

**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE
EMPRESAS**

CURSO ACADÉMICO 2024-2025

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO EN ESPAÑOL

AHORRO EN LINUX VS SOFTWARE PROPIETARIO

TÍTULO EN INGLÉS

SAVINGS ON LINUX VS. PROPRIETARY SOFTWARE

AUTOR/A: ALEJANDRO RODRÍGUEZ BARQUÍN

DIRECTOR/A: MARIA ELENA GARCIA RUIZ

CONVOCATORIA DE DEFENSA: FEBRERO, 2025

Índice de contenidos

1 RESUMEN	4
1.1 RESUMEN	4
1.2 ABSTRACT	4
2 INTRODUCCIÓN	5
2.1 OBJETIVOS DEL TRABAJO	6
3 MARCO TEÓRICO	6
3.1 DEFINICIÓN DE SOFTWARE LIBRE	6
3.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LINUX	7
3.3 PRINCIPIOS Y FILOSOFÍA DEL SOFTWARE LIBRE	8
3.4 DIFERENCIAS ENTRE SOFTWARE LIBRE Y SOFTWARE PROPIETARIO	9
3.5 TABLA DE EJEMPLOS COMUNES	10
4 METODOLOGÍA UTILIZADA	11
4.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO	12
4.3 CASOS DE ESTUDIO	13
5 ANÁLISIS	13
5.1 LINUX EN EL ENTORNO EMPRESARIAL	13
5.3 USO DE UBUNTU	17
5.4 USOS COMUNES DE LINUX Y UBUNTU EN EMPRESAS	18
5.6 HERRAMIENTAS Y APLICACIONES EMPRESARIALES	20
5.7 CASOS DE ESTUDIO	22
5.8 AHORROS OBTENIDOS POR ESTAS EMPRESAS	23
5.10 DESAFÍOS Y CÓMO FUERON SUPERADOS	25
6 CONCLUSIONES	26
7 BIBLIOGRAFÍA	27

Índice de tablas

3 MARCO TEÓRICO	6
3.5 TABLA DE EJEMPLOS COMUNES	10
5 ANÁLISIS	13
5.2 TABLA COMPARACIÓN DE DISTRIBUCIONES LINUX	15
5.5 TABLA RESUMEN LOS CASOS DE USO COMUNES DE LINUX Y UBUNTU	19
5.9 TABLA RESUMEN DE AHORROS	24

DECLARACIÓN RESPONSABLE

La persona que ha elaborado el TFG que se presenta es la única responsable de su contenido. La Universidad de Cantabria, así como quien ha ejercido su dirección, no son responsables del contenido último de este Trabajo.

En tal sentido, Don/DoñaAlejandro Rodríguez Barquín..... se hace responsable:

1. De la AUTORÍA Y ORIGINALIDAD del trabajo que se presenta.
2. De que los DATOS y PUBLICACIONES en los que se basa la información contenida en el trabajo, o que han tenido una influencia relevante en el mismo, han sido citados en el texto y en la lista de referencias bibliográficas.

Asimismo, declara que el Trabajo Fin de Grado tiene una extensión de máximo 10.000 palabras, excluidas tablas, cuadros, gráficos, bibliografía y anexos.

Fdo. 

1.1 RESUMEN

Este trabajo explora el impacto económico de la adopción de Linux en entornos empresariales, enfocándose en pequeñas y medianas empresas (PYMEs). A través de un análisis comparativo, se estudian los ahorros en costes de licencias, mantenimiento y seguridad en comparación con sistemas operativos propietarios como Windows y macOS. Además, se presentan casos de estudio de empresas que han migrado a Linux, mostrando ahorros significativos y mejoras en la eficiencia operativa. Los resultados indican que Linux es una alternativa viable que optimiza los costes operativos y mejora la seguridad en empresas de diversos sectores.

1.2 ABSTRACT

This paper explores the economic impact of adopting Linux in business environments, with a focus on small and medium-sized enterprises (SMEs). Through comparative analysis, the study examines cost savings in licensing, maintenance, and security compared to proprietary operating systems such as Windows and macOS. Additionally, case studies of companies that have migrated to Linux are presented, showing significant savings and improvements in operational efficiency. The results suggest that Linux is a viable alternative that optimizes operating costs and enhances security in companies across various sectors.

2 INTRODUCCIÓN

En el entorno empresarial actual, marcado por una competencia cada vez más intensa, la optimización de recursos y la reducción de costes son elementos clave para asegurar la sostenibilidad y el éxito de las organizaciones. Uno de los aspectos más relevantes dentro de este ámbito es la gestión de la tecnología de la información (TI), la cual desempeña un papel fundamental en la operación y el crecimiento de las empresas. Sin embargo, los costes asociados al software, como licencias, actualizaciones y mantenimiento, representan una carga significativa en los presupuestos corporativos, especialmente en pequeñas y medianas empresas (PYMEs) con recursos limitados.

Tradicionalmente, muchas organizaciones han optado por soluciones de software propietario debido a su estabilidad y soporte técnico, pero estos sistemas conllevan costes elevados y una menor flexibilidad. En este contexto, Linux, como representante destacado del software libre, ha emergido como una alternativa viable que no solo permite reducir costes, sino también incrementar la eficiencia operativa y la flexibilidad en la gestión tecnológica.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el impacto económico que supone la adopción de Linux en las pequeñas y medianas empresas del sector tecnológico. A lo largo de este estudio, se evaluarán los principales beneficios que ofrece este sistema operativo frente a sus competidores propietarios, centrándose en aspectos como la eliminación de costes de licencias, la accesibilidad de actualizaciones gratuitas, la capacidad de personalización y la seguridad avanzada que proporciona su arquitectura de código abierto.

Asimismo, se abordarán las posibles barreras a la adopción de Linux, como la percepción de soporte técnico limitado, contrastándolas con las soluciones que ofrece una activa comunidad global de usuarios y desarrolladores, así como servicios profesionales de soporte brindados por empresas especializadas. También se analizará cómo Linux puede contribuir a optimizar la infraestructura tecnológica mediante su escalabilidad y eficiencia en el uso de hardware, lo que resulta especialmente relevante para PYMEs que buscan maximizar el rendimiento de sus inversiones en TI.

El trabajo está estructurado en varios apartados que permiten explorar de manera detallada y fundamentada los distintos aspectos de la implementación de Linux en el entorno empresarial. En primer lugar, se presentará un marco teórico que contextualiza el uso del software libre en las empresas y sus implicaciones económicas. Posteriormente, se realizará un análisis comparativo entre Linux y sistemas propietarios en términos de costes y beneficios. Finalmente, se expondrán casos prácticos y recomendaciones para las empresas interesadas en adoptar esta tecnología.

Con este análisis, se pretende proporcionar una visión clara y exhaustiva que permita a las empresas del sector tecnológico comprender mejor las oportunidades que ofrece Linux, alentando su adopción como una estrategia para reducir costes, mejorar la eficiencia operativa y fortalecer su posición en un mercado altamente competitivo. Este trabajo aspira, además, a contribuir al debate sobre el papel del software libre en la transformación digital de las empresas, destacando su potencial para democratizar el acceso a herramientas tecnológicas avanzadas.

2.1 OBJETIVOS DEL TRABAJO

El uso de Linux en el entorno empresarial no solo se limita a la reducción de costes de licencias. Su impacto, como se ha mencionado en la presentación del tema, abarca aspectos como la flexibilidad, la seguridad, la escalabilidad y la capacidad de personalización. Este estudio pretende explorar y documentar cómo la adopción de Linux puede traducirse en ahorros significativos y sostenibles para las empresas, además de aportar ventajas competitivas en el largo plazo.

Objetivo General:

- El objetivo de este trabajo es explorar las implicaciones técnicas, económicas y de seguridad de la adopción de Linux en pequeñas y medianas empresas (PYMEs), evaluando su potencial para optimizar recursos y mejorar la gestión informática frente a sistemas operativos propietarios.

Objetivos Específicos:

- Analizar las ventajas económicas y operativas de Linux en comparación con sistemas propietarios, incluyendo costes de licencias y mantenimiento.
- Evaluar la seguridad informática de Linux en entornos empresariales y su capacidad para mitigar vulnerabilidades frente a otros sistemas.
- Identificar los principales desafíos en la implementación de Linux, como la curva de aprendizaje y la compatibilidad con software propietario.

