistemas. Universidad de los Llanos.

Nota. El pago que se realiza por la base de datos Oracle, cubre una licencia de tres años, solo se pagaría lo que corresponde al soporte durante los demás años.

Tabla 13. Costos de software libre.

| SOFTWARE LIBRE          |   |          |              |              |         | AÑO           |               |               |               |                |
|-------------------------|---|----------|--------------|--------------|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Datos en miles de pesos |   | Licencia | Soporte      | Valor Anual  | Equipos | 1             | 2             | 3             | 4             | 5              |
| Antivirus               | 1 | -        | 0            | -            | 344     | -             | -             | -             | -             | -              |
| Ubuntu Desktop 16.04    | 1 | -        | 64           | 64           | 344     | 22.016        | 24.438        | 27.126        | 30.110        | 33.422         |
| Libre Office            | 1 | -        | 100          | 100          | 344     | 34.331        | 38.108        | 42.299        | 46.952        | 52.117         |
| Ubuntu Server           | 1 | -        | 718          | 718          | 19      | 13.634        | 15.134        | 16.799        | 18.647        | 20.698         |
| PostgreSQL              | 1 | -        | 1.435        | 1.435        | 1       | 1.435         | 1.593         | 1.768         | 1.963         | 2.179          |
| <b>TOTALES</b>          |   | -        | <b>2.317</b> | <b>2.317</b> |         | <b>71.417</b> | <b>79.273</b> | <b>87.993</b> | <b>97.672</b> | <b>108.416</b> |

Fuente: Información obtenida por la investigación.

Tabla 14. Costos de capacitación

| Cursos                              | Costos 20 personas | Num. | 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          |
| <b>TOTALES</b>                      |                    |      | <b>136.820.370</b> |

Fuente: Información obtenida por la investigación.

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 se toma la decisión administrativa de migrar a software libre con un valor de \$373 millones en soporte, (no en 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, si toma la decisión de migrar su plataforma tecnológica a software libre sería de aproximadamente \$2.800 millones de pesos en los 5 años en que se propone el ejercicio.

Tabla 15. Resumen fase IV. Consolidación

| <b>Fase IV: Consolidación</b> |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Documentación</b>          |  |
| Propósito                     | 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 |
| Entrada                       | Plan de migración  |
| Salida                        | Documento final y manuales técnicos y de usuario   |
| Tiempo                        | Óptimo: 6 meses<br>Crítico: 12 meses   |
| Alternativas                  | Máxima: Documentación completa<br>Mínima: Manuales de usuario y técnicos   |
| Actividades                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar una documentación a medida que va avanzando el proceso</li> <li>2. Crear manuales para cada uno de los software libres instalados</li> <li>3. Colocarlos en las plataformas de la Universidad para su fácil consulta</li> </ol>   |
| Alternativa para continuar    | Crear un documento, con cada una de las páginas web de las empresas o grupos de desarrollo que ofrecen los software instalados   |
| <b>Análisis de costos</b>     |  |
| Propósito                     | Realizar un respectivo análisis de costos del proceso de migración que le de tranquilidad a las altas directivas de las decisiones que se tomaron, y den continuidad al proceso.   |
| Entrada                       | Plan de migración  |
| Salida                        | Estudio de costos y análisis de los beneficios obtenidos   |
| Tiempo                        | Óptimo: 3 meses<br>Crítico: 6 meses  |
| Alternativas                  | Máxima: Estudio de costos y análisis de los beneficios obtenidos<br>Mínima: no hay   |
| Actividades                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Realizar un estudio de costos</li> <li>5. Crear servidores de respaldo para la información</li> <li>6. Migrar los servidores y sus servicios</li> </ol>  |
| Alternativa para continuar    | Mantener los mismos sistemas operativos, teniendo en cuenta que ya se tiene un 74% de servidores con software libre  |

Fuente: Información obtenida de la investigación

## 6. ANÁLISIS DE RIESGOS

Para realizar el análisis de riesgos, se usó un análisis cuantitativo que determinó el efecto de los riesgos, y se le asignó una calificación numérica, que se deriva de la probabilidad de ocurrencia y el impacto que tiene el riesgo en no lograr los objetivos del plan de migración de la Universidad.

Tabla 16. Listado de 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   |

Fuente: Información obtenida de la investigación

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 20% para aquellos riesgos que tiene poca probabilidad de ocurrir y un máximo de 99% para aquellos que son factibles que ocurran.