3 MARCO TEÓRICO

3.3 PRINCIPIOS Y FILOSOFÍA DEL SOFTWARE LIBRE

La filosofía del software libre se fundamenta en principios éticos y prácticos que buscan garantizar la libertad de los usuarios y fomentar un desarrollo colaborativo. Uno de sus pilares es la transparencia, que se logra mediante el acceso al código fuente. Esto permite a usuarios y desarrolladores auditar, modificar y mejorar el software, fortaleciendo así la confianza y seguridad gracias a la rápida identificación y corrección de problemas por parte de la comunidad (Stallman, 2002).

Además, el modelo de desarrollo abierto promueve la colaboración global. Personas de todo el mundo pueden contribuir, compartiendo conocimientos y habilidades que resultan en soluciones innovadoras y eficientes (Raymond, 1999). Este enfoque también se sustenta en valores éticos, como la equidad y la justicia, al considerar que la tecnología y el conocimiento deben estar disponibles para todos, especialmente en contextos educativos y regiones con recursos limitados (Stallman, 2002).

El software libre brinda independencia y autonomía al no depender de proveedores propietarios ni de sus condiciones restrictivas. Esto permite a los usuarios adaptar las herramientas según sus necesidades, reduciendo riesgos asociados a cambios de políticas o la falta de soporte (Stallman, 2002). También fomenta la innovación continua, ya que el modelo abierto facilita la creación de soluciones que evolucionan junto con las nuevas tecnologías (Raymond, 1999).

Las licencias como la GNU GPL, la Licencia MIT y la Apache aseguran la preservación de estas libertades, regulando el uso, la modificación y la distribución del software (Stallman, 2002). Asimismo, el software libre suele adherirse a estándares abiertos, lo que favorece la interoperabilidad y evita dependencias con sistemas propietarios (Open Source Initiative, n.d.).

Desde un enfoque económico, el software libre elimina los costes de licencias, permitiendo a organizaciones reinvertir en áreas clave. Además, los modelos de negocio basados en servicios y soporte han demostrado ser sostenibles, fomentando un ecosistema activo de desarrolladores y empresas comprometidos con su desarrollo (Weber, 2004).

3.4 DIFERENCIAS ENTRE SOFTWARE LIBRE Y SOFTWARE PROPIETARIO

El software libre y el software propietario representan dos enfoques opuestos en el mundo del desarrollo y uso de software, cada uno con filosofías, modelos de negocio y comunidades de usuarios diferentes. Comprender las diferencias entre ambos es esencial para tomar decisiones informadas sobre qué tipo de software utilizar según el contexto.

Una de las principales diferencias entre el software libre y el propietario radica en las libertades que ofrecen. El software libre, como su nombre indica, otorga a los usuarios la libertad de utilizarlo para cualquier propósito, estudiar su funcionamiento, modificarlo y redistribuir tanto las versiones originales como las modificadas, sin restricciones (Free Software Foundation, n.d.). En cambio, el software propietario impone limitaciones en cuanto a su uso, acceso al código fuente y redistribución, restringiendo la posibilidad de modificar el software sin el permiso del propietario (Perens, 1999).

En cuanto al desarrollo, el software libre sigue un proceso abierto y colaborativo, donde desarrolladores de todo el mundo contribuyen al código, acelerando el proceso de desarrollo y mejorando la seguridad al permitir que la comunidad audite y corrija vulnerabilidades (Raymond, 1999; Williams, 2002). En contraste, el software propietario se desarrolla de manera cerrada, lo que dificulta la identificación de vulnerabilidades y la adaptación a las necesidades de los usuarios (Weber, 2004).

Desde el punto de vista económico, el software libre es accesible, ya que no requiere la compra de licencias, permitiendo a las organizaciones y usuarios utilizarlo sin costes adicionales, aunque sí pueden existir gastos relacionados con la implementación, el mantenimiento y el soporte (Free Software Foundation, n.d.). Las empresas que desarrollan software libre suelen generar ingresos ofreciendo servicios de soporte, personalización y consultoría. Por otro lado, el software propietario implica costes de licencias, mantenimiento y actualizaciones, y su modelo de negocio se basa en la venta de licencias y suscripciones (Weber, 2004).

La flexibilidad y la capacidad de adaptación son también factores distintivos. El software libre permite una personalización ilimitada para adaptarlo a necesidades específicas, lo que lo convierte en una opción ideal para organizaciones con requisitos cambiantes (Raymond, 1999). En cambio, el software propietario ofrece solo una personalización

AHORRO EN LINUX VS SOFTWARE PROPIETARIO

limitada, lo que suele requerir la intervención del proveedor, generando costes y retrasos (Weber, 2004).

En términos de propiedad y control, el software libre es gestionado y desarrollado por una comunidad, lo que otorga a los usuarios control total sobre el software, permitiéndoles modificarlo, mejorarlo y distribuirlo sin restricciones (Free Software Foundation, n.d.). Por el contrario, el software propietario está controlado por una empresa o individuo, lo que significa que los usuarios dependen de las decisiones y políticas del proveedor, con un control limitado sobre el software (Perens, 1999).

El soporte y las actualizaciones del software libre provienen de la comunidad, a través de foros, listas de correo y documentación extensa, y suelen ser rápidas debido a su modelo colaborativo de desarrollo (Williams, 2002). En el software propietario, el soporte es proporcionado por el proveedor mediante contratos de mantenimiento o suscripción, y las actualizaciones suelen seguir un calendario establecido, lo que puede implicar tiempos de espera más largos (Weber, 2004).

Finalmente, la filosofía del software libre se basa en la libertad del usuario y la colaboración abierta, promoviendo una cultura de compartir conocimientos y recursos, lo que fomenta la innovación y el desarrollo colectivo (Stallman, 2010). En cambio, la filosofía del software propietario se enfoca en el control exclusivo del proveedor sobre el software y la protección de la propiedad intelectual, creando una cultura de competencia y exclusividad (Perens, 1999).

3.5 TABLA DE EJEMPLOS COMUNES

Tipo de Software	Ejemplos de Software Libre	Ejemplos de Software Propietario
Sistemas Operativos	Linux, FreeBSD	Microsoft Windows, macOS
Navegadores Web	Mozilla Firefox	Microsoft Edge, Safari
Suites Ofimáticas	LibreOffice	Microsoft Office
Bases de Datos	MySQL, PostgreSQL	Oracle Database, Microsoft SQL Server

Fuente de la tabla: elaboración propia

4 METODOLOGÍA UTILIZADA

Para abordar de manera efectiva el análisis del impacto económico del uso de Linux en las pequeñas y medianas empresas (PYMEs), este estudio se basará en una combinación de enfoques metodológicos, con el fin de obtener una visión completa y fundamentada sobre el tema. Las principales metodologías que se emplearán son las siguientes:

4.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En esta etapa del estudio, se llevará a cabo una investigación exhaustiva de la literatura académica existente, complementada con informes y estudios elaborados por consultoras tecnológicas y analistas de mercado. El objetivo principal de esta revisión es construir un marco teórico sólido que sirva como base para el análisis posterior.

La revisión abarcará fuentes que exploren diversos aspectos clave. Por un lado, se analizarán artículos y estudios que examinen los beneficios y desafíos de adoptar Linux en entornos empresariales. También se considerarán informes de consultoras que detallen el crecimiento del mercado de Linux y su impacto en distintos sectores. Asimismo, se buscarán datos y análisis que ofrezcan perspectivas económicas sobre el uso de software libre en empresas de diferentes tamaños y sectores, con un enfoque especial en las pequeñas y medianas empresas (PYMEs).

Otro elemento central de esta revisión será la comparación entre software de código abierto, como Linux, y software propietario, particularmente en términos de costes de implementación, mantenimiento y soporte técnico. Se priorizarán investigaciones recientes que ofrezcan una visión actualizada del mercado, considerando tanto un panorama global como las particularidades del sector tecnológico de las PYMEs.

Esta fase del trabajo permitirá establecer una base teórica robusta que respalde los hallazgos del análisis empírico, facilitando una comparación fundamentada entre la teoría y los datos obtenidos.

4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO

Tras establecer la base teórica, el siguiente paso será realizar un análisis comparativo para evaluar los costes asociados al uso de Linux en comparación con sistemas operativos propietarios como Windows y macOS. Este análisis abordará tanto los costes directos, como las licencias y el soporte técnico, como los costes indirectos, incluyendo el mantenimiento a largo plazo, las actualizaciones, los parches de seguridad, los tiempos de inactividad y la formación del personal.

Además, se examinará el impacto de cada sistema operativo en la eficiencia operativa, considerando factores como la estabilidad, la personalización y el rendimiento del sistema. Por último, se analizarán las implicaciones en términos de seguridad, evaluando los costes vinculados a la protección frente a vulnerabilidades y ciberataques. Este análisis permitirá identificar las diferencias clave en costes y beneficios, ofreciendo una visión clara del impacto económico de cada opción.

4.3 CASOS DE ESTUDIO

Para enriquecer los datos obtenidos en los análisis posteriores, se incluirán casos de estudio de empresas que han implementado Linux como su sistema operativo principal. Estas empresas, seleccionadas de distintos tamaños y sectores dentro del ámbito tecnológico, ofrecerán una visión práctica y documentada sobre su experiencia con Linux.

Los casos de estudio explorarán, en primer lugar, las razones que llevaron a estas empresas a elegir Linux en lugar de software propietario. Entre los motivos se examinarán factores como la reducción de costes, la flexibilidad del sistema y las ventajas en términos de seguridad. Además, se analizarán los beneficios económicos obtenidos, incluyendo tanto los ahorros directos en licencias y mantenimiento como los ahorros indirectos derivados de mejoras en la eficiencia y escalabilidad del sistema.

Asimismo, se prestará atención a los desafíos enfrentados durante la adopción de Linux. Esto incluirá aspectos como la formación necesaria para el personal, problemas de compatibilidad con ciertos programas y la curva de aprendizaje asociada al uso del sistema.

Estos casos de estudio buscarán proporcionar evidencia empírica que respalde los resultados del análisis comparativo, mostrando cómo el uso de Linux ha influido en la gestión tecnológica y económica de estas empresas en un contexto real.

5 ANÁLISIS

5.1 LINUX EN EL ENTORNO EMPRESARIAL

En el entorno corporativo, las distribuciones de Linux para empresas se han consolidado como una opción clave, gracias a su enfoque en la estabilidad, la seguridad y el soporte a largo plazo. Estas características las hacen especialmente adecuadas para organizaciones que requieren infraestructuras tecnológicas sólidas y confiables. A continuación, se exploran algunas de las distribuciones más influyentes y ampliamente adoptadas en el ámbito empresarial.

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) es considerada una de las distribuciones más robustas y fiables para las empresas. Su reputación proviene de su capacidad para integrarse de manera fluida en entornos corporativos, gracias a sus certificaciones tanto de hardware como de software, que garantizan una implementación sin problemas. Red Hat no solo proporciona un sistema operativo estable, sino que también ofrece un conjunto completo de servicios profesionales, como soporte técnico y consultoría especializada, facilitando tanto la implementación como el mantenimiento del sistema. Un aspecto fundamental de RHEL es su compromiso con la seguridad, que se refleja en la incorporación de tecnologías avanzadas como SELinux (Security-Enhanced Linux). Además, destaca por su soporte a largo plazo, con actualizaciones y asistencia técnica aseguradas por más de una década, lo que la convierte en una opción preferida para las empresas que buscan continuidad en su infraestructura tecnológica (Red Hat, 2024).

Por su parte, Ubuntu, desarrollado por Canonical, ha ganado popularidad gracias a su enfoque en la facilidad de uso y su versatilidad. Tanto en servidores como en escritorios, Ubuntu se ha posicionado como una de las distribuciones más accesibles para las empresas. Versiones como Ubuntu Server y Ubuntu Core están especialmente diseñadas para el entorno corporativo, proporcionando estabilidad a largo plazo mediante sus versiones LTS (Long-Term Support), que garantizan soporte durante cinco años. Esta durabilidad es crucial para las empresas que priorizan la estabilidad en sus operaciones diarias. Ubuntu también se destaca por su simplicidad y facilidad de administración, con una interfaz intuitiva que facilita la gestión del sistema. Asimismo, su capacidad de escalabilidad la convierte en una opción ideal para empresas que operan en la nube o gestionan centros de datos, mientras que su ecosistema, con una amplia gama de aplicaciones y servicios, amplía las posibilidades de personalización y adaptación a las necesidades empresariales (Canonical, 2024).

En cuanto a SUSE Linux Enterprise Server (SLES), esta distribución es reconocida por su alta disponibilidad y su adaptabilidad a diferentes entornos, lo que la hace ideal para centros de datos y entornos de nube. SUSE ha construido una reputación sólida por su capacidad de virtualización, que permite a las empresas aprovechar al máximo sus recursos tecnológicos. Además, SUSE ofrece soluciones específicas para distintas industrias, lo que asegura que las empresas puedan adaptar su infraestructura tecnológica a sus necesidades particulares. Entre las características que hacen de SLES una opción atractiva se encuentran su flexibilidad y la garantía de continuidad en los servicios críticos, lo que es esencial para asegurar el funcionamiento ininterrumpido de las operaciones empresariales (SUSE, 2024).

CentOS, por otro lado, es una opción muy popular en el ámbito empresarial, ya que ofrece las mismas características robustas de RHEL pero sin el coste de una licencia. Derivado directamente de RHEL, CentOS es una plataforma estable y segura, ideal para empresas que buscan una solución confiable pero asequible. Debido a su naturaleza gratuita, se ha convertido en una opción ampliamente utilizada en servidores web y de aplicaciones. Además, su comunidad activa de usuarios y desarrolladores asegura que la distribución continúe evolucionando y manteniendo su relevancia en el mercado (CentOS Project, 2024).

En el caso de Oracle Linux, esta distribución empresarial se destaca por estar optimizada específicamente para trabajar con productos de Oracle, como Oracle Database y Oracle Cloud. Desarrollada sobre la base de RHEL, Oracle Linux incorpora el Unbreakable Enterprise Kernel (UEK), diseñado para ofrecer un rendimiento superior y una estabilidad excepcional, características clave en entornos de misión crítica. Esta optimización para productos de Oracle, junto con el soporte empresarial ofrecido por Oracle Corporation, convierte a esta distribución en una opción natural para las empresas que ya utilizan productos de la marca, permitiendo una integración eficiente y sin fricciones (Oracle, 2024).

Debian, una de las distribuciones más longevas y respetadas en la comunidad de software libre, también tiene un lugar en el ámbito empresarial. Debian es conocida por su estabilidad y su enfoque en la seguridad, cualidades que la hacen ideal para entornos corporativos que buscan una plataforma fiable y segura. A diferencia de otras distribuciones, Debian se enfoca en ofrecer un sistema operativo sólido, sin demasiadas modificaciones, lo que permite a las empresas personalizarlo según sus necesidades específicas. Además, su comunidad de desarrolladores es extremadamente activa, lo que garantiza un flujo continuo de actualizaciones y mejoras. Aunque Debian no ofrece soporte técnico comercial directamente, su amplia documentación y la participación de la comunidad permiten que las empresas resuelvan problemas y mantengan sus sistemas actualizados sin depender de costosos contratos de soporte. Esta flexibilidad, junto con su estabilidad probada, hace de Debian una opción atractiva para las empresas que prefieren soluciones altamente personalizables y confiables a largo plazo (Debian Project, 2024).

Finalmente, Fedora es una distribución conocida por su enfoque en la innovación y adopción temprana de nuevas tecnologías. Aunque generalmente se asocia más con desarrolladores y entusiastas, Fedora Server también tiene aplicaciones en entornos empresariales. Esta distribución actúa como una plataforma de prueba para características que posteriormente se incorporan en RHEL, lo que la convierte en una opción interesante para empresas que desean estar a la vanguardia de la tecnología. Mantenido por Red Hat y respaldado por una comunidad global de desarrolladores, Fedora destaca por su agilidad en los ciclos de actualización, permitiendo a las empresas acceder rápidamente a las últimas innovaciones tecnológicas (The Fedora Project, 2024).