Tabla 17. Probabilidad de ocurrencia de los riesgos

| <b>Riesgo</b>  | <b>Ocurrencia</b> |
|--|-------------------|
| No aprobación de acuerdo superior para la implantación del plan de migración por parte de las altas directivas | 70%               |
| No asignación de tiempos al personal que conformará el comité de migración por parte del consejo académico     | 60%               |
| Negativa de los usuarios a realizar la implementación  | 40%               |
| Falta de personal experto para realizar los procesos de la migración   | 50%               |
| No contemplar todos los usuarios de la Universidad y servicios que se prestan                                  | 30%               |
| Desacuerdos entre los integrantes del comité sobre temas técnicos  | 40%               |
| Demoras en la instalación del software libre, por problemas técnicos   | 60%               |
| Problemas de interoperabilidad con los productos implantados   | 40%               |
| No encontrar soluciones libres que cumplan las necesidades académicas  | 30%               |
| Estrategias de donaciones por parte de las empresas distribuidoras del software propietario                    | 70%               |
| Incremento en los costos presupuestados para el desarrollo del plan  | 40%               |
| Problemas o quejas con el nuevo software instalados en los equipos   | 20%               |

Fuente: Información obtenida de la investigación

A continuación se calculó cual sería el porcentaje de impacto de cada uno de estos riesgos, identificados para el plan de migración de la Universidad.

Tabla 18. Nivel de impacto de los riesgos

| Riesgo   | Impacto |
|--|---------|
| No aprobación de acuerdo superior para la implantación del plan de migración por parte de las altas directivas | 95%     |
| No asignación de tiempos al personal que conformará el comité de migración por parte del consejo académico     | 80%     |
| Negativa de los usuarios a realizar la implementación  | 90%     |
| Falta de personal experto para realizar los procesos de la migración   | 80%     |
| No contemplar todos los usuarios de la Universidad y servicios que se prestan                                  | 70%     |
| Desacuerdos entre los integrantes del comité sobre temas técnicos  | 75%     |
| Demoras en la instalación del software libre, por problemas técnicos   | 80%     |
| Problemas de interoperabilidad con los productos implantados   | 90%     |
| No encontrar soluciones libres que cumplan las necesidades académicas  | 80%     |
| Estrategias de donaciones por parte de las empresas distribuidoras del software propietario                    | 75%     |
| Incremento en los costos presupuestados para el desarrollo del plan  | 80%     |
| Problemas o quejas con el nuevo software instalados en los equipos   | 70%     |

Fuente: Información obtenida de la investigación

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.

Tabla 19. 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 |

Fuente: Información obtenida de la investigación

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

Tabla 20. Análisis cuantitativo de los riesgos

| Riesgos identificados<br>Descripción   | Impacto | Prob | Categoría del riesgo |    |   |   | Responsable                 | Respuesta a los riesgos<br>Estrategia para minimizarlos                                       |
|--|---------|------|----------------------|----|---|---|-----------------------------|---|
|  |         |      | Cuantitativa         | MA | A | M |                             |   |
| 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 implantados                                  | 90%     | 40%  | 0,36                 |    |   |   | Comité técnico de migración | Buscar estrategias de mejoras en los sistemas 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                 |    |   |   |                             |   |

Fuente: Información obtenida de la investigación

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 está en una etapa en la cual, es 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, nos 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, es por eso que se hace necesario hacer un análisis exhaustivo para determinar de forma correcta las necesidades de la Universidad.

Una vez realizado el análisis de cada uno de los equipos de las dependencias de la Universidad, se concluye que el software con el que cuentan, en su gran mayoría es de tipo propietario. Dada la investigación, 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.

La información nos permite argumentar que es el momento indicado para una propuesta de este tipo, dado la gran aceptación que tienen el personal y su disponibilidad de capacitarse en éste tipo de herramientas y las directrices institucionales que trae la nueva administración.

Uno de los mayores inconvenientes en la realización de la propuesta fue la obten-

ción de la información, por ser la Universidad de los Llanos una entidad de carácter público, se requiere una serie de permisos, que van desde el Consejo Superior hasta los jefes de dependencias; esto añadido a que la información no se encuentra centralizada en una sola dependencia. Pero una vez conseguidos los permisos se lograron los objetivos propuestos.

Ésta propuesta es el inicio de un plan completo de migración. Es necesario que el plan de migración, sea una política institucional, de toda la Universidad, 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.