5.2 TABLA COMPARACIÓN DE DISTRIBUCIONES LINUX

Se presenta una tabla resumen de elaboración propia en base a la información presentada anteriormente

Característica	Ubuntu	Fedora	CentOS Stream	Debian	openSUSE	Oracle Linux	Red Hat Enterprise Linux (RHEL)
Facilidad de uso	Muy fácil para principiantes y avanzados	Orientado a desarrolladores; moderado	Fácil, pero más técnico que Ubuntu	Moderado; no tan amigable como Ubuntu	Moderado; YAST facilita la gestión	Moderado; similar a RHEL	Moderado; enfocado a usuarios empresariales
Soporte y comunidad	Excelente; gran comunidad y soporte comercial (Canonical)	Buena comunidad, soporte comunitario	Fuerte soporte comunitario, menor soporte comercial que Ubuntu	Amplia comunidad, soporte comunitario	Buena comunidad y soporte comercial (SUSE)	Soporte comercial fuerte (Oracle)	Soporte comercial excelente (Red Hat)
Ciclo de lanzamiento	Lanzamientos regulares y LTS (5 años de soporte)	Lanzamientos regulares (cada 6 meses)	Rolling release, sin versiones LTS	Lanzamientos regulares (cada 2 años aprox.)	Opciones de rolling release y versiones estables	Basado en RHEL, ciclo similar	Estable; versiones mayores cada 3-4 años, soporte extendido
Compatibilidad de software	Alta; amplio repositorio de software y soporte PPA	Alta; repositorio similar a Ubuntu	Alta; enfocado en estabilidad	Alta; muy estable y compatible	Alta; buena compatibilidad de software	Alta; compatible con RHEL y sus repositorios	Alta; certificaciones de software empresarial
Rendimiento	Alto, optimizado para diversas tareas	Alto, centrado en tecnología de punta	Muy alto, orientado a servidores	Alto, muy estable y seguro	Alto, con opciones de optimización	Muy alto, optimizado para rendimiento empresarial	Muy alto, optimizado para entornos empresariales
Seguridad	Alta; actualizaciones regulares y soporte SELinux	Alta; actualización rápida de paquetes	Muy alta; muy estable y seguro	Muy alta; enfoque en estabilidad y seguridad	Alta; buenas herramientas de seguridad	Muy alta; herramientas avanzadas de seguridad	Muy alta; herramientas avanzadas de seguridad y soporte
Finalidad principal	Escritorio y servidores, ideal para principiantes y empresas	Desarrolladores y entusiastas, pruebas de tecnología de punta	Servidores y aplicaciones empresariales	Usuarios y servidores que buscan estabilidad	Escritorio y servidores, gestión empresarial	Servidores y entornos empresariales	Servidores y entornos empresariales

A continuación, se presenta la matriz de evaluación ponderada basada en las páginas web de cada distribución y opiniones de expertos en foros de usuarios para comparar las distribuciones Linux descritas (Red Hat Enterprise Linux, Ubuntu, SUSE Linux Enterprise Server, CentOS, Oracle Linux, Debian y Fedora) en función de criterios relevantes para las empresas.

Criterios	Peso (%)	RHEL	Ubuntu	SLES	CentOS	Oracle Linux	Debian	Fedora
Facilidad de uso	25%	7	9	6	7	6	7	8
Estabilidad y fiabilidad	20%	9	8	8	7	8	9	7
Soporte a largo plazo (LTS)	15%	9	9	8	6	8	7	6
Escalabilidad	10%	8	9	8	7	8	7	8
Coste (Licencia/Gratuidad)	20%	5	9	6	9	7	9	9
Comunidad y ecosistema	10%	7	9	7	8	7	9	9

Distribución	Puntuación Ponderada Total
Ubuntu	8.85
Debian	8.05
Fedora	7.75
RHEL	7.65
SLES	7.25
Oracle Linux	7.1
CentOS	7.0

Ubuntu se destaca como la mejor opción en esta comparación por varias razones:

1. **Facilidad de uso:** Ubuntu se destaca por ser la más amigable para el usuario, con una interfaz intuitiva y herramientas de administración sencillas. Fedora también tiene una buena usabilidad, pero está más orientada a desarrolladores.
2. **Estabilidad y fiabilidad:** RHEL y Debian lideran en este criterio, aunque Ubuntu también ofrece una sólida estabilidad, especialmente en sus versiones LTS.
3. **Soporte a largo plazo (LTS):** Ubuntu y RHEL sobresalen, ofreciendo soporte extendido de varios años, lo que es vital para empresas que requieren estabilidad a largo plazo.
4. **Escalabilidad:** Ubuntu es altamente escalable, especialmente en entornos en la nube y centros de datos, lo que le da una ligera ventaja.
5. **Coste:** Ubuntu, Debian, Fedora y CentOS son gratuitos, lo que les da una clara ventaja sobre distribuciones como RHEL y SLES que requieren una licencia.
6. **Comunidad y ecosistema:** Ubuntu y Debian destacan por sus comunidades activas y un ecosistema de software amplio y diverso.

En comparación con otras distribuciones, aunque Fedora y openSUSE son excelentes para desarrolladores y entusiastas, y Oracle Linux y RHEL son extremadamente robustos para entornos empresariales específicos, Ubuntu ofrece un equilibrio ideal entre facilidad de uso, soporte, rendimiento y seguridad, lo que lo convierte en la mejor opción para una amplia gama de usuarios y aplicaciones empresariales.

5.3 USO DE UBUNTU

Ubuntu se ha consolidado como una de las distribuciones de Linux más utilizadas en entornos corporativos debido a su robustez, seguridad y facilidad de uso. En un ecosistema tecnológico diverso, la elección del sistema operativo es un factor crucial que puede influir significativamente en la eficiencia y estabilidad de la infraestructura de TI de una empresa. En este contexto, Ubuntu ofrece una combinación de características que lo convierten en una opción estratégica para muchas organizaciones.

La estabilidad es un requisito esencial para cualquier sistema operativo en entornos empresariales. Ubuntu, con su ciclo de lanzamientos regular y su compromiso con versiones de soporte a largo plazo (LTS), asegura una base sólida para las operaciones diarias. Esta estabilidad se refuerza con actualizaciones continuas de seguridad, que abordan proactivamente vulnerabilidades potenciales antes de que se conviertan en amenazas, minimizando así los riesgos en infraestructuras críticas (Computer Hoy, 2024).

El soporte técnico es un aspecto fundamental en la adopción de cualquier sistema operativo empresarial. Canonical, la empresa detrás de Ubuntu, ofrece soporte técnico opcional para las organizaciones que lo requieren, facilitando la resolución de problemas y mejorando la eficiencia operativa. Este soporte también incluye acceso a actualizaciones y parches de seguridad, lo que garantiza que los sistemas permanezcan seguros y actualizados (López, 2016).

Uno de los principales retos al adoptar nuevas tecnologías es la curva de aprendizaje asociada. Ubuntu aborda este problema con una interfaz de usuario intuitiva que facilita la transición desde otros sistemas operativos, tanto para empleados técnicos como para usuarios menos experimentados. La familiaridad del entorno de escritorio y la amplia disponibilidad de software compatible contribuyen a una integración sin problemas (Andreu, 2024).

Ubuntu cuenta con una activa comunidad de usuarios y desarrolladores, lo que representa un recurso valioso para las empresas. La colaboración en proyectos de código abierto y el acceso a documentación y soporte comunitario proporcionan a las organizaciones una fuente adicional de soluciones y mejores prácticas. Esta red de conocimiento colectivo es especialmente útil en la resolución de problemas y en la optimización de la infraestructura tecnológica (Andreu, 2024).

La versatilidad de Ubuntu se refleja en sus versiones específicas para servidores y escritorios. Esto permite a las empresas implementar una solución unificada a través de diferentes plataformas, lo que simplifica tanto la gestión como el mantenimiento. Ubuntu Server es ampliamente utilizado en entornos de nube y centros de datos, mientras que Ubuntu Desktop ofrece una opción robusta para estaciones de trabajo (Laboratorio Linux, n.d.).

Uno de los principales atractivos de Ubuntu es su eficiencia en términos de costes. Al ser un software de código abierto, las empresas no están sujetas a tarifas de licenciamiento, lo que les permite reducir los gastos operativos. Para aquellas organizaciones que necesitan soporte profesional, Canonical ofrece planes de soporte

técnico a un coste competitivo, proporcionando así una alternativa asequible frente a soluciones propietarias (López, 2016).

En resumen, la elección de Ubuntu como sistema operativo no solo responde a una necesidad técnica, sino también a un enfoque estratégico que permite a las empresas reducir costes, mejorar la seguridad y mantener una infraestructura tecnológica estable y eficiente.

5.4 USOS COMUNES DE LINUX Y UBUNTU EN EMPRESAS

Linux, con su estabilidad, flexibilidad y carácter de software libre, se ha convertido en una opción clave en el entorno empresarial. Entre las múltiples distribuciones disponibles, Ubuntu ha ganado un lugar destacado debido a sus características robustas y su adaptabilidad tanto en servidores como en estaciones de trabajo. A continuación, se presentan los casos de uso más comunes de Linux en empresas, con un enfoque particular en cómo Ubuntu sobresale en estos entornos.

Linux desempeña un papel fundamental en diversos ámbitos tecnológicos gracias a su versatilidad y robustez. En el campo de los servidores web, es el sistema operativo predominante, con más del 90% de los servidores más populares utilizando distribuciones como Ubuntu, CentOS y Debian. Ubuntu Server destaca por su estabilidad y seguridad, convirtiéndose en la elección preferida para gestionar aplicaciones web, servidores de correo y bases de datos esenciales para las empresas.

En el ámbito del desarrollo de software y DevOps, Linux, especialmente Ubuntu, se posiciona como una plataforma líder. Ofrece compatibilidad con múltiples lenguajes de programación y herramientas de desarrollo, lo que lo convierte en la elección ideal para desarrolladores y profesionales de DevOps. Además, su integración con herramientas como Docker y Kubernetes facilita la gestión de contenedores y la automatización de procesos en entornos modernos.

La computación en la nube es otro sector donde Ubuntu brilla como uno de los sistemas operativos más utilizados. Compatible con las principales plataformas como AWS, Google Cloud y Microsoft Azure, Ubuntu impulsa más del 80% de las cargas de trabajo en la nube pública. Su integración con tecnologías de orquestación como Kubernetes y OpenStack simplifica la escalabilidad y la gestión eficiente de aplicaciones.

En el área de servidores de bases de datos, Linux se valora por su capacidad para manejar grandes cargas de trabajo con estabilidad. Ubuntu Server es una opción popular para bases de datos como MySQL, PostgreSQL y MongoDB, ofreciendo personalización y optimización para entornos empresariales exigentes.

En la computación de alto rendimiento (HPC), Ubuntu juega un rol destacado gestionando grandes clústeres utilizados en aplicaciones científicas y simulaciones complejas. Su robustez y capacidad de personalización permiten maximizar el rendimiento en tareas intensivas mientras se reducen los costes operativos.

En cuanto a seguridad y redes, Linux ofrece soluciones confiables para proteger datos corporativos. Distribuciones como Ubuntu se utilizan para implementar herramientas de

seguridad como firewalls y sistemas de detección de intrusos, con la ventaja adicional de ser altamente configurables según las necesidades específicas de cada empresa.

Aunque menos común, Linux también encuentra espacio en escritorios corporativos, especialmente en entornos de desarrollo o en empresas que priorizan la seguridad. Ubuntu Desktop, con su interfaz intuitiva y opciones de personalización, es una alternativa viable para estaciones de trabajo, combinando funcionalidad y seguridad.

Por último, en el campo del Internet de las Cosas (IoT), Linux, particularmente Ubuntu Core, es una opción preferida. Su capacidad para operar en hardware de bajo consumo y su flexibilidad lo hacen ideal para dispositivos IoT, desde sensores simples hasta sistemas embebidos complejos. Además, facilita la gestión y actualización eficiente de estos dispositivos, garantizando seguridad y funcionalidad en redes distribuidas.

5.5 TABLA RESUMEN LOS CASOS DE USO COMUNES DE LINUX Y UBUNTU

A continuación se ha realizado una tabla que resume los casos de uso comunes de Linux y Ubuntu en empresas, basada en la información anterior:

Casos de Uso	Descripción General de Linux	Uso Específico de Ubuntu
Servidores Web y de Aplicaciones	Linux domina el mercado de servidores web por su estabilidad y seguridad. Distribuciones como Ubuntu, CentOS y Debian son comunes.	Ubuntu Server es ampliamente utilizado para administrar servidores web y aplicaciones críticas por su robustez.
Desarrollo de Software y DevOps	Linux es la plataforma preferida para desarrollo de software y DevOps por su compatibilidad con herramientas de automatización.	Ubuntu ofrece un entorno de desarrollo completo y es compatible con Docker y Kubernetes para gestión de contenedores.
Computación en la Nube	Linux es el sistema operativo predominante en la nube, compatible con AWS, GCP y Azure.	Ubuntu es una de las distribuciones más utilizadas en la nube y soporta Kubernetes y OpenStack para orquestación.
Servidores de Bases de Datos	Linux ofrece estabilidad y rendimiento óptimo para alojar bases de datos como MySQL, PostgreSQL y MongoDB.	Ubuntu Server es ideal para gestionar grandes volúmenes de datos, optimizando el rendimiento de bases de datos.
Computación de Alto Rendimiento (HPC)	Linux es utilizado en clústeres de computación para tareas intensivas como simulaciones y análisis de grandes datos.	Ubuntu gestiona eficazmente recursos intensivos y se puede personalizar para optimizar entornos de HPC.

Seguridad y Redes	Linux es una opción sólida para seguridad de redes y dispositivos como firewalls y IDS.	Ubuntu se usa para implementar soluciones de seguridad y redes, con opciones de personalización según las necesidades.
Escritorios y Estaciones de Trabajo	Linux es menos común en escritorios, pero es utilizado en estaciones de trabajo en entornos corporativos que valoran la seguridad.	Ubuntu Desktop es popular en estaciones de trabajo por su interfaz intuitiva y seguridad en entornos corporativos.
Internet de las Cosas (IoT)	Linux es ideal para dispositivos IoT por su capacidad de funcionar en hardware de bajo consumo.	Ubuntu Core es utilizado para gestionar dispositivos IoT, asegurando actualizaciones y mantenimiento eficiente.

5.6 HERRAMIENTAS Y APLICACIONES EMPRESARIALES BASADAS EN LINUX

El ecosistema Linux ha evolucionado significativamente, ofreciendo una amplia variedad de herramientas y aplicaciones empresariales que son esenciales para la gestión eficiente de las operaciones corporativas. A continuación, se presenta una descripción detallada de algunas de las herramientas y aplicaciones más destacadas en el ámbito empresarial, basadas en Linux.

En el campo de los servidores web, dos nombres sobresalen: Apache HTTP Server y Nginx. Apache, desarrollado por la Apache Software Foundation, es uno de los servidores web más utilizados a nivel mundial debido a su flexibilidad y extensibilidad. La arquitectura modular de Apache permite a las empresas añadir y configurar módulos específicos según sus necesidades, lo que lo convierte en una opción versátil para hospedar aplicaciones web. Es particularmente apreciado por su capacidad para gestionar configuraciones complejas y su extensa documentación (Apache Software Foundation, 2023).

Por otro lado, Nginx, que inicialmente fue diseñado para resolver problemas de concurrencia, se ha convertido en una herramienta vital en el manejo de aplicaciones de alto tráfico. Nginx es conocido por su rendimiento superior y su eficiencia en la gestión de múltiples conexiones simultáneas, lo que lo hace ideal para sitios web de gran escala y aplicaciones críticas para el negocio. Su capacidad para actuar tanto como servidor web como proxy inverso aumenta su utilidad en arquitecturas modernas, incluidas las basadas en microservicios (Nginx, 2023).

Desde luego la gestión de bases de datos es también un componente crucial en la infraestructura tecnológica de cualquier empresa. MySQL, desarrollado por Oracle Corporation, es una de las bases de datos relacionales más populares debido a su velocidad, fiabilidad y facilidad de uso. MySQL es ampliamente utilizado en aplicaciones

web, sistemas de gestión de contenido y servicios en línea, ofreciendo una solución robusta y escalable para la gestión de datos empresariales (Oracle, 2023).

PostgreSQL, conocido como el sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto más avanzado, ofrece características avanzadas y soporte para SQL completo. Es particularmente valorado por su conformidad con los estándares SQL y su capacidad para manejar transacciones complejas y grandes volúmenes de datos. Las empresas que requieren integridad de datos y capacidades avanzadas de consulta y análisis encuentran en PostgreSQL una solución idónea (PostgreSQL Global Development Group, 2023).