## **RECOMENDACIONES**

Para realizar un plan de migración, se debe partir por un conocimiento detallado del Software que existe en la Universidad, tanto para uso de actividades administrativas como académicas. El inventario debe ser unificado, y contener información sobre el área en donde es utilizado, número de máquinas en el que está instalado, nombre oficial con el que se distribuye, versión, tipo de licenciamiento, costo de licencia. Considerando que la Universidad maneja software con finalidades educativas, se recomienda determinar en qué programas académicos es utilizado, para darle una mayor justificación a éste proceso.

Es importante determinar grupos de usuarios tanto para la evaluación como para la migración; la formación de estos grupos es necesaria, porque si bien existe un software base para todas las dependencias, existirán usuarios que utilicen software especializado por sus funciones administrativas.

Realizar una correcta clasificación de los grupos de usuarios, para determinar el porcentaje de dependencias y áreas que son susceptibles de migración. En especial el área académica, porque existen materias específicas que utilizan software propietario; además no es posible influenciar en todos los estudiantes para que utilicen exclusivamente Software Libre, sin el apoyo de sus respectivos docentes, que lideren el uso de herramientas libres.

Nuestra recomendación final hace referencia al personal, pues la implementación de Software Libre no es un aspecto meramente técnico; sino que es un llamado a abrir nuevas posibilidades, influenciar a los docentes y administrativos para que descubran nuevas alternativas y proveerle una gama de posibilidades, para que decida que software utilizar, cuándo y cómo. Es necesario incluir en la capacitación, una

introducción a la filosofía del Software Libre; de tal manera de esclarecer las dudas que el usuario tenga sobre él.

## ANEXO 1. Formato encuesta inventario

### Propuesta de migración a Software Libre

#### ENCUESTA INVENTARIO COMPUTADORES POR DEPENDENCIA

|                                |          |         |  |
|--------------------------------|----------|---------|--|
| Nombre                         |          |         |  |
| Cargo                          |          |         |  |
| Dependencia                    |          |         |  |
| - Sub-dependencia              |          |         |  |
| HARDWARE                       |          |         |  |
| Cantidad de computadores       |          |         |  |
| Características del computador |          |         |  |
| otros equipos                  |          |         |  |
| SOFTWARE                       |          |         |  |
| Sistema Operativo              | Linux    |         |  |
|                                | Windows  |         |  |
|                                | MacOs    |         |  |
|                                | Otro     |         |  |
| Paquete de oficina             |          |         |  |
| Navegador Web                  | Iexplore |         |  |
|                                | Firefox  |         |  |
|                                | Chrome   |         |  |
|                                | Otro     |         |  |
| Software Especializado         |          |         |  |
| Nombre                         | Clase    | Versión |  |
|                                |          |         |  |
|                                |          |         |  |
|                                |          |         |  |
|                                |          |         |  |
|                                |          |         |  |
|                                |          |         |  |
|                                |          |         |  |
|                                |          |         |  |
|                                |          |         |  |
|                                |          |         |  |

## ANEXO 2. Encuesta a personal de la Universidad

|   |  |                                    |                       |
|---|--|------------------------------------|-----------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS</b>               | <b>CÓDIGO:</b>                     |                       |
|   | <b>ENCUESTA SOBRE SOFTWARE LIBRE</b>           | <b>VERSIÓN:</b> 01                 | <b>PAGINA:</b> 1 de 2 |
|   | <b>PROPUESTA DE MIGRACION A SOFTWARE LIBRE</b> | <b>FECHA:</b> Noviembre 11 de 2015 |                       |
|   |  | <b>VIGENCIA:</b>                   |                       |

|                   |  |
|-------------------|--|
| Nombre (opcional) |  |
| Dependencia       |  |
| Cargo             |  |

A qué área pertenece (Marque con una X)

|          |           |
|----------|-----------|
| Docencia |           |
|          | Planta    |
|          | Ocasional |

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| Administrativa |                   |
|                | Nivel Directivo   |
|                | Nivel Profesional |
|                | Nivel Asistencial |
|                | Nivel Técnico     |

Marque con una X

1. ¿Ha trabajado o conoce el software libre?
 

|                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Mucho                    | Poco                     | Nada                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
  
2. De los siguientes sistemas operativos libres, ¿cuál conoce o ha utilizado?
 

|          |                          |                          |                          |
|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|          | Mucho                    | Poco                     | Nada                     |
| Ubuntu   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Fedora   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| OpenSuse | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Debian   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Otro     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
  
3. ¿Conoce o ha trabajado con herramientas ofimáticas libres como OpenOffice o LibreOffice?
 

|                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Mucho                    | Poco                     | Nada                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
  
4. ¿Le gustaría recibir capacitaciones sobre herramientas desarrolladas en software libre?
 

|                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Si                       | No                       | NS/NR                    |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
  
5. ¿Sabía que el sistema operativo GNU/Linux es potente, fácil de usar, seguro y gratuito?
 

|                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Si                       | No                       | NS/NR                    |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
  
6. Sabiendo que software libre es la denominación del software que respeta la libertad de los usuarios sobre su producto adquirido y, por tanto, una vez obtenido puede ser usado, copiado, estudiado, modificado, y redistribuido libremente. ¿Le parece importante que la Universidad reduzca sus gastos, usando sistemas operativos libre?
 