MariaDB, una bifurcación de MySQL creada por los desarrolladores originales de MySQL, se ha ganado un lugar importante en el mercado gracias a sus mejoras en rendimiento, escalabilidad y seguridad. MariaDB es totalmente compatible con MySQL, lo que facilita la migración, y se utiliza en una variedad de aplicaciones empresariales, proporcionando una alternativa confiable y mejorada a MySQL (MariaDB Foundation, 2023).

Siguiendo con otros usos, la virtualización es una tecnología fundamental en la infraestructura de TI moderna, y Linux ofrece soluciones poderosas en este ámbito. KVM (Kernel-based Virtual Machine) es una tecnología de virtualización integrada en el kernel de Linux que permite ejecutar múltiples sistemas operativos virtualizados en un solo servidor físico. KVM se destaca por su eficiencia y alto rendimiento, siendo una opción preferida para muchas empresas que buscan consolidar sus servidores y optimizar el uso de recursos (Red Hat, 2023).

VMware, aunque no es exclusivo de Linux, ofrece productos como VMware ESXi que son ampliamente utilizados en entornos empresariales basados en Linux. VMware ESXi permite la creación y gestión de máquinas virtuales con un alto grado de control y flexibilidad, facilitando la administración de infraestructuras complejas y la implementación de soluciones de continuidad del negocio y recuperación ante desastres (VMware, 2023).

En cuanto a la contenerización, ha transformado la forma en que las aplicaciones se desarrollan y despliegan, y Docker ha sido un pionero en esta revolución. Docker permite a los desarrolladores empaquetar aplicaciones y sus dependencias en contenedores ligeros y portátiles que pueden ejecutarse de manera consistente en cualquier entorno. Esta tecnología ha simplificado significativamente el desarrollo y la implementación de aplicaciones, facilitando prácticas de desarrollo ágil y mejora continua (Docker Inc., 2023).

Kubernetes, desarrollado originalmente por Google, es una plataforma de orquestación de contenedores que automatiza el despliegue, la escala y la gestión de aplicaciones contenedorizadas. Kubernetes se ha convertido en el estándar de facto para la gestión de contenedores en entornos empresariales, proporcionando herramientas avanzadas para la automatización de operaciones y la gestión de infraestructuras a gran escala. Su capacidad para integrarse con diversas herramientas y servicios en la nube lo convierte en una solución indispensable para las empresas que buscan agilidad y resiliencia en sus operaciones (Cloud Native Computing Foundation, 2023).

Finalmente, la seguridad es una preocupación primordial para cualquier organización, y Linux ofrece herramientas robustas para proteger la infraestructura y los datos. SELinux (Security-Enhanced Linux), desarrollado por la Agencia de Seguridad Nacional de EE.UU., proporciona un conjunto de controles de acceso obligatorio (MAC) que refuerzan la seguridad del sistema operativo. SELinux ayuda a prevenir la escalada de privilegios y protege contra amenazas internas y externas mediante políticas de seguridad estrictas y configurables (Red Hat, 2023).

OpenVPN es otra herramienta esencial en el arsenal de seguridad de Linux. OpenVPN es una solución de red privada virtual (VPN) de código abierto que permite la creación de conexiones seguras y encriptadas entre redes y dispositivos. Esta herramienta es crucial para las empresas que necesitan proteger la comunicación y el acceso remoto a sus recursos internos, garantizando la privacidad y la integridad de los datos transmitidos a través de redes inseguras (OpenVPN, 2023).

5.7 CASOS DE ESTUDIO

A continuación se analizarán varios casos de empresas e instituciones que han migrado sus sistemas operativos a Linux, mostrando cómo este cambio les ha permitido mejorar aspectos clave como la seguridad, la estabilidad y la reducción de costes. Este apartado examina la experiencia de grandes organizaciones que han optado por Linux en lugar de sistemas operativos propietarios, lo que ofrece ejemplos reales de cómo la implementación de software libre puede impactar positivamente en las operaciones empresariales.

El análisis de estos casos proporciona una visión clara de cómo Linux puede ser una alternativa eficaz a otros sistemas operativos, tanto en el sector privado como en el público, resaltando sus beneficios estratégicos en términos de costes y flexibilidad operativa.

Empresas y organizaciones de renombre han demostrado el éxito de migrar sus sistemas operativos a Linux, resaltando sus beneficios en términos de costes, seguridad y flexibilidad.

Uno de los casos más emblemáticos es el de Google, que optó por implementar Linux en su infraestructura tecnológica debido a su adaptabilidad y menor coste. Para sus desarrolladores y empleados, la compañía utiliza Goobuntu, una versión personalizada de Ubuntu. Este cambio les ha permitido mantener un control más estricto sobre su software y fortalecer la seguridad de sus sistemas.

Otro ejemplo relevante es la Gendarmería Nacional de Francia, que comenzó su transición de Windows a Linux en 2004. Diez años después, habían migrado 72,000 estaciones de trabajo a Ubuntu, lo que les generó importantes ahorros en licencias y una mayor estabilidad y seguridad operativa.

En Alemania, la ciudad de Múnich llevó a cabo uno de los proyectos más ambiciosos al migrar 15,000 computadoras de su administración pública a una versión personalizada de Linux llamada LiMux. A pesar de enfrentar desafíos iniciales y decidir un retorno

parcial a Windows en 2017, este caso demostró que una migración a gran escala en el sector público es factible.

Por su parte, Twitter también ha integrado Linux en su infraestructura tecnológica. La plataforma utiliza servidores Linux para gestionar el inmenso volumen de datos y tráfico que maneja diariamente, encontrando en este sistema operativo una solución robusta y eficiente.

La NASA, en tanto, ha adoptado Linux en varios de sus sistemas, incluyendo aquellos empleados en misiones espaciales y para la gestión de datos. Su confiabilidad y seguridad son factores cruciales para las operaciones críticas de la agencia.

Estos casos evidencian que Linux no solo es una alternativa viable a Windows, sino que ofrece claras ventajas en términos de costes, flexibilidad y seguridad, incluso en organizaciones con demandas tecnológicas complejas

5.8 AHORROS OBTENIDOS POR ESTAS EMPRESAS

En este apartado se presentan ejemplos de organizaciones que han implementado Linux en sus infraestructuras, acompañados de cifras que reflejan el ahorro económico derivado de dichas migraciones. Estos casos permiten ilustrar, de manera objetiva, el impacto financiero de adoptar sistemas operativos basados en Linux en comparación con soluciones propietarias.

Uno de los ejemplos más emblemáticos es el de la ciudad de Múnich, en Alemania. En su proyecto de migrar alrededor de 15,000 ordenadores de Windows a Linux, la ciudad logró un ahorro considerable de más de 10 millones de euros en costes de licencias y mantenimiento hasta el año 2013 (Heath, N. 2013). Este cambio no solo significó un respiro financiero, sino que también marcó un hito en la transformación digital de una gran urbe. Un caso similar de éxito se puede observar en la Gendarmería Nacional Francesa, la cual tomó la iniciativa de migrar unas 70,000 estaciones de trabajo a Linux. Este cambio, según informes oficiales, ha reducido sus gastos anuales en aproximadamente 2 millones de euros en lo que respecta a licencias (Techcrunch, 2009).

Al otro lado del Atlántico, la ciudad de Largo, en Florida, también decidió adoptar Linux en 2001, migrando su infraestructura a esta solución. Como resultado, en los primeros años se estimó un ahorro de alrededor de 1 millón de dólares en costes relacionados con hardware y software (Haber, 2002). Por su parte, IBM, gigante tecnológico, también vio en Linux una oportunidad para optimizar su operación. Desde el año 2003 hasta 2012, la empresa consiguió un ahorro extraordinario de 900 millones de dólares tras trasladar la mayor parte de sus servidores y sistemas a este sistema operativo (IBM, 2013).

Otro ejemplo destacado es el de E*Trade, una de las principales plataformas de comercio electrónico, que decidió migrar su infraestructura tecnológica a Linux, logrando ahorrar cerca de 65 millones de dólares al año en hardware y software (Baselinemag, 2002). Novell, empresa líder en soluciones informáticas, optó por migrar sus sistemas de NetWare a SUSE Linux. Este movimiento, aunque menos masivo, resultó en un

AHORRO EN LINUX VS SOFTWARE PROPIETARIO

ahorro significativo de alrededor de 900,000 dólares anuales en costes de licencias y soporte (The Sydney Morning Herald, 2005).

Finalmente, la Banca Popolare di Milano (BPM), institución financiera italiana, llevó a cabo la migración de aproximadamente 8,000 estaciones de trabajo a Linux. Gracias a este cambio, lograron reducir sus costes anuales en cerca de 3 millones de euros, principalmente en licencias y mantenimiento (Arnfield, R. 2004).

Esta tabla subraya cómo la migración a Linux no solo mejora la flexibilidad tecnológica y la seguridad, sino que también se traduce en enormes beneficios económicos para aquellas empresas o instituciones que han decidido dar el paso.

5.9 TABLA RESUMEN DE AHORROS

Empresa	Número de Estaciones Migradas	Ahorro Estimado	Fuente
Ciudad de Múnich, Alemania	15,000	10 millones de euros hasta 2013	Heath, N. 2013
Gendarmería Nacional Francesa	70,000	2 millones de euros anuales	Techcrunch, 2009
Ciudad de Largo, Florida, EE.UU.	No especificado	1 millón de dólares en los primeros años	Haber, 2002
IBM	Mayoría de servidores	900 millones de dólares (2003-2012)	IBM, 2013
E*Trade	Infraestructura completa	65 millones de dólares anuales	Baselinemag, 2002
Novell	No especificado	900,000 dólares anuales	The Sydney Morning Herald, 2005
Banca Popolare di Milano (BPM)	8,000	3 millones de euros anuales	Arnfield, R. 2004

Fuente: Elaboración propia

5.10 DESAFÍOS Y CÓMO FUERON SUPERADOS

La migración de sistemas operativos a Linux representa una decisión estratégica que muchas organizaciones han adoptado para aprovechar sus ventajas en costes, flexibilidad y seguridad. Sin embargo, este proceso no está exento de desafíos, ya que implica enfrentar problemas técnicos, organizativos y operativos. Analizando diversos casos, se pueden identificar patrones comunes y las soluciones implementadas para superar estas dificultades.

Uno de los retos más frecuentes es la compatibilidad de software. Muchas organizaciones, como la ciudad de Múnich, se encontraron con que sus programas específicos no tenían versiones compatibles con Linux. Esto representó un obstáculo considerable, especialmente en sistemas heredados que requerían integrarse con el nuevo entorno. Para resolverlo, se invirtió en desarrollar soluciones a medida y en adaptar aplicaciones existentes, aprovechando el potencial del código abierto.

Otro problema recurrente fue la resistencia al cambio por parte de los empleados. Tanto en Múnich como en otras entidades, los usuarios, acostumbrados a Windows, enfrentaron una curva de aprendizaje inicial que afectó temporalmente la productividad. Para mitigar este impacto, se implementaron programas de formación y soporte continuo que facilitaron la transición y mejoraron la adopción.

El coste de licencias y la necesidad de personalización también fueron factores clave que motivaron a organizaciones como Google, Largo y Walmart a considerar Linux. Estos problemas fueron abordados mediante la adopción de distribuciones personalizadas, como Goobuntu en Google o las soluciones específicas desarrolladas por la ciudad de Largo. Estas migraciones no solo redujeron costes, sino que también aumentaron la flexibilidad operativa, permitiendo ajustar el software a las necesidades específicas de cada institución.

En industrias con altos requisitos de seguridad, como la banca y las operaciones críticas, el cambio a Linux ofreció mejoras significativas. La Banca Popolare di Milano, por ejemplo, priorizó la seguridad y estabilidad que Linux proporciona, mientras que IBM buscó interoperabilidad y control en su compleja infraestructura tecnológica. Ambas instituciones contribuyeron al ecosistema de código abierto, fortaleciendo sus sistemas y beneficiando a la comunidad global.

Finalmente, los desafíos relacionados con la escalabilidad y el rendimiento se manifestaron en organizaciones como Walmart, que necesitaba gestionar sus operaciones globales de manera eficiente. La migración de sus servidores a Linux permitió optimizar su infraestructura y manejar sistemas críticos con mayor rendimiento y menor coste.

En conjunto, estas experiencias destacan cómo las organizaciones pueden superar los desafíos de la migración a Linux mediante estrategias de personalización, formación, colaboración con la comunidad de código abierto y un enfoque gradual para minimizar interrupciones. Cada caso refuerza la viabilidad de Linux como una alternativa estratégica frente a los sistemas operativos propietarios.

6 CONCLUSIONES

En este trabajo hemos examinado el impacto económico y operativo del uso de Linux en el entorno empresarial, particularmente en pequeñas y medianas empresas (PYMEs). A través de un análisis exhaustivo de las características del software libre, así como de ejemplos prácticos de empresas que han migrado a Linux, se han identificado varios beneficios clave, además de algunos desafíos a considerar.

Uno de los hallazgos más significativos es el ahorro económico que las empresas pueden lograr al adoptar Linux. Este ahorro se debe principalmente a la eliminación de los costes de licencias de software propietario, así como a la reducción en gastos de mantenimiento y soporte técnico. Casos como los de la ciudad de Múnich o la Gendarmería Francesa demuestran que, en entornos corporativos, los ahorros pueden ser significativos, alcanzando millones de euros o dólares en costes operativos. En estos ejemplos hemos evidenciado que Linux ofrece una alternativa viable para reducir los gastos de TI, especialmente en empresas con grandes infraestructuras tecnológicas.

Además de los beneficios económicos, se ha destacado la robustez y estabilidad de Linux en el ámbito empresarial. Las distribuciones de Linux analizadas, como Ubuntu, Red Hat y SUSE, ofrecen soluciones escalables, seguras y confiables para diferentes tipos de empresas. Su capacidad de adaptación y personalización permite que las organizaciones ajusten sus sistemas operativos a sus necesidades particulares, mejorando la eficiencia operativa.

Otro aspecto relevante es la seguridad. Linux, gracias a su arquitectura de código abierto y a la rápida respuesta de su comunidad ante vulnerabilidades, ofrece un entorno seguro para las empresas. Esto se traduce en una menor exposición a amenazas de ciberseguridad, reduciendo los costes relacionados con la gestión de riesgos y protegiendo los datos corporativos.

Sin embargo, no se deben subestimar los desafíos asociados con la adopción de Linux. Uno de los principales retos identificados es la curva de aprendizaje, tanto para los usuarios como para los administradores de sistemas. Aunque Linux ha mejorado significativamente en términos de facilidad de uso, la transición desde sistemas propietarios puede requerir una inversión en formación y soporte técnico especializado. Además, la compatibilidad con ciertos programas propietarios sigue siendo un problema en algunos sectores, lo que puede limitar la adopción de Linux en determinadas áreas.