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Muy importante           | Importante               | Poco importante          | Nada importante          |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

|   |  |                                    |                       |
|---|--|------------------------------------|-----------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS</b>               | <b>CÓDIGO:</b>                     |                       |
|   |  | <b>VERSIÓN:</b> 01                 | <b>PAGINA:</b> 2 de 2 |
|   | <b>ENCUESTA SOBRE SOFTWARE LIBRE</b>           | <b>FECHA:</b> Noviembre 11 de 2015 |                       |
|   | <b>PROPUESTA DE MIGRACION A SOFTWARE LIBRE</b> | <b>VIGENCIA:</b>                   |                       |

7. ¿Sabía que la mayor parte de programas que utiliza en el computador tienen equivalentes en Software Libre?

|    |    |       |
|----|----|-------|
| Si | No | NS/NR |
|    |    |       |

8. ¿Cuántos sistemas, aplicaciones, programas o herramientas elaboradas bajo software libre utiliza en su trabajo o fuera de él?

|   |   |   |   |   |     |
|---|---|---|---|---|-----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | más |
|   |   |   |   |   |     |

9. ¿Le gustaría que las generaciones futuras aprendieran a trabajar bajo Software Libre y a utilizar herramientas libres?

|       |      |      |
|-------|------|------|
| Mucho | Poco | Nada |
|       |      |      |

10. ¿Utiliza Usted y sus compañeros de trabajo, herramientas de Microsoft (Windows, MSOffice) para realizar sus labores diarias porque:

|          |                     |              |       |
|----------|---------------------|--------------|-------|
| Le gusta | Ya estaba instalado | Le exigieron | NS/NR |
|          |                     |              |       |

11. Para finalizar, escriba el nombre de los 3 programas que utiliza con mayor frecuencia.

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |

## BIBLIOGRAFÍA

Adell, J. (2005). *Del software libre al conocimiento libre*. Andalucía Educativa. No. 51.

Anuario estadístico (2014). *Programas ofrecidos en pregrado y posgrado*. Oficina de Planeación. Universidad de los Llanos.

Ardila, Pablo y otros. (2014). *Propuesta de plan de migración a software libre en la universidad nacional de Colombia sede Bogotá*. Universidad Nacional.

Avila A. M. (2012). *Gestión y auditoría de la seguridad informática*. Tesis de Maestría. Universitat Rovira I Virgili, Universitat Oberta de Catalunya, Universitat Autònoma de Barcelona.

Centro de Computación y Tecnologías de Información. (2005). *Software Libre, Modelo de análisis de factibilidad económica-financiera*. Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Nacional de Córdoba.

Centro de Excelencia de Software Libre de Castilla La Mancha (CESLCAM). (2009). *Taller de migración al software libre*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Licencia Creative Commons by-sa.

Centro nacional de tecnologías de la Información. (2010). *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.

- Comunidad Libre del Instituto Tecnológico de Orizaba. (2011). *La migración a software libre: el puesto de trabajo sostenible*. Bitelia.com.
- 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.
- Consejería de Administración Pública, Dirección General de Administración Electrónica y Tecnologías de la Información. (2011). *Plan Estratégico de Sistemas de Información (2011-2015)*. Gobierno de Extremadura.
- Consejo Superior de Administración Electrónica. (2003). *Directrices IDA de migración a software de fuentes abiertas*.
- Cortada, J. W., Dijkstra, S. M., Gerry M. y Ramsey, T. (2008). *Administración Pública 2020: hacia un entorno de continua colaboración*. IBM Institute for Business Value.
- Díaz, F. J., Schiavoni, A., Osorio, M. A., Amadeo, A. P. y Charnelli, M. E. (2012). *Integración de plataformas virtuales de aprendizaje, redes sociales y sistemas académicos basados en Software Libre*. Facultad de Informática de la UNLP. 10º Simposio sobre la Sociedad de la Información.
- Díaz Montaña, 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.
- Espinosa Correa, D. (2004). *El software libre, un universo inexplorado*. El Hombre y la Máquina No. 22.
- Esteve, J. J. (2015). *Migración y coexistencia con sistemas no Linux*. Universitat Oberta de Catalunya.