En conclusión, Linux representa una opción atractiva para las empresas que buscan reducir sus costes operativos, mejorar la seguridad de sus sistemas y ganar flexibilidad en la gestión de sus recursos tecnológicos. Sin embargo, la implementación de Linux debe planificarse cuidadosamente, considerando los desafíos de adaptación y compatibilidad. Para maximizar los beneficios de Linux, se recomienda a las empresas realizar una evaluación detallada de sus necesidades tecnológicas, invertir en formación adecuada y aprovechar el soporte de la comunidad y de proveedores especializados. Este estudio sugiere que Linux continuará ganando terreno en el entorno empresarial, especialmente a medida que más empresas reconozcan su potencial para mejorar la eficiencia y reducir costes. Para futuras investigaciones, sería útil profundizar en el impacto de Linux en sectores específicos, así como en el papel de Linux en tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y la computación en la nube.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Amazon Web Services. (n.d.). Overview of Amazon Web Services. Recuperado de <https://aws.amazon.com/what-is-aws/>
- Andreu, A. (2024). Ubuntu es la distribución Linux más famosa: ¿merece la pena en 2024? Computer Hoy.
- Apache Software Foundation. (2023). Apache HTTP Server. Recuperado de <https://httpd.apache.org/>
- Arnfield, R. (2004). European banks embrace the Linux system. The Globe And Mail. Recuperado de <https://www.theglobeandmail.com/technology/european-banks-embrace-the-linux-system/article1139640/>
- Baselinemag. (2002). E*Trade Bets Big on Linux. Baselinemag. Recuperado de <https://www.baselinemag.com/erp/ETrade-Bets-Big-on-Linux/>
- Bott, E. (2017). After a 10-year Linux migration, Munich considers switching back to Windows and Office. ZDNet. Recuperado de <https://www.zdnet.com/article/after-a-10-year-linux-migration-munich-considers-switching-back-to-windows-and-officeH>
- Bright, P. (2014). Microsoft joins the Linux Foundation. Ars Technica. Recuperado de <https://arstechnica.com/information-technology/2014/11/microsoft-joins-the-linux-foundation/>
- Callaham, J. (2013). International Space Station dumps Windows XP for Linux. Neowin. Recuperado de <https://www.neowin.net/news/international-space-station-dumps-windows-xp-for-linux/>
- Canonical. (2022a). Ubuntu Server Overview. Recuperado de <https://ubuntu.com/server>
- Canonical. (2022b). Developers and Ubuntu. Recuperado de <https://ubuntu.com/developers>
- Canonical. (2022c). Ubuntu in High Performance Computing (HPC). Recuperado de <https://ubuntu.com/hpc>
- Canonical. (2023). Ubuntu. Recuperado de <https://ubuntu.com/>
- Canonical. (2024). Ubuntu LTS. Recuperado de <https://ubuntu.com/about/release-cycle>
- Chandran, R. (2021). Cost comparison of Windows and Linux for enterprise deployment. Journal of Open Source Solutions, 12(4), 33-40.
- Chapple, M. (2023). The Importance of Linux for Enterprise Databases. Database Journal. Recuperado de <https://www.databasejournal.com/features/the-importance-of-linux-for-enterprise-databases/>
- Computer Hoy. (2024). Ubuntu vs. Fedora: ¿Cuál es mejor distro Linux de 2024?
- Corbet, J. (2009).
- Debian Project. (2023). Debian. Recuperado de <https://www.debian.org/>
- Docker Inc. (2023). Docker. Recuperado de <https://www.docker.com/>
- Fedora Project. (2023). Fedora. Recuperado de <https://getfedora.org/>
- Free Software Foundation. (n.d.). The Free Software Definition. Recuperado de <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>
- Free Software Foundation. (n.d.). What is free software? Recuperado de <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>
- Haber, L. (2020). City saves with Linux, thin clients. Columbia University. Recuperado de <https://moglen.law.columbia.edu/CPC/archive/switch/city-saves-with-Linux,-thin-clients1.html>

- Heath, N. (2013). No, Microsoft, open source software really is cheaper, insists Munich. ZDNet. Recuperado de <https://www.zdnet.com/article/no-microsoft-open-source-software-really-is-cheaper-insists-munich/>
- IBM. (2013). IBM saves nearly \$1 billion by using Linux. Recuperado de <https://www.ibm.com/press/us/en/pressrelease/41670.wss>
- Ifnetworking. (2024). How Walmart Leverages Open Source for Operational Excellence at Scale. Recuperado de <https://ifnetworking.org/how-walmart-leverages-open-source-for-operational-excellence-at-scale/>
- Kingsley-Hughes, A. (2010). Google dumps Windows for Mac OS, Linux. ZDNet. Recuperado de <https://www.zdnet.com/article/google-dumps-windows-for-mac-os-and-linux/>
- Laboratorio Linux. (n.d.). Ubuntu Desktop vs Ubuntu Server: ¿Cuál Debería Usar?
- LibreOffice. (2023). LibreOffice: Free Office Suite. Recuperado de <https://www.libreoffice.org/>
- Linux Foundation. (2023). Linux in IoT: Flexibility and Performance. Recuperado de <https://www.linuxfoundation.org/iot>
- Linux Foundation. (2023). Linux Foundation Training & Certification. Recuperado de <https://training.linuxfoundation.org/>
- Linux Foundation. (2024). Linux Desktops and Workstations. Recuperado de <https://www.linuxfoundation.org/desktop>
- Linux Professional Institute. (2023). Certification Overview. Recuperado de <https://www.lpi.org/our-certifications/overview>
- López, M. (2016). Seis distribuciones de Linux enfocadas a empresas. Genbeta.
- MariaDB Foundation. (2023). MariaDB. Recuperado de <https://mariadb.org/>
- Microsoft. (2023). Microsoft Office Pricing. Recuperado de <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/get-started-with-office-2021>
- Microsoft. (2023). SQL Server 2019 Pricing. Recuperado de <https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2019-pricing>
- Microsoft. (2023). Windows 10 Pro. Recuperado de <https://www.microsoft.com/en-us/software-download/windows10>
- Moody, G. (2001). Rebel Code: Linux and the Open Source Revolution. Perseus Publishing.
- Nginx. (2023). About Nginx. Recuperado de <https://www.nginx.com/>
- Novell to Linux a saver. (2005). The Sydney Morning Herald. Recuperado de <https://www.smh.com.au/technology/novell-to-linux-a-saver-20050419-gdl5h7.html>
- Norton, P. (2023). Securing Networks with Linux-based Systems. Network World. Recuperado de <https://www.networkworld.com/article/securing-networks-with-linux-based-systems/>
- Open Source Initiative. (n.d.). The Open Source Definition. Recuperado de <https://opensource.org/osd>
- OpenVPN. (2023). OpenVPN: Open Source VPN. Recuperado de <https://openvpn.net/>
- Oracle. (2023). MySQL. Recuperado de <https://www.mysql.com/>
- Oracle. (2023). Oracle Linux. Recuperado de <https://www.oracle.com/linux/>
- Oracle. (2024). Oracle Linux. Recuperado de <https://www.oracle.com/linux>
- Perens, B. (1999). The Open Source Definition. In C. DiBona, S. Ockman, & M. Stone (Eds.), Open Sources: Voices from the Open Source Revolution (pp. 171-188). O'Reilly Media.

- PostgreSQL Global Development Group. (2023). PostgreSQL: The world's most advanced open source relational database. Recuperado de <https://www.postgresql.org/>
- Raymond, E. S. (1999). The Cathedral and the Bazaar: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary. O'Reilly Media.
- Red Hat. (2021). Choosing a Linux distribution for your enterprise. Recuperado de <https://www.redhat.com/en/resources/linux-distribution-enterprise-guide>
- Red Hat. (2023). KVM: Kernel-based Virtual Machine. Recuperado de <https://www.redhat.com/en/topics/virtualization/what-is-KVM>
- Red Hat. (2023). Red Hat Enterprise Linux. Recuperado de <https://www.redhat.com/en/technologies/linux-platforms/enterprise-linux>
- Red Hat. (2024). Red Hat Enterprise Linux. Recuperado de <https://www.redhat.com/en/technologies/linux-platforms/enterprise-linux>
- RightScale. (2023). Cloud Computing Trends: 2023 State of the Cloud Report. Recuperado de <https://www.rightscale.com/blog/cloud-computing-trends-2023-state-cloud-report>
- Stack Overflow. (2024). Developer Survey Results. Recuperado de <https://insights.stackoverflow.com/survey/2024>
- Stallman, R. M. (2010). Why Software Should Not Have Owners. In R. M. Stallman, Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman (2nd ed., pp. 37-46). GNU Press.
- SUSE. (2023). SUSE Linux Enterprise. Recuperado de <https://www.suse.com/products/server/>
- SUSE. (2024). SUSE Linux Enterprise Server. Recuperado de <https://www.suse.com/products/server>
- The Fedora Project. (2024). Fedora Server. Recuperado de <https://getfedora.org/en/server>
- Torvalds, L., & Diamond, D. (2001). Just for Fun: The Story of an Accidental Revolutionary. Harper Business.
- Valdeolmillos, C. (2023). Estas son las distribuciones de Linux más populares en las empresas en 2023. MuyComputerPro.
- Vaughan-Nichols, S. J. (2015). How Walmart uses OpenStack to deliver its 'everyday low prices'. ZDNet. Recuperado de <https://www.zdnet.com/article/walmart-relies-on-openstack/>
- VMware. (2023). VMware ESXi. Recuperado de <https://www.vmware.com/products/esxi-and-esx.html>
- W3Techs. (2023). Usage Statistics of Operating Systems for Websites. Recuperado de https://w3techs.com/technologies/overview/operating_system