- Gascón Sorribas, J. A. (2013). *Migración a Software libre del Ayuntamiento de Palencia*. Tesis de Maestría. Universidad Oberta de Catalunya. España. Licencia Creative Commons by-SA.
- 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*.
- Gómez Marino, F. (2014). *Migración de sistemas privativos y de pago a soluciones gratuitas y de libre distribución basada en GNU/Linux*".
- Grupo de Trabajo de Migración para Software Libre. (2004). *Guía Libre Referencia de Migración para Software Libre del Gobierno Federal*. Mercosul. Versión 0.96 Beta. GNU General Public License. Brasil.
- Grupo Nacional para la Migración. (2005). *Guía cubana para la migración a software libre*. Ministerio de la Informática y las Comunicaciones. La Habana.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. 5ta.edición. McGraw-Hill Interamericana.
- Ian, M. (2014). *España lidera el proceso de implantación del software libre en el mundo*. Congreso Hispalinux, Madrid.
- ISO. (2008). *ISO 12207. Estándar para los procesos de Ciclo de Vida del Software*.
- Mendez, A, Y. (2012). *Software Libre en la Educación*. Eduka S.A. Parquesoft.
- Muñoz Cristóbal, J. A. (2013). *Implantación de Software Libre en el Centro de Desarrollo Infantil*. Tesis de Maestría. Universitat Oberta de Catalunya
- Oramas, A. G., Cabreja Nuñez, Y., Cariaga Cristo, Y. (2014). *Metodología para la*

*gestión de proyectos de migración a tecnologías de software libre y código abierto*. Twelfth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.

Ortiz, M., Mendoza, B. (2012). *Model of migration to the free software platform*. Editorial Espacios. Vol. 33.

Pérez Villazón, Y., García Vitier, A., García González, J., Viera Hernández, A., Hernández Blanco, Y., Cuesta Llanes, E. A. (2013). *The open source migration process in Cuba from a methodological approach*. Revista Cubana de Ciencias Informáticas. Vol. 7 No. 4.

Pressman, R.S. (2005). *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*. Sexta ed. Mc Graw Hill.

Reina, D. (2006). *Criterios de migración a Linux en las administraciones locales de la Unión Europea. Los casos de Múnich y Newham*". Uocpapers, Vol 1 No. 8.

Reingart, M. (2013). *Plan de migración al software libre caso hipotético: "municipio de Morón"*. Buenos Aires.

Robayo Herrera, H. y otros. (2012). *Propuesta metodológica para la migración de plataformas propietarias a software libre en el ámbito Ofimático y desarrollo de un caso práctico para la matriz de la empresa pública correos del Ecuador*. Quito, Ecuador.

Rodríguez, J., Ricardo R., (2013). *Migración a Software Libre del Ayuntamiento de Alicante*. Tesis de Maestría. Universitat Oberta de Catalunya. Licencia GNU Free Documentation.

Ruzafa Sala, J. A. (2011). *Implantación de un Sistema de Gestión del Conocimiento en una Administración Local*. Tesis de Maestría, Universitat Oberta de Cata-

lunya, Cataluña, España, Licencia Creative Commons.

Rrhh-web.com. (2006). *La capacitación en la administración de los recursos humanos*.

Sánchez, R. R. (2014). *Procesos de implantación y actualización de software libre en la Administración Pública*. Tecnológico de Costa Rica.

Sarriá, F. A. y otros. (2004). *Migración a software libre en una red de servicios y usuarios compleja: servicios, docencia y administración*. Tecnimap. No. 33.

Sierra Bravo, R.(1994). *Técnicas de Investigación social*. Madrid: Paraninfo.

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería de Software*. Editorial Pearson. Séptima edición. Madrid.

Stallman, R. M. (2004). *Software libre para una sociedad libre*. Editorial Traficantes de sueños. Licencia GPL.

Yucra Sotomayor, D. A. (2008). *Un modelo de plan estratégico para migrar al software libre, socialmente justo, tecnológicamente sustentable y económicamente viable*. Grupo de Usuarios de Software Libre de Perú.

Zurich, Suiza. (2013). *Reporte de Seguridad Informática, un estudio global creado en colaboración con el centro de estudios Atlantic Council*.